

RFID: La tecnología de identificación por radiofrecuencia



Hace más de un siglo que se emplea el aire como medio de transmisión de ondas electromagnéticas. De entre todas las aplicaciones “sin hilos” que emplean este medio de transmisión, como TV, radio, telefonía móvil, redes de datos, supervisión de procesos industriales, etc., cabe destacar la tecnología RFID (*Radio Frequency Identification*), cuyo objetivo es el de identificar objetos de una forma rápida, con poca transmisión de información y en un entorno cercano. Su principal aplicación ha sido similar a la del código de barras, es decir, la identificación de productos, como por ejemplo los objetos en una cadena de montaje, en un almacén, etc, sin embargo sus ventajas son muy superiores. El RFID puede manejar un volumen razonable de datos a mayor distancia, se deteriora menos, no tiene por qué ser visible, se puede aplicar en casi todos los medios, es barato y se puede usar en más aplicaciones (por ejemplo, en la identificación de personas, animales o vehículos). La Universidad Pontificia Comillas de Madrid, a través de su Escuela de Ingeniería (ICAI), ha firmado el pasado mes de junio un convenio con la empresa SUN Microsystems Ibérica para colaborar en proyectos de desarrollo con tecnología RFID en las áreas de mercado de los Transportes y de la Industria.

Introducción

En el mercado existen varias tecnologías para introducir fácilmente la información de un producto en un sistema informático. La más popular es sin duda el código de barras, el cual es muy barato y fácil de implantar. No obstante presenta numerosos inconvenientes:

- Puede almacenar poca información. Por ejemplo los códigos de barras usados en los productos alimentarios contienen sólo 12 dígitos.
- Son relativamente difíciles de leer: es necesario orientar perfectamente el lector con el código para obtener una lectura correcta.
- No pueden ser modificados una vez impresos.

- Se deterioran fácilmente (suciedad, etc.).

Debido a esto, desde hace años se está popularizando una tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) que presenta numerosas ventajas frente a los códigos impresos:

- Es difícil de destruir.
- Es fácil de leer. Incluso es posible leer la información de varios productos a la vez.
- Contienen mayor cantidad de información, que incluso puede ser modificada.
- Al realizarse la lectura por radiofrecuencia, la etiqueta no tiene por qué estar visible.
- Permite la lectura con el objeto en movimiento.

No obstante, la tecnología RFID presenta un grave inconveniente: las etiquetas son bastante



Sadot Alexandres Fernández
Instituto de Investigación Tecnológica,
Escuela Técnica Superior de Ingeniería,
Universidad Pontificia Comillas de
Madrid.



Carlos Rodríguez-Morcillo García
Instituto de Investigación Tecnológica,
Escuela Técnica Superior de Ingeniería,
Universidad Pontificia Comillas de
Madrid.



José Daniel Muñoz Frías
Instituto de Investigación Tecnológica,
Escuela Técnica Superior de Ingeniería,
Universidad Pontificia Comillas de
Madrid.

Comentarios a:
comentarios@icai.es

más caras que un código de barras, cuyo coste es prácticamente nulo. Sin embargo, la maduración de la tecnología está consiguiendo que el precio baje continuamente, lo que está haciendo rentable su uso en cada vez más aplicaciones.

En este artículo se presenta la tecnología RFID, ilustrando sus principios de funcionamiento y sus aplicaciones actuales y futuras.

La tecnología RFID

El modo de uso de la tecnología RFID es similar al tradicional código de barras. Al producto que se desea identificar se le añade una etiqueta y se utiliza un lector conectado a un ordenador para obtener la información de identificación automáticamente. No obstante, las similitudes terminan ahí: tanto la etiqueta como el lector son totalmente diferentes.

El principio de funcionamiento es el siguiente: el lector emite una señal electromagnética que al ser recibida por la etiqueta hace que ésta responda mediante otra señal en la que se envía codificada la información contenida en la etiqueta, tal como se ilustra en la Figura 1.

La etiqueta RFID

Una etiqueta RFID (ver Figura 2) consta de tres elementos:

- Una antena
- Un circuito integrado
- Un elemento almacenador de energía

La antena permite realizar la comunicación entre la etiqueta y el lector. Su tamaño limita la distancia máxima a la que puede realizarse la lectura.

El circuito integrado es un circuito mixto analógico-digital. La parte analógica se encarga de controlar la alimentación y la comunicación por radiofrecuencia. Por otro lado, la parte digital gestiona la información almacenada en la etiqueta.

Por último, es necesario incluir un elemento para alimentar al circuito. En función del elemento usado existen dos tipos de etiquetas: las activas y las pasivas. En las primeras se usa una batería para alimentar el circuito. Aunque los fabricantes garantizan una duración de la batería de 10 años, su uso aumenta el tamaño de la etiqueta y la encarece. La principal ventaja es un mayor rango de lectura al poder emitirse la información con mayor potencia. Este tipo de etiquetas se usan, por ejemplo, en los peajes automáticos de autopistas. En las etiquetas pasivas, el elemento almacenador de energía es un condensador; el cual se carga con la energía emitida por el lector y luego utiliza dicha energía para responder. Por ello, la potencia de emisión está limitada, por lo que la distancia entre el lector y la etiqueta no puede ser muy elevada. La ventaja obvia de este tipo de etiquetas es el ahorro de espacio, la duración prácticamente

Figura 1. Principio de funcionamiento

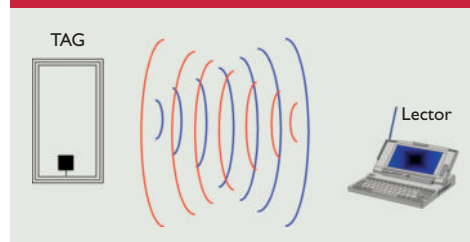
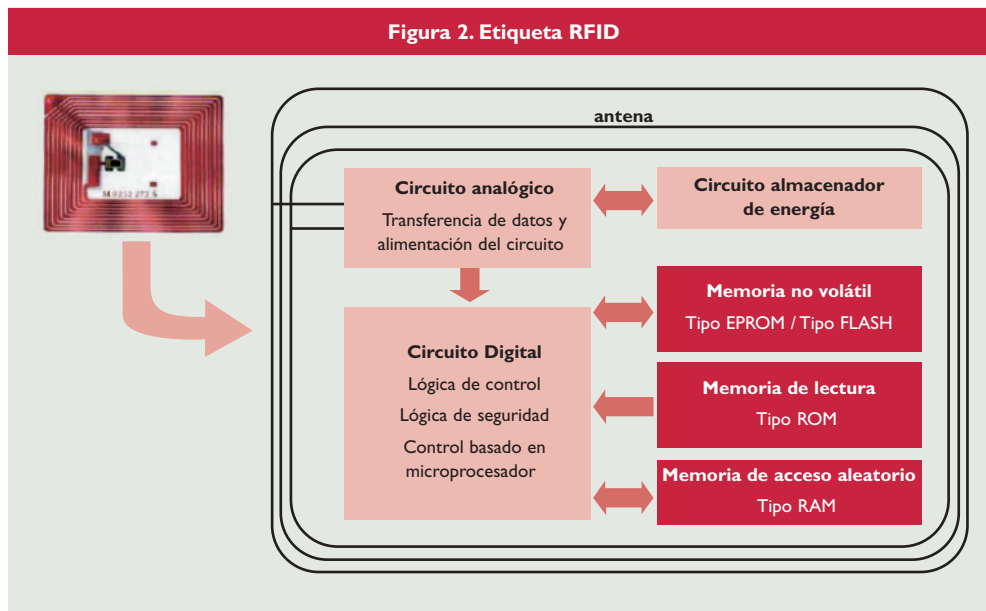


Figura 2. Etiqueta RFID



ilimitada de la etiqueta y su menor coste. Debido a esto, éstas son las etiquetas más usadas, aplicándose en campos tan diversos como la identificación de animales, llaves de contacto de automóviles, identificación de productos en cadenas de montaje, control de accesos, cronometraje de carreras, etc.

Obviamente, los componentes mencionados han de protegerse del ambiente exterior; por lo que en función de la aplicación habrá de elegirse el encapsulado adecuado. El más sencillo es el que se ha mostrado en la Figura 2 consistente en una lámina de plástico. No obstante los fabricantes ofrecen innumerables encapsulados, incluso a medida del cliente. Por ejemplo existen etiquetas en formato tarjeta de crédito para control de accesos, encapsuladas en una ampolla de vidrio para identificar animales, etiquetas en forma de clavo para pallets, encapsulados resistentes a altas temperaturas para etiquetar equipos que tengan que soportar condiciones adversas, etc.

El lector RFID

La estructura del equipo de lectura es similar a la de las etiquetas: es necesaria una antena para comunicarse con la etiqueta y un circuito para gestionar la comunicación. Este circuito dispone de un interfaz estándar, como por ejemplo RS-232 o CompactFlash, para conectarse a un ordenador o a una PDA. Además existen en el mercado equipos lectores con la antena integrada y equipos que admiten antenas externas, que pueden seleccionarse en función de la aplicación. En este último caso, existen dos tipos de antenas, las antenas tipo "cuadro", similares a las usadas en los grandes almacenes para evitar robos y las antenas con núcleo de ferrita. Las primeras, al tener un mayor tamaño pueden alcanzar distancias de lectura del orden de un metro, aunque con poca direccionalidad. Las segundas en cambio tienen un tamaño más reducido por lo que su rango se reduce a unos pocos centímetros. Sin embargo su menor tamaño permite su uso en equipos portátiles. Además son más direccionales, por lo que se pueden leer etiquetas que estén próximas entre sí.

El software

El último componente en un sistema de identificación por RFID es el sistema de proceso de datos. Las etiquetas sólo de lectura devuelven un código único grabado "a fuego" al fabricar el chip (un tamaño típico es 64 bits.) Las etiquetas de lectura/escritura, que son más caras que las anteriores, permiten leer

y/o escribir una longitud mayor de información (valores típicos son 32, 256 o 2048 bits). Por tanto será necesario usar algún sistema de bases de datos que realice la correlación entre la información devuelta por la etiqueta y el resto de información del producto. A modo de conclusión, en la Figura 3 se resume en forma gráfica el sistema completo RFID.

El enlace de radiofrecuencia

Como se ha mencionado en el apartado anterior; la comunicación entre la etiqueta y el lector se realiza mediante un enlace de radiofrecuencia. Por tanto, es necesario aplicar técnicas de modulación y codificación para que la transmisión sea eficiente y fiable, aun en presencia de perturbaciones como ruidos, interferencias, etc. La modulación se realiza mediante alguna de las técnicas estándar. Por ejemplo, las etiquetas Unique de Sokymat utilizan modulación en fase (*Phase Shift Keying*), mientras que las etiquetas Hitag S de Philips usan una modulación en amplitud (*Amplitude Shift Keying*). Para codificar los datos suelen usarse también técnicas estándar de transmisión de datos como Manchester o biphas, que permiten extraer el reloj a partir de los datos enviados. Además, para asegurar la integridad de los datos, se utilizan códigos de detección de errores. Por ejemplo, la etiqueta Unique de Sokymat utiliza 14 bits de paridad para una carga útil de datos de 40 bits. Las etiquetas Hitag S de Philips en cambio usan un mecanismo de CRC (*Cyclic Redundancy Check*).

Colisiones

Las etiquetas más sencillas necesitan ser leídas de una en una, ya que si se sitúa más de una dentro del rango de alcance de la antena del lector; ambas interferirán entre sí y no podrá realizarse la lectura. Obviamente este tipo de etiquetas son más baratas y para muchas aplicaciones son más que suficientes. Sin embargo, existen aplicaciones en las que puede ser necesario leer

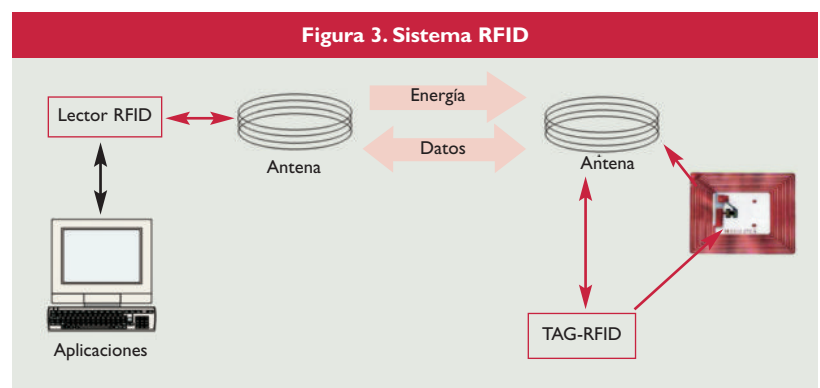


Tabla 1. Bandas de frecuencia y usos en etiquetas RFID

Banda de frecuencia	Características	Aplicaciones típicas
Baja 100-500 KHz	Lectura para corta y media distancia Sistemas con tags económicos Velocidad de lectura baja	Control de acceso Identificación de animales Control de existencias Inmovilizadores de automóviles
Intermedia 10-15 MHz	Lectura para corta y media distancia Potencialmente barato Velocidad de lectura media	Control de acceso Tarjetas inteligentes
Alta 850-950 MHz 2.4-5,8 GHz	Lectura para corta y media distancia Velocidad de lectura alta Línea de vista requerida Tecnología cara	Supervisión en sistemas ferroviarios y automotriz. Acceso y control de peaje

varias etiquetas a la vez. Ejemplos de este tipo de aplicaciones son los sistemas de cronometraje, en los que varios corredores pasan simultáneamente por la antena lectora; el etiquetado de equipajes, etc. Para este tipo de aplicaciones se han desarrollado etiquetas **anticolisión** que permiten la lectura de varias etiquetas situadas en el rango de alcance de la antena. Además la lectura es bastante rápida. Por ejemplo, usando las etiquetas Hitag S pueden realizarse 100 lecturas en 3.2 segundos.

Frecuencias portadoras

Los sistemas de comunicaciones están estandarizados por organismos internacionales (UIT, FCC, CCITT, etc.) que regulan su uso y operatividad. Además, estos organismos son también los encargados de repartir el espectro de frecuencia entre todas las aplicaciones que lo necesitan. Para las aplicaciones de RFID, se han asignado tres bandas principales de frecuencias, que se resumen en la Tabla 1, donde se indican además las características típicas de los sistemas que usan dicha banda, así como sus aplicaciones típicas.

En la tabla anterior se han mostrado unos márgenes de frecuencia muy amplios en los que se encuadran los rangos asignados para RFID en cada uno de los países. Así, en función de la zona en la que estemos situados tendremos que usar un rango de frecuencia u otro, lo que implica usar etiquetas distintas. En la Figura 4 se muestran las tres regiones en las que se divide el planeta en función de las regulaciones de radiofrecuencia: Europa y África (Región 1), América (Región 2) y lejano oriente con Australasia (Región 3). Afortunadamente los fabricantes disponen de versiones de cada una de sus etiquetas para las distintas regiones. Por ejemplo las etiquetas Ucode HSL de Philips están disponibles para una banda de 869 MHz (región 1) y para una banda de 900 MHz (región 2).

Otro parámetro importante que varía entre regiones es la máxima potencia de emisión, la cual está directamente relacionada con la distancia máxima de lectura de las etiquetas. Siguiendo el ejemplo anterior, en la región 1, donde para la banda de 869 MHz se admite una potencia máxima de emisión de 0,5 W, la distancia máxima para un tamaño típico de antenas es de 4 m. En cambio las mismas etiquetas en la región 2, en donde la potencia máxima permitida es de 4 W, pueden leerse desde 8,4 m.

Las áreas de aplicación para RFID

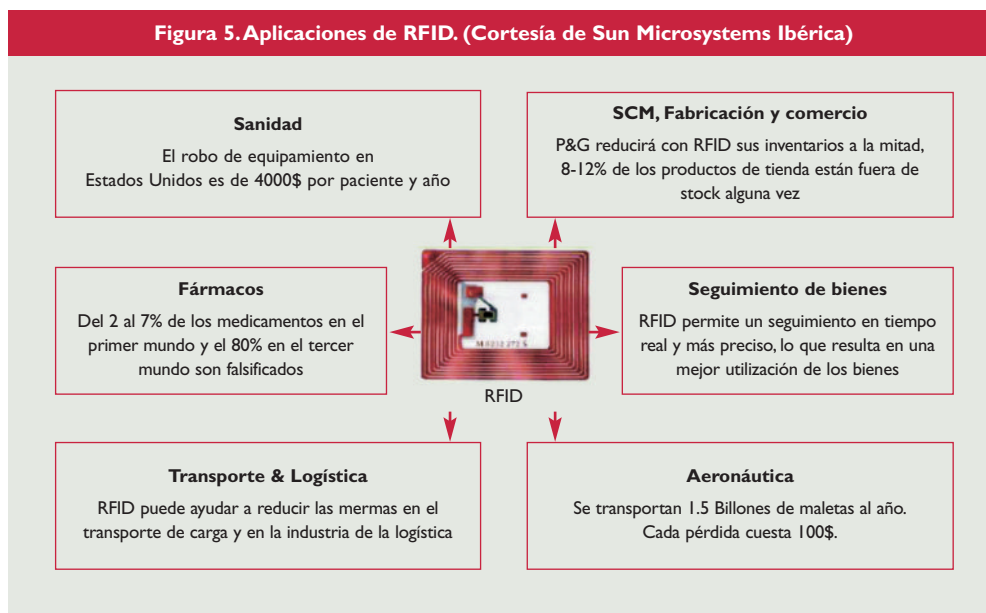
El uso potencial de RFID es prácticamente ilimitado en cada sector de la industria, comercio y servicios donde existen datos que deben ser leídos o comprobados. Las áreas principales de aplicación de RFID son:

- Transporte y logística.
- Fabricación y procesamiento.
- Seguridad de personas.
- Identificación y trazabilidad alimentaria animal.
- Rastreo postal.
- Verificación y control de equipaje.
- Control de peaje y medios de pago electrónico.
- Sustitución o uso simultáneo y compartido con códigos de barras.
- Vigilancia electrónica.
- Control de accesos y un largo etc.



Figura 4. Distribución de regiones para asignación de frecuencias

Figura 5. Aplicaciones de RFID. (Cortesía de Sun Microsystems Ibérica)



Actualmente, el número de proyectos de implementación de RFID está creciendo día a día en todo el Mundo. Empresas del tipo Wal-Mart están exigiendo a sus proveedores que empleen etiquetas RFID a partir de 2006, lo que da una idea de la dimensión del futuro de esta tecnología.

Recientemente, IDC Consulting ha catalogado la identificación por radiofrecuencia como una de las principales tecnologías emergentes y de las más prometedoras en 2005. La consultora calcula que el mercado mundial de RFID ha crecido casi un 50 por ciento en 2004 y estima que alcanzará una cifra de negocio de 2.000 millones de dólares en 2008. Los datos demuestran que el RFID es un mercado cuyo potencial está a punto

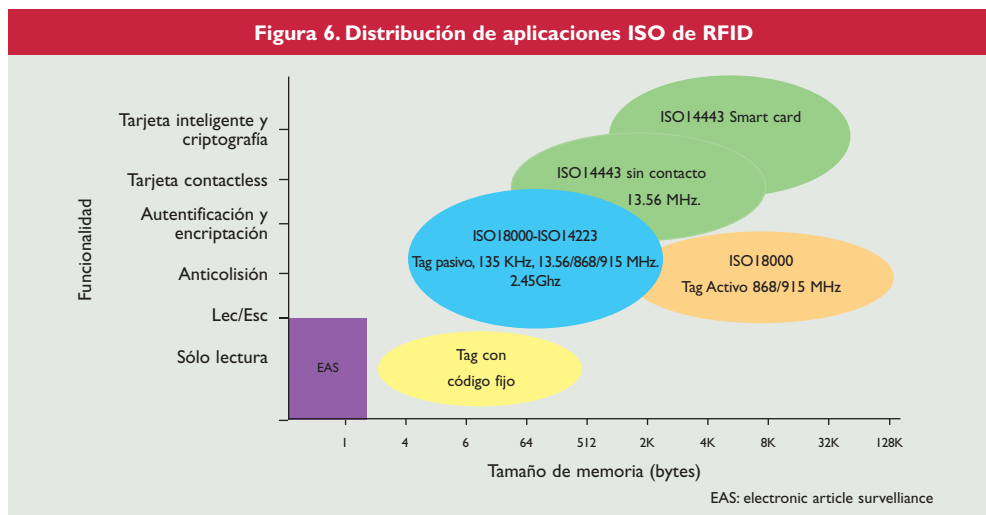
de alcanzar su máximo nivel, ofreciendo nuevas perspectivas de negocio a proveedores de tecnología y a empresas de bienes de consumo

En España ya se está empezando a implantar y dentro de poco será mucho más patente, ya que la propia Unión Europea obliga a conocer la trazabilidad de los productos alimenticios¹, y esta tecnología permite alcanzar dicho objetivo.

Estandarización

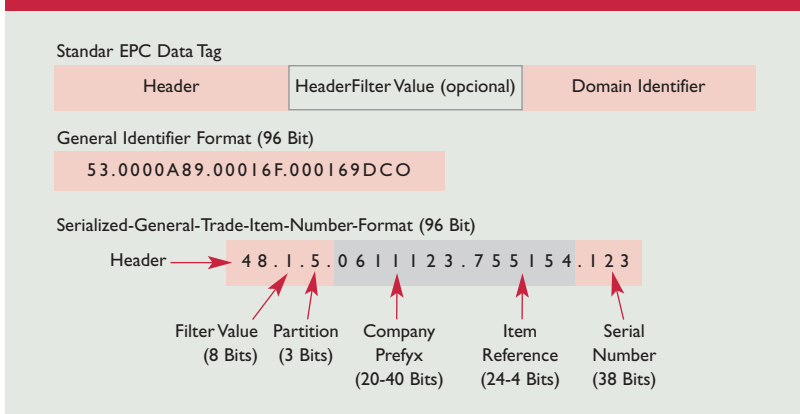
Desgraciadamente este punto aún está en desarrollo. Casi todas las empresas con tecnología RFID ofrecen sus propios sistemas. La ISO ya ha adoptado normas internacionales para el uso de RFID para la identificación de animales (ISO 11784 y 11785). Así como

Figura 6. Distribución de aplicaciones ISO de RFID



⁽¹⁾ En el Reglamento (CE) n° 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad. Entrada en vigor: 1 de enero de 2005.

Figura 7. Formato EPC (Electronic Product Code) Clase 0



la estandarización del código de barras permitió un gran crecimiento y un empleo extendido, será necesaria la cooperación entre fabricantes de RFID para promover los rápidos acontecimientos de la tecnología y los refinamientos que permitirán el crecimiento universal de aplicaciones. Actualmente se concentran en el ámbito mostrado en la Figura 6.

El código electrónico de producto (EPC) es un código estandarizado, al igual que el código de barras, que permite el desarrollo de aplicaciones software. Su formato es el de la Figura 7 y existen diferentes clases según el tipo de aplicación:

- EPC Clase 0: 96 bits Exclusivamente de lectura.
- EPC Clase 1: 256 bits Lectura/escritura.
- EPC Clase 2: Mínimo 256 bits. Protección por password y bit antirrobo.

Conclusiones

En este artículo se ha realizado una introducción a la tecnología RFID, la cual presenta numerosas ventajas frente a los métodos tradicionales de identificación como el código de barras. Se ha mostrado que su característica fundamental consiste en la utilización de etiquetas "inteligentes" capaces de almacenar mayor cantidad de información de forma segura y perdurable. No obstante, aunque esta tecnología se vislumbra como el futuro en las aplicaciones de identificación, aún necesita superar algunas barreras para que se popularice aún más. Aparte de los problemas de estandarización que se resolverán con el tiempo, el principal escollo es el precio de las etiquetas, que es claramente desfavorable frente al coste cero del código de barras. No obstante, la mayor facilidad de uso hace que el coste total de la aplicación pueda ser menor. Por ejemplo, una apli-

cación que impactaría en nuestra vida diaria sería el uso de etiquetas RFID para identificar los productos de un supermercado. Con este sistema bastaría con pasar por la antena lectora para que se registrasen todos los productos del carro. El día en que el precio de las etiquetas sea menor que el coste del tiempo empleado en pasar el producto por el lector de código de barras, veremos este tipo de etiquetas cada vez que hagamos la compra.

Algunos estándares

- ISO 14443: Identification cards-Contactless integrated circuit(s) cards-Proximity cards:
 - Part 1: Physical characteristics.
 - Part 2: Radio frequency power and signal interface.
 - Part 3: Initialization & anticollision.
 - Part 4: Transmission protocols.
- ISO 15693: Identification cards –Contactless integrated circuit cards– Vicinity cards.
 - Part 1: Physical characteristics.
 - Part 2: Air interface and initialization.
 - Part 3: Anticollision and transmission protocol.
 - Part 4: Extended command set and security features.
- ISO 15961: Information Technology-AIDC Techniques-RFID for Item Management-Host-Interrogator-Tag Functional Commands and Other Syntax Features.
- ISO 15962: Information Technology-AIDC Techniques-RFID for Item Management-Data Syntax.
- ISO 15963: Information Technology-AIDC Techniques –RFID for Item Management– Unique Identification of RF Tag and Registration Authority to Manage the Uniqueness.
- ISO 18000: Information technology-Automatic Identification-RFID for Item Management-Communications and Interfaces.
- ISO 18092: Information technology –Telecommunications and information exchange between systems–Near Field Communication-Interface and Protocol (NFCIP-1). ■

Bibliografía

- [1] Klaus Finkenzeller. "RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification". John Wiley & Sons (May, 2003)
- [2] Sun Microsystems Ibérica. Presentación de la línea RFID de la compañía SUN Microsystem Ibérica. 2005.