

# CONTENIDO

Contenido .....	1
INtroduccion.....	2
Ventajas de la RFID sobre el código de barras .....	4
Ventajas de la RFID sobre el código de barras .....	4
Diferencias con el código de barras.....	5
¿Cómo funciona? .....	6
Principios de la tecnología de Etiquetas Inteligentes o RFID .....	6
¿Cómo funciona? .....	7
Protocolos y opciones .....	8
Un caso concreto: Microchip MCRF450 .....	8
Aplicaciones de la RFID.....	11
RFID EN LA INDUSTRIA.....	13
ETIQUETAS INTELIGENTES Y EL PROCESO LOGÍSTICO .....	13
Bibliografía.....	15

## INTRODUCCION

Un matrimonio finaliza la compra semanal en el hipermercado. Tras casi una hora de deambular por pasillos y cabeceras de góndola, ha llenado un carrito con mas de cincuenta productos diferentes. Resueltamente se aproximan a un salida protegida con un arco detector de productos y sin parar atraviesan el arco. No se disparan las alarmas, un aburrido guardia de seguridad, aunque les ha visto actuar, pero no da el menor paso para evitarlo y la pareja se aleja libremente empujando el carrito hacia el parking del establecimiento.

Hemos relatado lo que pudiera nuestra compra semanal en el año 2008, fecha en que se calcula que se habrá implantado totalmente el RFID, y hayan dejado de ser necesario pasar los artículos ante la ventanilla del detector del código de barras para elaborar la factura.

El RFID, Radio Frequency Identification, es una nueva tecnología de captura de datos, que utiliza etiquetas dotadas de un microchip y un circuito impreso a modo de antena, capaces de emitir una serie de dígitos que sustituye el actual sistema de leer las etiqueta de código de barras ante un lector. Las etiqueta se adhiere al producto en el momento de su fabricación, y pueden ser utilizadas para rastrear a distancia los artículos desde el ese momento hasta su venta al cliente final, facilitando el control y la mecanización de la logística necesaria para la comercialización del producto.

En el ejemplo, cada artículo debe tener adherido una etiqueta RFID con un chip que emite un código similar al código de barras, el EPC, Electronic Product Code, que permite capturar a distancia los dígitos distintivos del artículo para incorporarlos a la información de una Base de Datos dando paso a los procesos de facturación y de baja de inventario del producto. En nuestro ejemplo hemos supuesto que el cliente también lleva en su cartera una tarjeta de crédito con otra etiqueta RFID, lo que permite cargar automáticamente el importe de la compra. Para dar una mínima emoción al relato, he eliminado el momento en que el arco detector emite el tradicional ticket de caja y el cliente emite la conformidad con el pago, acción que abre el portón que le permite sacar el carrito de la compra.

La RFID es uno de los segmentos de más rápido crecimiento en la industria actual de captura automática de datos (AIDC). Eso explica la gran cantidad de aplicaciones que utilizan las capacidades de esta herramienta. Para cada compañía resulta esencial disponer de información actualizada de sus inventarios y del movimiento de sus mercancías. Es ahí donde juega un papel estratégico la RFID, ya que está demostrado que es un instrumento de gran utilidad para mejorar la administración y eficiencia de la cadena de abastecimiento. Ha influido mucho dentro de la industria la decisión que tomó el gigante norteamericano Wal-Mart de implementar etiquetas inteligentes con parámetros EPC en sus productos a partir del año 2005. Esto significa, entre otras cosas, que la inversión que deben realizar sus

proveedores para lograr poner en marcha este sistema es significativa. Se calcula que para que Wal-Mart pueda implementar esta tecnología en sus supermercados los mayores proveedores tendrán que invertir entre 15 y 20 millones de dólares. En el proceso de mejora de la cadena de suministro, el primer paso lo han dado los códigos de barras. Ellos han hecho posible que se pueda identificar cualquier producto de manera automática, con una altísima cuota de seguridad dado que se ha minimizado notablemente la intervención humana. Pero el siguiente paso tiene que ver con poner a disposición de los sistemas de administración lo más rápidamente posible esos datos. La identificación por radiofrecuencia se presenta como una solución para este problema.

Ya son varias las compañías que están implementando soluciones de radiofrecuencia compatibles con la tecnología Electronic Product Code (EPC) para localizar y rastrear productos en cualquier parte automáticamente. Este es un estándar de etiqueta inteligente en el que se está trabajando intensamente a nivel mundial.

## VENTAJAS DE LA RFID SOBRE EL CÓDIGO DE BARRAS

La tecnología RFID supera muchas de las limitaciones del código de barras, el sistema de identificación de objetos más utilizado hasta ahora. Las ventajas de las etiquetas electrónicas son las siguientes:

A diferencia del código de barras, las etiquetas electrónicas no necesitan contacto visual con el módulo lector para que éste pueda leerlas. La lectura se puede hacer a una distancia de hasta 10 metros.

Mientras el código de barras identifica un tipo de producto, las etiquetas electrónicas identifican cada producto individual. Es decir, dos yogures iguales llevan ahora el mismo código de barras y, por lo tanto, la misma identificación, pero si estuvieran equipados con etiquetas electrónicas se podrían identificar y gestionar de forma individual.

La tecnología RFID permite leer múltiples etiquetas electrónicas simultáneamente. Los códigos de barras, por lo contrario, tienen que ser leídos secuencialmente. Esta característica del sistema de autoidentificación por radiofrecuencia ofrece diversas ventajas como, por ejemplo, la reducción del tiempo de espera en las colas de los supermercados.



Las etiquetas electrónicas pueden almacenar mucha más información sobre un producto que el código de barras, que solo puede contener un código y, en algunos casos, un precio o cantidad.

Mientras que sobre el código de barras se puede escribir solo una vez, sobre las etiquetas electrónicas se puede escribir todas las veces que haga falta.

La tecnología RFID evita falsificaciones. Con una simple fotocopia se puede reproducir un código de barras. Las etiquetas electrónicas, en cambio, no se pueden copiar. Un tag sobre un artículo de marca garantiza su autenticidad.

Un código de barras se estropea o se rompe fácilmente, mientras que una etiqueta electrónica es más resistente porque, normalmente, forma parte del producto o se coloca bajo una superficie protectora y soporta mejor la humedad y la temperatura.

## Diferencias con el código de barras

RFID	Código de barras
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legible sin visibilidad directa.</li> <li>• Permite leer múltiples etiquetas simultáneamente de forma automática.</li> <li>• Tiene un código único, fijado en fábrica o escrito a distancia.</li> <li>• Identifican cada producto de forma individual.</li> <li>• Pueden contener información sobre el producto.</li> <li>• Resistentes a la humedad y temperatura</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La lectura requiere línea de visión directa.</li> <li>• Requiere lecturas secuenciales, casi siempre con intervención humana.</li> <li>• El código suele ser el mismo en todas las etiquetas. Los códigos secuenciales suelen ser numéricos.</li> <li>• Identifican cada tipo de producto. En ocasiones, identifican cajas o envases individualmente.</li> <li>• Sólo pueden contener un código, y en algunos casos un precio o cantidad.</li> <li>• Se degradan en ambientes húmedos o a altas temperatura.</li> </ul> 

## ¿CÓMO FUNCIONA?

Cada vez es más frecuente ver tarjetas identificadoras sin contacto con el sistema de lectura. Este tipo de sistemas se llaman abreviadamente RFID (Radio Frequency Identification) Identificación por radiofrecuencia. Estos dispositivos están sustituyendo poco a poco a las etiquetas de códigos de barras y a las tarjetas magnéticas en todas sus aplicaciones.

### **Principios de la tecnología de Etiquetas Inteligentes o RFID**

Las "etiquetas inteligentes" (RFID Tags), consisten en un "chip" o circuito con memoria de datos, capaz de ser leído y 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 en el objeto que es leído o la etiqueta sobre el mismo. Cuando se desee 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. Las aplicaciones típicas incluyen: identificación de contenedores, de carga intermodal, rastreo de producto en proceso (ejemplo: en la industria manufacturera automovilística), producción de información de explotación forestal, vigilancia de artículos electrónicos y para los sistemas de recolección de peaje.

Existen dos componentes claves en un sistema de RF/ID:

La Etiqueta o Tag en sí: Estos "tags" son "chips" con memoria que pueden ser leídos a distancia sin línea de vista directa. El Lector o Antena: Es la unidad que transmite y/o recibe una señal de radio que activan una etiqueta en el campo de lectura, provocando que esta refleje su información en el lector.

Los sistemas RF/ID pueden ser clasificados en diferentes formas:

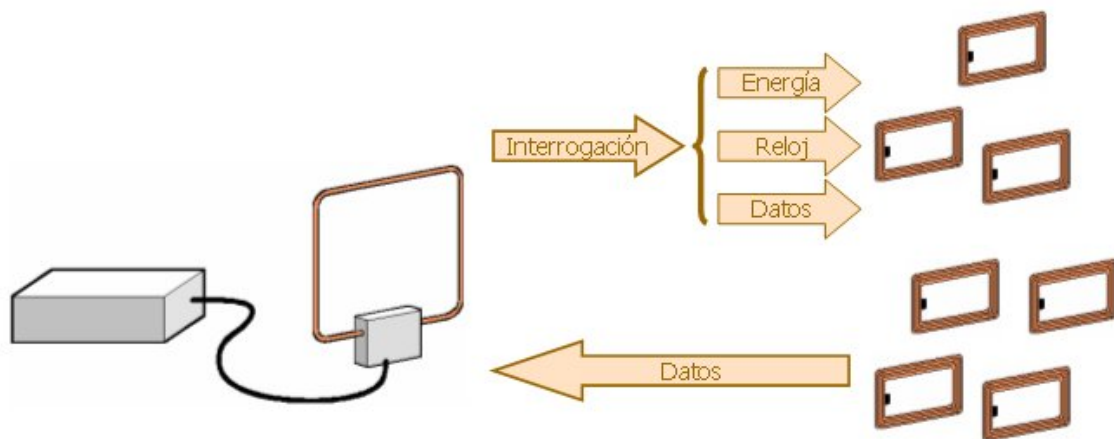
Activo / Pasivo: Una etiqueta activa usa baterías, mientras una pasiva no, ya que emplea la energía recibida de la antena lectora para transmitir sus datos. La consecuencia es que, generalmente hablando, las etiquetas pasivas son de un costo mínimo y son más pequeñas; podrán contar con un rango más bajo de lectura, pero también cuentan con una vida teóricamente indefinida.

Solo lectura / Lectura-escritura: Una vez que una etiqueta de lectura sola ha sido programada, ya sea durante su manufactura, o previamente a su primer

uso con un código de identificación único, este no puede ser cambiado. Tales etiquetas son comúnmente usadas como placas automovilísticas, enlazando la etiqueta de identificación con un récord en una base de datos describiendo el objeto "etiquetado".

Las etiquetas de Lectura-escritura, ofrecen la habilidad de contar con información actualizada o agregada y por lo tanto son aplicables para requerimientos de información variable. Una gran aplicación de estas etiquetas es en los inmovilizadores automovilísticos, donde la etiqueta cuenta con un código rodante actualizado cada vez que se utiliza como medida de seguridad.

### ¿Cómo funciona?



Todo sistema RFID se compone de un interrogador o sistema de base que lee y escribe datos en los dispositivos y un "transponder" o transmisor que responde al interrogador.

- El interrogador genera un campo de radiofrecuencia, normalmente conmutando una bobina a alta frecuencia. Las frecuencias usuales<sup>1</sup> van desde 125 KHz hasta la banda ISM (Industrial Scientific and Medical) de 2.4 Ghz, incluso más.

- El campo de radiofrecuencia genera una corriente eléctrica sobre la bobina de recepción del dispositivo. Esta señal es rectificadora y de esta manera se alimenta el circuito.

- Cuando la alimentación llega a ser suficiente el circuito transmite sus datos.

- El interrogador detecta los datos transmitidos por la tarjeta como una perturbación del propio nivel de la señal.

La señal recibida por el interrogador desde la tarjeta está a un nivel de -60db por debajo de la portadora de transmisión

El rango de lectura para la mayoría de los casos está entre los 30 y 60 centímetros de distancia entre interrogador y tarjeta.

---

<sup>1</sup> <http://www.rfid-handbook.de/rfid/frequencies.html>

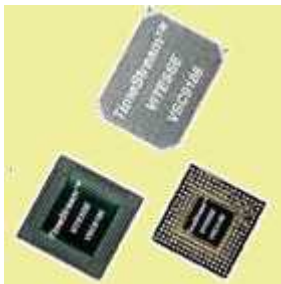
Podemos encontrar además dos tipos de interrogadores diferentes:

- Sistemas con bobina simple, la misma bobina sirve para transmitir la energía y los datos. Son más simples y más baratos, pero tienen menos alcance.
- Sistemas interrogadores con dos bobinas, una para transmitir energía y otra para transmitir datos. Son más caros, pero consiguen unas prestaciones mayores.

### Protocolos y opciones

Normalmente el sistema de modulación usado es modulación de amplitud (AM) con codificación tipo Manchester<sup>2</sup> NRZ (Non-Return to Zero)

Para conseguir mayor alcance y más inmunidad al ruido eléctrico se utilizan sistemas más sofisticados. En algunos casos se divide la frecuencia del reloj de recepción.



La mayor parte de los sistemas tienen una memoria EEPROM<sup>3</sup> (electrically erasable programmable read-only memory) donde se almacenan datos. En algunos casos llevan datos grabados de fábrica y en otros también hay datos que puede grabar el usuario.

Algunos sistema utilizan encriptación de clave pública<sup>4</sup> para conseguir mayor seguridad ante posibles escuchas maliciosas.

Por otro lado podemos encontrar sistemas anticollisión que permiten leer varias tarjetas al mismo tiempo. En caso de que varias tarjetas estén en el rango de alcance del interrogador y dos o más quieran transmitir al mismo tiempo, se produce una colisión. El interrogador detecta la colisión y manda parar la transmisión de las tarjetas durante un tiempo. Después irán respondiendo cada una por separado por medio de un algoritmo bastante complejo.

### Un caso concreto: Microchip MCRF450

Vamos a estudiar un dispositivo concreto: la familia MCRF450 de Microchip<sup>5</sup>. Estos chips permiten la lectura y escritura de datos en su memoria EEPROM. Tienen una capacidad de memoria de 1024 bits distribuidos en 32 bloques. De estos bits, los tres primeros bloques (48bits) vienen programados de fábrica con el número de serie único para cada circuito, otros 48 bits se usan para personalizar la tarjeta y los 928 bits restantes son para lectura y escritura de datos. Los bloques de memoria se pueden proteger contra escritura.

---

<sup>2</sup> [http://www.htmlweb.net/redes/tcp\\_ip/capa\\_1/fisica\\_3.html](http://www.htmlweb.net/redes/tcp_ip/capa_1/fisica_3.html)

<sup>3</sup> [http://whatis.techtarget.com/definition/0,,sid9\\_gci213928,00.html](http://whatis.techtarget.com/definition/0,,sid9_gci213928,00.html)

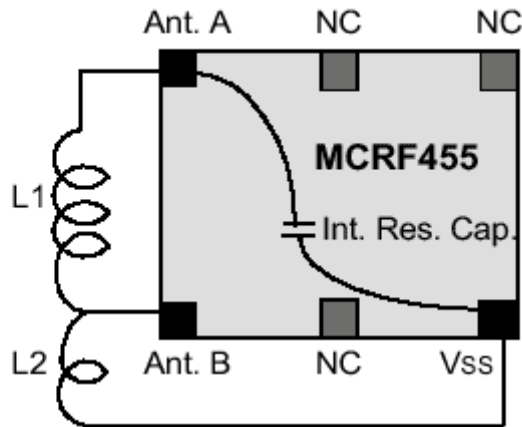
<sup>4</sup> <http://www.unican.es/intranet/encriptacion.htm>

<sup>5</sup> <http://www.microchip.com/11110/helper.htm>



Anuncian una velocidad de transferencia de datos de 70Khz en modo asíncrono, utiliza codificación Manchester con control de CRC. Implementan un algoritmo anticolisión que permite teóricamente acceder a cualquier número de transponders al mismo tiempo. Se pueden programar para dos modos de funcionamiento: primero habla el interrogador o primero habla la tarjeta.

Estos dispositivos necesitan para funcionar un circuito resonante LC6



compuesto por una bobina y, en algunos casos, un condensador. Cuando el circuito está cerca del campo de radiofrecuencia del interrogador, se produce un voltaje en el circuito LC. Este voltaje se rectifica y alimenta así los circuitos internos del dispositivo.

El chip envía datos al interrogador conectando y desconectando un condensador interno (entre los terminales Vss y Ant.) que pone en resonancia o no el circuito LC externo. Si el circuito está en resonancia con la frecuencia de

Internal Resonant Capacitor (CRES\_50) = 50 pF

L1: External Antenna Coil A

L2: External Antenna Coil B

NC: Not connected

**Note:** Substrate = Vss

transmisión del interrogador, se produce un voltaje mucho mayor que si no hay resonancia.

Si el transponder está en resonancia (Microchip llama a este estado cloaking), una parte de la señal enviada por el interrogador, y que se induce en el circuito LC, vuelve al propio interrogador produciendo una pequeña señal que se puede detectar. Cuando el circuito LC está fuera de resonancia (estado uncloaking) el interrogador no ve el dispositivo, es como si desapareciera de su rango de acción.

Este proceso de conectar y desconectar un condensador para que el circuito esté o no en resonancia, produce una señal modulada en amplitud en la bobina del interrogador. De esta manera podemos recibir los datos enviados por la tarjeta. Este tipo de comunicación recibe el nombre de "backscatter" que podríamos traducir por "retrodifusión", se asemeja bastante al fundamento del radar.

<sup>6</sup> <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/inducccion/oscilaciones/oscilaciones.htm>

Para comunicarse con la tarjeta, el interrogador envía primero una señal de referencia de tiempo seguidos de comandos y de los datos de escritura.

Existen varios modelos:

MCRF450: sin condensador interno

MCRF451: con un condensador de 100 pF

MCRF452: con dos condensadores en serie de 50 pF

MCRF455: con un condensador interno de 50 pF

El sistema anticolidión utiliza algoritmos de multiplexación por división de tiempos. Cada dispositivo se comunica dentro de una ranura de tiempo diferente. Incluye también métodos de verificación de la integridad de los datos, de tal forma que no escriben datos en memoria si no comprueba que éstos son coherentes con el control CRC recibido.

## APLICACIONES DE LA RFID

Ya hemos hablado de las tarjetas identificadoras sin contacto y de los inmovilizadores de vehículos. Pero hay algunas nuevas aplicaciones y otras que se prevén para el futuro. Una de las aplicaciones con más futuro son las etiquetas identificadoras poco a poco sustituirán en muchos casos a las típicas etiquetas de códigos de barras.

Así se pueden usar para identificar envíos de cartas o paquetes en correos o agencias de transporte. Los chips indentificadores de animales y mascotas también son de este tipo.

Una aplicación que está a punto de ponerse en marcha es la identificación de los equipajes aéreos. Esto permitiría identificar y encauzar automáticamente los equipajes de los viajeros y evitaría muchos problemas y extravíos de equipajes que tantos problemas causas a los viajeros y a las compañías aéreas. El problema es la falta de estandarización, que todos los sistemas sean capaces de leer las mismas tarjetas. En 1998 Texas Instruments y Philips Semiconductors propusieron un estándar que la ISO ha adoptado, el ISO/IEC 15693. Este estándar internacional transmite en la frecuencia de 13'56 Mhz. Muchos de los nuevos circuitos integrados RFID usan ya este sistema.



Una nueva aplicación en estudio es marcar todos los productos del supermercado con etiquetas RFID. Al salir con el carrito de la compra, de manera automática se identifican todos los productos que hemos comprado y nos comunican inmediatamente el precio total.

A los transponders se le pueden añadir entrada lectoras del estado de sensores o de interruptores. Así se podrían usar como sensores remotos sin alimentación ni mantenimiento.

Otras aplicaciones posibles son: inventario automático, control de fabricación, identificación de mercancías, distribución automática de productos, logística, sistemas anti-secuestro, localización de documentos.

Como vemos, las aplicaciones son muchas. En el futuro nos esperan las etiquetas y los sistemas de identificación inalámbricos en todas partes. Algunos hasta tienen cierta prevención por las tremendas posibilidades de control sobre el individuo que ofrece esta tecnología.

Las aplicaciones más corrientes de estos sistemas es el control de accesos y la inmovilización de vehículos. En el control de accesos se gana en comodidad, no es necesario el contacto físico de la tarjeta con el lector, lo que lo hace más

cómodo y más rápido de usar. Este es un sistema en el que el interrogador (el dispositivo que lee los datos) tiene que poder leer muchas tarjetas diferentes, tantas como usuarios haya autorizados.

Una aplicación muy usada y poco conocida de los sistemas RFID son los inmovilizadores de vehículos. Estos sistemas se basan en un sistema interrogador situado en el vehículo a proteger y en un identificador en la llave. El primer sistema de este tipo se empezó a usar en 1994 y era el sistema U2270B de Atmel. En este tipo de sistema un interrogador sólo da paso a una sola llave.

Son muchos los sectores industriales que pueden beneficiarse de las ventajas de la tecnología de auto-identificación por radiofrecuencia. Algunas de sus aplicaciones son las siguientes:

- Control de calidad, producción y distribución.
- Localización y seguimiento de objetos.
- Control de accesos.
- Identificación de materiales.
- Control de fechas de caducidad.
- Detección de falsificaciones.
- Almacenaje de datos.
- Control de stocks.
- Automatización de los procesos de fabricación.
- Información al consumidor.
- Reducción de tiempo y coste de fabricación.
- Reducción de colas a la hora de pasar por caja.
- Identificación y localización de animales perdidos.
- Elaboración de censos de animales.
- Identificación y control de equipajes en los aeropuertos.
- Inventario automático.

## RFID EN LA INDUSTRIA

Las aplicaciones de la RFID son muy variadas, pero en el ámbito logístico tienen que ver mayoritariamente con la identificación de productos, fijos o en movimiento, y la transmisión de esos datos en forma inalámbrica. Se incluyen operaciones de embarque y desembarque, control de producción, de flotas, de repuestos, de fabricación y en general todo tipo de tareas al interior de los centros de distribución.

Gracias a esta tecnología se puede llevar un control del inventario en tiempo real, optimizar el espacio físico de las bodegas, distribuir automáticamente los productos dentro de los centros e incrementar la productividad de la mano de obra al sincronizar movimientos de materiales. Las tareas de inventario se ven absolutamente facilitadas gracias a esta herramienta, dado que los productos suelen estar en constante circulación. Los terminales portátiles de radiofrecuencia permiten registrar la información en el momento y lugar en que se produce. A su vez, el trabajo de almacenamiento también se ve beneficiado. Recordemos que lo más significativo dentro de los centros de distribución es la ubicación de los artículos. En los más grandes se trabaja con varios miles de puntos de referencia, por lo que la capacidad de hacer un seguimiento rápido y adecuado de los productos que son ingresados, almacenados y distribuidos es fundamental.

### **ETIQUETAS INTELIGENTES Y EL PROCESO LOGÍSTICO**

Las etiquetas “inteligentes”, una de las modalidades en que se presenta la radiofrecuencia, ha tenido una gran expansión en este último tiempo. Estas consisten en un “chip” de silicio o circuito integrado con memoria de datos, capaz de ser leído y escrito sin contacto directo con el lector, vía ondas de radio. Estos chips se incorporan a los productos que las distintas compañías desean controlar. Una característica importante de estas etiquetas es que permite registrar el ciclo logístico de un producto gracias a su capacidad de programación y reprogramación. Pensemos en un artículo que se está elaborando. A la salida de su línea de fabricación es identificado por una etiqueta de radiofrecuencia que lleva su código EAN, su número de lote de fabricación y su fecha de vencimiento. Pero cuando éste es vendido, se puede agregar a la etiqueta la orden de pedido y luego la plataforma de destino.

Finalmente, cuando el producto es recibido, el cliente puede anotar la fecha de entrada al stock. De esta manera, a partir de una sola etiqueta de radiofrecuencia, todos los actores de la cadena logística pueden satisfacer sus necesidades de información del artículo en cuestión. A pesar de esto, es

necesario prestar atención con lo que sucede en el mercado detallista. Esto, porque a principios de marzo de este año consumidores alemanes protestaron contra los chips de radiofrecuencia que utilizaba una tienda de ese país -Metro Extra Future Store- por considerar que atentaban contra su privacidad. Los chips RFID estaban insertos en las tarjetas de cliente que emite el local y en algunos productos en venta, con el objetivo de monitorear los movimientos de los ciudadanos y recabar información con fines de marketing. Cuando el público descubrió que los chips no se desactivaban al salir de la tienda obligaron a la firma a cancelar el empleo de etiquetas RFID. Y se ha informado de otras importantes empresas que han debido suspender sus pruebas. Esto quiere decir que la discusión en cuanto a las limitaciones de esta herramienta está recién empezando. Por lo menos en lo que respecta al comercio detallista.

## BIBLIOGRAFÍA

- ✦ <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/>
- ✦ <http://www.rfidjournal.com/>
- ✦ <http://rfidprivacy.ex.com/agenda.php>
- ✦ <http://www.intermec.com/eprise/main/Intermec/Content/home>
- ✦ <http://www.rfidinc.com/>
- ✦ <http://www.alientechnology.com/>
- ✦ RFID Links <http://home.att.net/~randall.j.jackson/rfidlinks.htm>
  
- ✦ <http://www.blue-granite.com/index2.html>
- ✦ <http://www.globalberryfarms.com/>
- ✦ <http://www.blueberries.com>