

La tecnología RFID

José Manuel Huidobro

Ingeniero de Telecomunicación

R RFID son las siglas en inglés de *Radio Frequency IDentification*, una tecnología similar, en teoría, a la de la identificación por código de barras (*bar code*), pero que utiliza ondas electromagnéticas o electrostáticas para la transmisión de la señal que contiene la información. A RFID también se le conoce algunas veces como DSRC (*Dedicated Short Range Communications*).

La identificación por radiofrecuencia es una tecnología de captura e identificación automática de información contenida en etiquetas electrónicas (*tags*). Cuando estas etiquetas entran en el área de cobertura de un lector RFID, éste envía una señal para que la etiqueta le transmita la información almacenada en su memoria, habitualmente un código de identificación. Una de las claves de esta tecnología es que la recuperación de la información contenida en la etiqueta se realiza sin necesidad de que exista contacto físico o visual (línea de vista) entre el dispositivo lector y las etiquetas, aunque en muchos casos se exige una cierta proximidad de esos elementos.

Ventajas del RFID

- No es necesario que entre en contacto directo con un escáner, por lo que, por ejemplo, permitirían que saliéramos del supermercado con el carrito de la compra lleno y que una antena receptora identificase todos los productos y los cargase a nuestra cuenta sin esperar colas.
- Es un antirrobo sofisticado. De hecho, uno de los primeros productos que utilizaron esta tecnología fueron las maquinillas de afeitar Gillette, uno de los objetos que más se hurta en las grandes superficies.
- Estas etiquetas se pueden leer a través de muchos materiales, como la pintura (prácticamente todos, salvo el metal o el agua, aunque ya existen etiquetas lavables), algo que no se puede hacer con los códigos de barras convencionales.



La técnica RFID surgió en el campo militar, durante la II Guerra Mundial, para la identificación de elementos (barcos y aviones) amigos o enemigos (*identification, friend or foe/IFF*), combinando la propagación de señales electromagnéticas con las técnicas de Radar. Hoy, su ámbito de aplicación se ha extendido a otros más mercantiles y se prevé que su uso tenga un impacto importante sobre la actividad diaria de empresas, instituciones y ciudadanos cuando cada vez más productos sean etiquetados y lleguen a los clientes finales propiciando la aparición de nuevas aplicaciones y servicios basados en RFID.

Las primeras aplicaciones comerciales de RFID aparecieron a finales de la década de los sesenta, en la que varias compañías desarrollaron métodos para evitar el robo de artículos en las tiendas (*EAS/Electronic Article Surveillance*) mediante etiquetas que almacenaban solo 1 bit. La simple presencia o ausencia de la misma era suficiente para detectar la señal al pasar por un arco detector situado en la puerta del establecimiento.



RFID se asocia a las etiquetas inteligentes muy finas (*smart tags*) para identificación por radiofrecuencia, aunque tiene otras aplicaciones. Una etiqueta de RFID es parecida a la de los códigos de barras, pero incluye un pequeño transceptor radioeléctrico y una memoria en la que es posible almacenar cierta información. Estas etiquetas se colocan adheridas o embutidas en los productos y pueden ser leídas utilizando un dispositivo lector de mano, ya que son capaces de responder con la información almacenada si se las estimula con una radiación electromagnética adecuada, para lo que se emplea un lector de etiquetas. Una de las principales ventajas que aportan las etiquetas RFID, frente a los códigos de barras, es que con ellas se elimina la necesidad de tener una visión directa entre el lector y la etiqueta, así como que, también, el rango de distancia a la que puede hacerse la lectura de la misma es mucho mayor.

En los últimos años las tecnologías RFID se han desarrollado y perfeccionado técnicamente, disponiendo actualmente de estándares internacionalmente aceptados para las bandas de frecuencia de trabajo más habituales con mayor número de aplicaciones, y con la aceptación de las Administraciones Públicas responsables de la asignación de frecuencias, que deberán liberar recursos suficientes que permitan el desarrollo de las tecnologías RFID, pensando además en que los recursos (por ejemplo las bandas de frecuencia) deben ser compatibles para el uso de la tecnología a nivel internacional, dado el proceso de globalización a que estamos sometidos.

||| EPC, la Internet de los objetos

Surgido en Norteamérica, en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) de Boston, y patrocinado por las principales multinacionales de la producción, este peculiar sistema RFID se diferencia de otras tecnologías de identificación por la sencillez absoluta del contenido del tag: nada más que un apuntador, que se alimenta de una compleja arquitectura de red y mantiene una afinidad sustancial con el código de barras.

EPC, *Electronic Product Code*, es un tag RFID capaz de identificar, con un código unívoco a nivel mundial, cualquier objeto fabricado o comercializado. Con una primera aproximación se puede considerar un equivalente del código de barras, en versión electrónica y con capacidad de transmisión radio. El sistema no define tan sólo el tipo de vehículo de identificación, sino también las necesarias tecnologías de red, parecidas a las de Internet, que aseguran la trazabilidad de dichos productos a lo largo de toda la cadena del suministro.

Este proyecto surgió hace unos años tras los estudios de un grupo de investigación del MIT, llamado Auto-ID Center, que se ha beneficiado de la aportación de unas cien compañías dedicadas a la producción de bienes de consumo, su distribución y, evidentemente, de la producción de tecnologías RFID. Entre los nombres más destacados de dicha iniciativa se encuentran Wal-Mart, Unilever o Procter & Gamble, si bien desde el principio la iniciativa nunca ha cesado de recibir nuevas adhesiones.

Desde su nacimiento el proyecto ha pasado por dos etapas extremadamente significativas que han modificado prácticamente su "status", elevándolo a estándar de facto para el mundo del gran consumo. Ante todo, el anuncio oficial por parte de Wal-Mart, la mayor cadena de distribución en el mundo, que soli-

citó a todos sus proveedores que aplicaran tags EPC en sus pallets y, sobre todo, la adquisición de la propiedad intelectual de EPC por parte de EAN International y UCC, y la puesta en marcha de una nueva compañía, EPCglobal, una joint venture entre EAN International y Uniform Code Council, participada por ambas al cincuenta por ciento. Sucesivamente, con el nacimiento del sistema unificado GS1, EPC se ha convertido en el sistema RFID que el mundo GS1 propone utilizar para el transporte de la información.

Principales aplicaciones

Gracias a estas etiquetas, y mediante el uso de ondas de radio, los responsables de los centros de logística, aeropuertos, oficinas de correos, etc., pueden controlar la ubicación, el estado, número y otro tipo de información sobre los productos sin necesidad de intervención humana, ni tener un acceso directo a los mismos, incluso cuando éstos están en movimiento, acelerando los procesos de inventario y permitiendo optimizar los *stock*. También evitan el robo de mercancías, ya que si no han sido desactivadas antes por un empleado, dan lugar a una alarma al pasar por el típico arco detector (bucle inductivo) que suele haber a la entrada/salida de las tiendas. Otra de sus posibles aplicaciones sería para efectuar el pago automático de la mercancía adquirida al pasar por caja, si ésta dispone de un lector adecuado, pero hay que tener en cuenta en el diseño del sistema las interferencias que se pueden producir entre distintos elementos, si están muy próximos.

Entre los factores más influyentes en la propagación del uso de RFID figuran aspectos relacionados con la seguridad y la privacidad, los costes iniciales de despliegue, el precio actual de las etiquetas RFID y las inercias para acometer y gestionar procesos de cambio en muchas empresas. Hasta hace poco, las experiencias de implantación de la tecnología tenían como actores principales a los llamados “early adopters”, usuarios o empresas con perfil innovador que esperaban tomar ventaja de su experiencia frente a los competidores y obtener beneficios comerciales, pero en la actualidad ya es muy importante el número de los que están acometiendo proyectos con esta tecnología.

La tecnología para identificación por frecuencias de radio hace posible la identificación a distancia y sin cables de objetos a los que se les ha incorporado etiquetas electrónicas. La RFID pertenece a una amplia gama de tecnologías para adquisición de datos e identificación automática en la que también se incluyen los códigos de barras que aparecieron hace ya más de 50 años y son ampliamente utiliza-

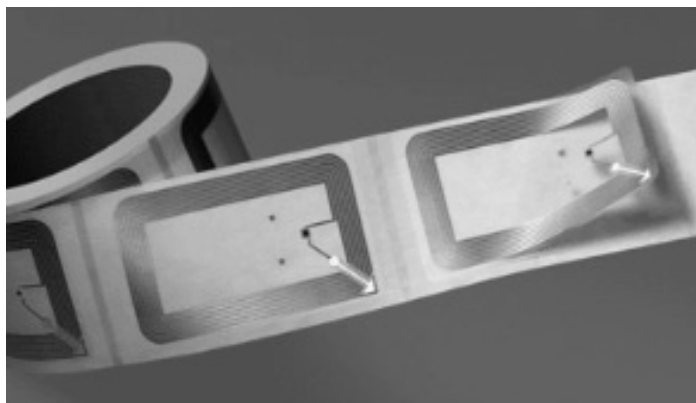
dos, la lectura de caracteres ópticos, los sistemas infrarrojos de identificación y otros muchos.

La tecnología de RFID es extremadamente versátil y se puede aplicar a una gama diversa de sectores comerciales e industriales, para:

- Identificación y seguimiento de objetos, personas y animales.
- Confirmación de la propiedad.
- Verificación de la autenticidad.
- Almacenamiento y actualización de la información referente a objetos o a personas específicos. Por ejemplo, tarjeta sanitaria.
- Trazabilidad de procesos (cadenas de montaje).

Una de las últimas aplicaciones, curiosa al menos, es su implantación en la mano de los soldados, de tal manera que su arma solamente pueda ser disparada por él, así si se la quitan sería un objeto inútil y no podría ser utilizada en contra de nadie.

Ya existen impresoras para producir etiquetas RFID, que contienen un código de barras junto al chip embebido, y que permiten a las empresas ampliar y acelerar la impresión RFID en palés (que suelen ser alquilados) y cajas de embalaje, cumpliendo con las actuales y futuras normativas de la industria de identificación por radiofrecuencia.



Principios de la tecnología RFID

Para el desarrollo del RFID es fundamental la existencia de estándares internacionales que recojan los protocolos de comunicación y los modos de operación para conseguir un funcionamiento global. A su vez, por ser una tecnología basada en la radiofrecuencia, necesita que se controlen y regulen las emisiones radioeléctricas y el uso del espectro mediante normativas.

Aunque la tecnología RFID cuenta con varias décadas a sus espaldas, es recientemente cuando ha cobrado mayor relevancia, especialmente debido al desarrollo tecnológico (miniaturización) y el descenso de los costes de fabricación de los componentes electrónicos, factores que están permitiendo orientar el uso de esta tecnología de identificación hacia sectores tan amplios como la logística y la cadena de suministro, entre otros.

Las etiquetas inteligentes (*RFID Tags*), consisten en un "chip" o circuito integrado con memoria de datos, capaz de ser leído y/o escrito sin contacto, vía ondas de radio, usando antenas. Estas etiquetas se usan en los siguientes casos:

- En ambientes donde una etiqueta con código de barras se maltrata o pinta y puede quedar ilegible.
- Cuando no existe línea directa de observación con el objeto que es leído o la etiqueta sobre el mismo.
- Cuando se desea eliminar o reducir la necesidad de una base de datos central con conexiones a cada punto de lectura y escritura, ya que los datos residen en la etiqueta y no necesitan ser consultados.

Componentes de un sistema RFID

Existen dos componentes claves en un sistema de RFID: las etiquetas y los lectores.

La **Etiqueta** (*RFID tag* o *transponder*), que incorpora una antena y un microchip con memoria que puede ser leído a distancia, a través del aire, sin necesitar línea de visión directa. Las etiquetas se clasifican dentro de tres gamas de frecuencia: *frecuencia baja*, *intermedia* y *alta*. Estas etiquetas necesitan programarse, si no lo vienen ya de fábrica; para lo que existe un dispositivo de usuario especial, que puede ser el propio lector.

Hay muchas características básicas que pueden modificar el comportamiento de un tag RFID, algunas son comunes a todos (requerimientos mínimos) y otras que sólo se encuentran según modelo.

- Adhesión: cualquier tipo de etiqueta debe tener un mecanismo adhesivo o mecánico para adjuntarlo al objeto.
- Lectura: debe poder comunicar la información mediante la radiofrecuencia.

- Kill/Disable (inhabilitación): algunas etiquetas permiten al lector enviar un comando (orden) para que deje de funcionar permanentemente, lo que provoca que no responda nunca más.
- Write Once (una sola escritura): a muchas etiquetas se les introduce la identificación en el proceso de fabricación, pero las que contienen la característica write once permiten al usuario configurar o escribir su valor una sola vez, siendo imposible cambiarlo después.
- Write many (varias escrituras): algunas etiquetas tienen la capacidad de poder escribir tantas veces como se desee (con un límite de ciclos muy elevado, como por ejemplo 100.000 escrituras) el campo de datos del identificador.
- Anticolisión: cuando hay muchas etiquetas próximas a un lector, éste puede tener la dificultad de comunicarse con ellas a la vez. La característica anticolisión permite conocer cuándo debe transmitir para no entorpecer o molestar otras lecturas. Esta característica se realiza mediante protocolos que permiten controlar las comunicaciones entre etiqueta y lector.
- Seguridad y encriptación: algunas etiquetas permiten encriptar la información en la comunicación; además existe la posibilidad de responder sólo a lectores que le proporcionan un password secreto.
- Estándares soportados (conformidad): las etiquetas pueden cumplir con uno o más estándares, permitiendo comunicarse con los lectores que los cumplen.

Tipos de etiquetas

Las etiquetas RFID, que están disponibles en una amplia gama de estilos y de materiales para satisfacer cualquier uso, pueden ser clasificadas en diferentes formas:

- **Activa/Pasiva**: una etiqueta activa usa las propias baterías que lleva incorporadas (por lo que es de gran tamaño), mientras que una pasiva no, ya que emplea la energía recibida de la antena lectora para transmitir sus datos. La consecuencia directa de este hecho es que las etiquetas pasivas son de un coste mínimo (en torno a 0,1 euro) y son más pequeñas; podrán contar con un rango más bajo de lectura, pero también cuentan con una vida teóricamente indefinida (pueden durar hasta 30

años, frente a los no más de 10 que dura una activa). También existen etiquetas semi-pasivas o semi-activas.

- **Solo lectura/Lectura-escritura:** una vez que una etiqueta de solo lectura ha sido programada (memoria ROM), cuya capacidad no supera los 128 bits), ya sea durante su fabricación o antes de su primer uso, con un código de identificación único, éste no puede ser cambiado. Tales etiquetas identifican un registro en una base de datos describiendo el objeto “etiquetado”. Las etiquetas de lectura-escritura (por ejemplo, memoria EEPROM, no volátil), con mayor capacidad –de 512 bits hasta 1 MB–, ofrecen la habilidad de contar con información actualizada o añadida y por lo tanto son aplicables para requerimientos de información variable. Una aplicación de estas etiquetas es, por ejemplo, en las cadenas de montaje de automóviles, donde la etiqueta cuenta con un código que se va actualizando cada vez que se realiza alguna operación, para identificar el estado actual del vehículo en la cadena.

Como se ha comentado, una característica importante a considerar a la hora de seleccionar etiquetas para una aplicación concreta, es el modo de alimentación. Esta característica es uno de los principales factores que determina el coste y vida de la misma. Las pasivas obtienen la energía de la transmisión del lector, las activas utilizan una batería propia, y las semi activas/pasivas utilizan una batería para activar los circuitos del chip, pero la energía para generar la comunicación la obtienen de las ondas radio del lector (como en el caso de las pasivas).

Las más comunes son las pasivas, ya que permiten al dispositivo transpondedor trabajar sin necesidad de fuente de alimentación propia, lo que le hace más económico, de menor tamaño y con un ciclo de vida ilimitado.

Como desventaja está la dependencia con el campo electromagnético generado por el dispositivo lector y, por tanto, la correspondiente limitación de la distancia de identificación. Las etiquetas semipasivas tienen su propia batería, lo que les permite aumentar la distancia de identificación, pero siguen dependiendo de la señal proveniente del dispositivo lector, ya que la necesitan para generar la señal de respuesta. En este caso, el ciclo de vida de la etiqueta está limitado por el ciclo de vida de su batería. El caso más extremo es el de las etiquetas activas, que tienen su propia batería y su propio transmisor, lo que las hace totalmente independientes a la señal transmitida por

el dispositivo lector, con lo que la distancia de identificación se incrementa muchísimo, pero su ciclo de vida estará limitado al de su propia batería.

La capacidad de almacenamiento de información y su capacidad de procesamiento son también importantes a la hora de escoger la etiqueta, además de las otras características descritas anteriormente. Las etiquetas RFID existentes en el mercado nos permiten elegir una amplia variedad de capacidades. De las más simples con sólo un bit de almacenamiento (utilizado para soluciones antihurto), hasta kilobytes de datos para almacenar identificadores y datos complementarios.

También existen etiquetas específicas para cada tipo de soporte y, así, las hay para papel, vidrio, metal o madera, ya que si se colocan en otro soporte distinto para el que han sido diseñadas su “sintonía” puede variar y el lector daría una lectura errónea.

El Lector y Antena: el Lector (*transceiver*) consta de un módulo RF y una lógica de control (decodificador), mientras que la Antena (*antenna/coil*) es la unidad que transmite o induce (y recibe) una señal radio-electromagnética o electroestática que activa las etiquetas que se hallen en su campo de lectura, provocando que ésta refleje su información en el lector, en menos de 100 ms. Ambos elementos pueden estar separados o integrados en el mismo equipo, y se comunican con el servidor que procesará los datos recibidos. La potencia de emisión está en torno a 100 mW y, por norma, nunca puede superar 1 vatio.



Figura: Ordenador de bolsillo con lector RFID.

El dispositivo lector actúa como estación de identificación transmitiendo señales de petición hacia las etiquetas y recibiendo las respuestas a estas peticiones. Es un dispositivo receptor/transmisor radio, que incorpora además de los subsistemas de transmisión y recepción, un procesador de señales digitales que lo dota de mayor funcionalidad y complejidad en sus operaciones. Un dispositivo lector, necesitará de una o varias antenas RF para transmitir la señal generada y recibir la respuesta de la etiqueta. Es posible encontrar lectores con la antena RF integrada en su propio hardware y lectores con conectores de antena RF externos. Según el ámbito de la aplicación final, será necesario disponer de una configuración u otra. En el caso de la identificación de animales o incluso pacientes en un hospital, lo más usual es disponer de dispositivos lectores de mano, tipo PDA, en los que la antena aparece integrada en el propio lector. En el caso de un centro de distribución o almacén, en el que la identificación está localizada en una zona de paso o comprobación, se utilizan dispositivos lectores con varias antenas externas que posibilitan una configuración de arco de identificación acotando una determinada área de lectura. La capacidad de proceso, memoria y velocidad requiere hardware adicional y por tanto el tamaño del dispositivo va en aumento.

Podemos encontrar desde lectores del tamaño de una tarjeta PCMCIA para acoplarlos a una PDA, hasta lectores robustos para entornos hostiles que requieren protección física, mayor velocidad de lectura y multiplexación entre antenas y procesamiento de información, cuyo tamaño aumenta considerablemente respecto a los primeros. De forma similar al caso de las antenas de las etiquetas, las antenas RF conectadas al dispositivo lector variarán de forma y de tamaño según la frecuencia de operación del sistema. Así pues, estos elementos pueden ser fijos, por ejemplo, para leer los elementos en una cinta transportadora, o portátiles, para ser utilizados con elementos que pueden estar en cualquier lugar. En el caso de lectores fijos, la antena suele tener una polarización lineal, mientras que para uno portátil lo más adecuado es una polarización circular, ya que la RF es invisible y su alineación no puede ser hecha visualmente, como sucede con los lectores de infrarrojos.

Además de los dos elementos mencionados, **etiquetas** y **lector/antena**, es necesaria una **base de datos**, una plataforma software adicional que permite almacenar, de forma organizada, la información de identificación que genera el subsistema hardware (tag y lector). Sin este subsistema software, una aplicación cliente sería incapaz de gestionar la información que genera un dispositivo lector. Previo a este paso se

requiere almacenar la información de identificación en un formato común para que cualquier aplicación cliente, de nivel superior, sea capaz de trabajar y acceder a la misma. Entre la base de datos y el dispositivo lector es necesaria una interfaz middleware que ejecute un tratamiento previo sobre los datos en bruto que genera el lector.



Figura: Lector RFID.

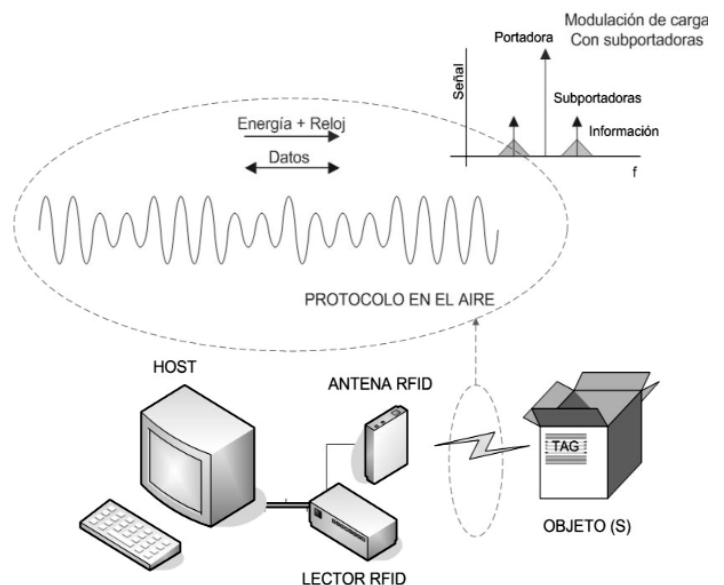


Figura: sistema RFID básico.

Algunas aplicaciones

Hoy en día es fácil encontrarse con sistemas RFID tanto en el ámbito cotidiano, como en el profesional e industrial. Algunos ejemplos de aplicaciones en el ámbito cotidiano son las llaves de inmovilización de vehículos que contienen chips RFID con códigos de

autenticación de baja frecuencia (LF), o el pago automático en autopistas que utiliza tags activos de UHF.



Figura: Diferentes tipos de tags “de diseño”.

En el ámbito profesional las aplicaciones más frecuentes hoy en día son la identificación de animales a través de chips subcutáneos o bolos rumiales que trabajan en baja frecuencia (LF) según los estándares ISO 11784 e ISO 11785, la identificación de personas en entornos controlados como el acceso a edificios o áreas restringidas mediante chips RFID HF bajo el estándar ISO 14443, el control antirrobo mediante EAS (*Electronic Article Surveillance*) que trabaja en la banda de frecuencia media (7,4-8,8 MHz), poco común en aplicaciones RFID, la identificación y control de equipajes en aeropuertos mediante etiquetas UHF (860-960 MHz) o incluso la identificación de pacientes en hospitales que utiliza HF (ISO 15693 a 13,56 MHz). En el campo industrial, una de las aplicaciones principales hacia la que se orienta el RFID en la banda UHF es la gestión y visibilidad de la cadena de suministro, desde la fabricación hasta el punto de venta, así como hacia el control de la calidad,



automatización y reducción de tiempos y costes de producción, y detección de falsificaciones. Para ello se trabaja en el diseño de equipos y etiquetas adecuadas para el seguimiento de artículos, cajas o palés y se ha creado un estándar mundial EPC Global Class1, adoptado además como estándar internacional en la norma ISO 18000-6C. Este estándar pretende ser independiente de la tecnología, es decir, define la estructura de los datos a codificar y las diferentes funcionalidades del sistema sin determinar la frecuencia de trabajo.

Actualmente se ha concluido que para la identificación de cajas y palés es imprescindible utilizar UHF, pero todavía está en estudio la frecuencia óptima de trabajo para etiquetar el artículo final. Por otra parte y pensando en una visión más futurista, con el desarrollo de la tecnología NFC (*Near Field Communication*) aparecerán cada vez más teléfonos móviles equipados con módulos RFID que permiten hacer compras o incluso descargar información a través de enlaces RFID.



Figura: Aplicación NFC para móviles.

Near Field Communication (NFC) es un protocolo basado en una interfaz inalámbrica. La comunicación se realiza entre dos entidades (*peer-to-peer*). El protocolo establece conexión inalámbrica entre las aplicaciones de la red y los dispositivos electrónicos. Trabaja en la banda de los 13,56 MHz, esto provoca que no se aplique ninguna restricción y no requiera ninguna licencia para su uso. El alcance de funcionamiento de este estándar se limita a unos pocos centímetros.

Otras aplicaciones vislumbradas son, por ejemplo, electrodomésticos con capacidad RFID que permitan un uso más eficiente y fácil por parte del usuario ayudando por ejemplo a detectar artículos caducados en el frigorífico, identificar prendas de ropa delicada en la lavadora o programación automática de la temperatura adecuada de la plancha al tipo de tejido. Todas estas aplicaciones se contemplan en el marco de lo que se ha denominado “Internet de los Objetos”, concepto que merece un artículo independiente para su explicación.

Otra de las aplicaciones que despiertan gran interés es la del “pasaporte digital”. El pasaporte digital es una de las novedades que se están implantando para reforzar la seguridad de los aeropuertos. Se trata de un formato nuevo que incluye un chip que permite obtener información personal de una manera simple y rápida. El viajero ya no necesita mostrar su pasaporte; simplemente, al pasar cerca de un lector RFID, queda completamente identificado. Este nuevo pasaporte, impulsado desde la Administración estadounidense, aspira a imponerse y a convertirse en estándar para el resto de los países. Conceptualmente es algo parecido al eDNI, solamente que en este último caso se requiere un contacto físico entre el lector y el eDNI para extraer los datos contenidos en el chip inteligente que contiene. La adopción de la tecnología RFID junto con técnicas de autenticación y cifrado en los documentos de identificación permite identificar personas de forma segura evitando la falsificación y la suplantación de identidad.

El pasaporte digital resulta una idea más que interesante para la comodidad del ciudadano, la celeridad en el tránsito de personas y la agilidad de la Administración. Sin embargo, de no incorporarse al pasaporte digital ningún mecanismo de cifrado que proteja la información de carácter personal que contiene, datos como el nombre, edad, dirección, nacionalidad, foto, etc., podrán ser leídos por cualquier individuo (incluso delincuentes) que posea un simple lector RFID y se coloque a nuestro lado.

Una de las aplicaciones de identificación de personas mediante RFID más utilizada es la identificación de pacientes en centros hospitalarios, ya que es uno de los factores claves para el aumento de la seguridad de los pacientes en el ámbito hospitalario, para la identificación correcta. Los eventos adversos asociados a la identificación incorrecta del paciente son un riesgo para la seguridad de los mismos durante su tratamiento. Para dotar al personal sanitario de una herramienta fiable de identificación que ayude a minimizar los riesgos asociados al proceso, se utilizan soluciones basadas en la tecnología RFID, con la que

cada paciente es identificado de forma unívoca y segura, por ejemplo mediante pulseras que incorporan un chip RFID que almacena la información del paciente.

Las pulseras identificativas se usan también a modo de identificador no intrusivo para personas con desorientación o patologías del tipo de Alzheimer o demencia senil. Estos pacientes pueden ser monitorizados dentro del centro para poder controlar sus movimientos y evitar cualquier salida no permitida del centro geriátrico u hospitalario. También se utilizan en gimnasios para facilitar el acceso a las distintas máquinas a los usuarios con derecho a ello, o en las discotecas.

El polvo inteligente

Motas Diminutas –*Smart Dust* (polvo inteligente)– es el resultado de la adaptación y evolución de la tecnología RFID. El “polvo inteligente” es un conjunto de aparatos electrónicos que tienen una medida insólita, cercana al milímetro. Cada uno de estos aparatos, también llamados motas, puede estar compuesto por un microprocesador, sensores que miden estímulos físicos y químicos, memoria, baterías solares, etc. El núcleo más importante de la mota es el microprocesador, que decide las acciones a realizar y controla el suministro de sus escasos recursos de energía. Estas increíbles y diminutas motas hasta son capaces de comunicarse entre sí y con una base de operaciones. Ya se aplican en múltiples escenarios.

Uno de los usos que se les está dando es esparcirlas sobre un área para la realización de trabajos peligrosos para el ser humano. Por ejemplo, las motas son capaces de medir la radioactividad o las emanaciones nocivas de una zona de desastre, evitando que un trabajador tenga que entrar en el lugar para averiguarlo. Claro que también cabe el uso malintencionado de esta tecnología, debido sobre todo al minúsculo tamaño de las motas, que las hace prácticamente invisibles.

Rango de frecuencias

Los sistemas RFID se diferencian por sus frecuencias de operación, lo que determina su rendimiento o tasa de transferencia de datos. La antena del lector emite ondas de radio con un rango de alcance desde 2 cm hasta 30 metros o más, dependiendo de su frecuencia y de la potencia. A baja frecuencia (entre 100

y 200 kHz), los sistemas tienen alcance limitado y bajos costes de puesta en marcha, utilizándose, por ejemplo, para identificación de objetos (inventarios). Los sistemas de alta frecuencia a 13,5 MHz se utilizan para control de accesos y EAS, mientras que los de alta frecuencia UHF (450 a 900 MHz) y microondas (2,4 GHz a 5,8 GHz) ofrecen mejores rendimientos, es decir, un mayor alcance y velocidad de lectura –hasta de 2 Mbit/s–, pero a consecuencia de mayores costos y de necesitar de una línea de visión directa (sus aplicaciones típicas son en los sistemas automáticos de peaje o telepeaje en autopistas, sin que el vehículo se tenga que detener, simplemente hace falta que reduzca su velocidad).

Las siguientes bandas de frecuencia son las que utilizan los diferentes sistemas de RFID que actualmente están presentes en el mercado:

Banda de Frecuencias	Descripción	Rango (metros)
125 y 134 kHz	LF (Baja Frecuencia)	Hasta 0,5
13,56 MHz	HF (Alta Frecuencia)	De 1 a 3
433 y 860-960 MHz	UHF (Ultra Alta Frecuencia)	De 3 a 10
2,45-5,8 GHz	Microondas	Más de 10

Cada una de estas bandas de frecuencia tiene unas características específicas que confieren elementos diferenciales a la funcionalidad de los dispositivos RFID, por lo tanto elegir la frecuencia de trabajo es un punto fundamental al diseñar una solución RFID. Dependiendo de los requisitos funcionales de la aplicación final, la identificación automática puede requerir o no, una mayor o menor distancia de identificación, generar la menor interferencia radioeléctrica posible, estabilidad de la señal frente a entornos hostiles o una alta capacidad de penetración en los materiales. Según sean los requisitos, así se seleccionará la frecuencia de trabajo del sistema.

RFID comparado con los códigos de barras

La alternativa a los sistemas RFID son los códigos de barras lineales o de 2D, que es uno de los métodos de identificación impresa más sencillos y extendidos, por lo que dentro de muchos años es previsible que siga existiendo. Algunos expertos pronostican que de aquí a 10 años, al menos el 90% de los códigos de barras usados hoy continuarán en uso, pero por otra

parte, la tecnología RFID se está desarrollando con una gran rapidez gracias a su empleo en varias aplicaciones importantes en los sectores de la logística y de la gestión del inventario en los almacenes.



Figura: Código de barras 2D.

Los códigos de barras establecieron las bases para una automatización de procesos de gestión de la cadena de suministros y la adopción de cualquier nueva tecnología tomará en consideración la ventaja comparativa que brinda, además de su relación con ellos. Por ejemplo: el costo para aplicar los códigos de barras es prácticamente cero, significa aplicar la tinta directamente en el embalaje del producto (no llega a hacer falta siquiera una etiqueta). Así, pues, RFID tendrá que ser compatible con los sistemas y el proceso interno de las compañías, por lo tanto los códigos de barras y el RFID tendrán que coexistir durante un largo periodo de tiempo.

Integrada por chips, la etiqueta inteligente tiene capacidad de almacenar una cuantiosa información y permite una lectura múltiple y simultánea, gracias a una nueva tecnología llamada “anticolisión”, de varios *items* en un mismo embalaje, algo que no es posible con los códigos de barras. Por otra parte, puede ser reutilizada, tiene mayor durabilidad y es más resistente al frío, al calor y a la humedad. No requiere mantenimiento.

Como se ve, RFID presenta varias ventajas, pero también un problema importante para que su adopción sea rápida y masiva, que es la carencia de unos estándares abiertos –algo en lo que el *Global TAG* (Grupo de Trabajo sobre RFID), ANSI e ISO están trabajando–, lo que supone una barrera para poner en práctica la tecnología a una escala global. En la actualidad, las compañías desean utilizar los sistemas RFID basados en sistemas abiertos, pero eso todavía no es posible y, por lo tanto, los lectores y las etiquetas de diversos fabricantes son incompatibles entre sí.

Un inconveniente añadido que presenta el empleo de RFID es la cantidad de datos que se generan, por lo que si la empresa no tiene sus sistemas de proceso adaptados para su tratamiento, puede llegar

a colapsarlos, pero una vez que esto se haya tenido en cuenta, no habrá problema alguno y estas etiquetas acabarán imponiéndose.



Figura: Algunos ejemplos de etiquetas (tags) y sus aplicaciones.