

## **Un Análisis Prospectivo de la Identificación y el Seguimiento de Productos: Hacia la Ciberfábrica**

**Andrés García Higuera<sup>1</sup>, Enrique López González<sup>2</sup>, Adolfo Cenjor Montalvo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> E.T.S. de Ingenieros Industriales. Univ. de Castilla-La Mancha, 13071 Ciudad Real. Andres.Garcia@uclm.es

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de León, 24071 León. elopez@unileon.es

<sup>3</sup> Departamento de Ingeniería de Defensa. Tecnove Security. Avda. Alcazar , 8 – 13640 Herencia (Ciudad Real). acenjor@tecnove-security.com.

### **Resumen**

*Existe una variedad de nuevas tecnologías de identificación diseñadas para interactuar con poderosos sistemas de gestión de la información. Entre estas tecnologías Auto-ID presenta características especialmente relevantes que le confieren la capacidad de mejorar, y potencialmente revolucionar, los sistemas de identificación y seguimiento así como su influencia en la cadena de suministro.*

*La situación creada y el enorme impulso dado a la tecnología dan lugar a un extenso campo de nuevas posibilidades que aún están por explorar, pero que bien pudieran empezar por tomar la denominación de “ciberfábrica” en analogía a los cambios acontecidos por la Sociedad de la Información y el conocimiento, donde ya existe un amplio acuerdo y resulta común su reconocimiento como “cibersociedad”.*

**Palabras clave:** RFID, control, trazabilidad, automatización, fabricación

### **1. Introducción**

Identificación automática es el nombre genérico que está siendo aplicado a una variedad de tecnologías utilizadas para ayudar a las máquinas a identificar objetos. La identificación automática se asocia habitualmente con la captura automática de datos. Lo cual implica que las empresas quieren identificar productos, capturar información sobre ellos y, de alguna forma, poder introducir los datos en un computador sin necesidad de que un operario los tenga que escribir. El objetivo de la mayoría de los sistemas de identificación es mejorar la eficiencia, reducir errores en la entrada de datos y liberar al personal para que pueda realizar funciones con un mayor valor añadido.

Durante algunos años la investigación destinada al desarrollo de nuevas tecnologías de Identificación Automática (Auto-ID) ha sido coordinada por el “Auto-ID Centre”. Pero un cambio tuvo lugar hace unos meses por el cual ese centro transfirió sus funciones a una nueva organización llamada EPCglobal.

El objetivo del presente trabajo radica en llevar a cabo un análisis prospectivo sobre las tecnologías de identificación y seguimiento de productos que, en términos generales, y aún a riesgo de una excesiva simplificación, supondrán una verdadera revolución en los sistemas de fabricación del futuro, que puedan dar lugar lo que pudiera venir a denominarse “ciberfábrica”. Para ello se realizará una presentación de los principales antecedentes y situación actual del tema, explicando los factores que caracterizan dicho proceso y las razones

para el cambio. Lo cual servirá para comentar finalmente las nuevas oportunidades que se están abriendo en áreas relacionadas.

## 2. Consideraciones generales acerca del análisis prospectivo

No resulta arriesgado afirmar que la prospectiva es un método para vislumbrar el futuro como un horizonte alternativo a las tendencias del pasado y del presente (Bas, E., 1999, Miklos, T. y Tello, M<sup>a</sup>. E., 1994), al considerar el futuro desde una perspectiva no lineal, múltiple y abierta, no determinista, sino libre de prejuicios y preconceptos, que no necesariamente deja huella en el pasado. De hecho, la prospectiva diseña futuros posibles (futuribles) a partir de futuros deseables, dado que se alimenta de los anhelos de cambio, de la búsqueda de alternativas, pero se aleja de las utopías en cuanto es una metodología que se basa en la configuración creativa de un futuro objetivado en una tesis; su confrontación dialéctica con la realidad, problematizada como una antítesis; y, finalmente, el diseño de una síntesis que se estructura a partir de una serie de acciones que los sujetos o agentes implicados deberán emprender para el cambio.

La palabra prospectiva tiene su origen en el verbo latino “*prospicere*” que significa mirar a lo lejos o desde lejos, discernir algo delante de uno, visualizar, mostrar lo oculto, hacer más claro aquello que no está explícito a simple vista y requiere de ampliar el foco visual para observar lo que hay más allá de las cosas. Se trata, por tanto, de un instrumento idóneo para orientar la toma de decisiones al ofrecer una “lectura” distinta de la realidad presente y de los sucesos del pasado, ya que se fundamenta en la identificación, análisis y comprensión de las tendencias (subyacentes-manifiestas) que pueden estar contenidas en la información pasada o presente. Por su carácter relativo no indica el camino exacto hacia el futuro, sino los caminos posibles, insinúa los más probables y propone los idóneos. No se trata tanto de predecir los eventos, sino más bien de proporcionar pistas acerca de la ocurrencia (posible, probable y deseable) de éstos a través de “un mapa del futuro”.

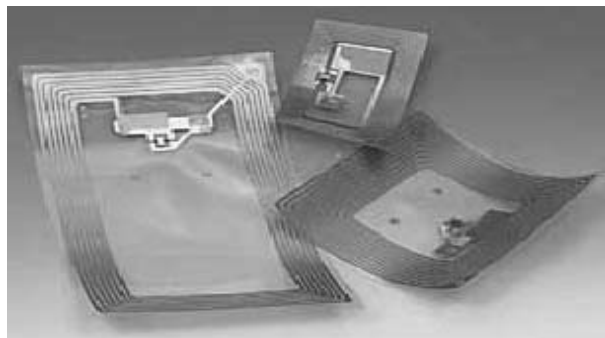
Godet (2000) señala que ante el futuro se pueden identificar cuatro tipos de actitudes:

- La actitud inactiva (avestruz) se caracteriza por el inmovilismo y la poca competitividad, esto es, no hacer nada frente al futuro. Esta inmovilidad se basa en dos razones principales: primero, no se conoce qué va a pasar o se niega que se pueda conocer; segundo, no tiene interés en realizar algo, el futuro es ineluctable, por lo que la visión del futuro es nula. Su funcionamiento es adoptativo a posteriori no anticipatorio y por el hecho de verse expuesto a cambios imprevistos, es poco competitivo. Por tanto, se acepta si cuestionamiento la información del entorno inmediato, no se intenta obtener información adicional, ya que sería un esfuerzo (de recursos y tiempo) en balde: si no se va a utilizar para nuevas oportunidades para qué obtenerla. La toma de decisiones es mas un problema que una oportunidad de cambio, es conservadora y se halla a expensas del devenir de los hechos.

- La actitud reactiva (bombero apaga fuego consiste en responder conforme el futuro va siendo presente, en ir reaccionando ante estas situaciones de forma inmediata con objeto de cambiar o transformar tales situaciones; frecuentemente esta es la actitud cuando, por un lado, no se dispone de información y, por otro, los hechos desbordan nuestras posibilidades de reflexión y toma de decisión, o bien nuestra capacidad organizativa no da más que responder a lo inmediato. La toma de decisiones se orienta ante la reacción de los sucesos y nunca a la consecución de expectativas.

- La actitud preactiva (asegurador) presenta un carácter previsor, pues, aunque se admite la inexorabilidad de los hechos, se intenta preparar para afrontar su concurrencia. En esta se tiene o se trata de prever el futuro, de adelantarse y conocer los procesos y tendencias emergentes que pueden configurar el mismo, con objeto de tomar acciones en el presente que permitan adaptarse ante este futuro que parece inminente. Por tanto, se distancia de la actitud adoptativa y aunque considera una visión determinista del devenir y la inexorabilidad de los hechos, intenta prepararse para afrontar su ocurrencia.

- La actitud proactiva (conspirador) implica, además de lo anterior, de prever los futuros, por lo que no permanece ajeno a los cambios y tampoco se trata tanto de reaccionar en función de estos sino más bien de intentar crear nuevas oportunidades basándose en la convicción de que existe la posibilidad de la construir los mismos. La toma de decisiones aquí esta enormemente influenciada por esta visión que no busca tanto la simple reforma como la revolución. Por ello, la creatividad y la imaginación superan en este caso al racionalismo o la lógica impuesta por la situación real. A diferencia de las anteriores, esta actitud implica no conformarse con disponer de información confirmatoria (pasado/presente), sino que busca información orientativa (futuro), ya que, aún cuando no goce de la misma credibilidad que los primeros, por su carácter anticipatorio, es útil para aquellos que deben tomar decisiones, al reducir el grado de incertidumbre, por lo que se incide en la necesidad de disponer de información sobre tendencias, ciclos y posibles sucesos emergentes, que conducen al futuro hacia donde se hallan las oportunidades y las expectativas. Ahí está la diferencia entre dejar que los hechos sigan un curso fatalista o prever acciones para que sucedan como se pretende que acontezcan.



**Figura 1.** Etiquetas RFID

Al hilo de lo anterior, cabe admitir entonces que la prospectiva aporta un camino organizado, metodológico, progresivo para adoptar las dos últimas actitudes, en particular la proactiva, al tratar de provocar los cambios deseados y no considerar al futuro como algo determinado, ya hecho y sin posibilidad de ser cambiado o construido por el hombre. De hecho, la perspectiva prospectiva se orienta principalmente hacia una doble combinación de anticipación y proactividad en donde primero se delinea lo que puede acontecer en el futuro y, después, se actúa proactivamente en la construcción de nuestro escenario preferido. Así, la prevención deja de tener la mera utilidad de anticiparse al cambio, tratando de facilitar la adecuación para que afecte negativamente lo menos posible, mientras que se intenta concebir un escenario deseado, así como los medios para conseguirlo (planeación prospectiva y prospectiva estratégica), rompiendo con las otras dos actitudes que se pueden tomar frente al futuro, inactiva y reactiva, e integrando a la tercera (preactiva) en la cuarta (proactiva).

### 3. Antecedentes

RFID (identificación mediante radio frecuencia) es el término que viene siendo utilizado para referirse a las tecnologías que emplean ondas de radio para posibilitar la identificación automática de objetos individuales. La tecnología Auto-ID utiliza etiquetas pasivas RFID que son alimentadas por la corriente inducida en una bobina de la propia etiqueta cuando ésta es introducida en un campo electromagnético generado por un lector (Figura 1). La etiqueta utiliza entonces la radio frecuencia para transmitir un EPC (Electronic Product Code), que es utilizado como la llave que da acceso a las bases de datos residentes en un sistema asociado de servidores conectados a internet (Figura 2) (García et al. 2003); los cuales se conectan mediante un sistema denominado ONS (Object Naming Service, una variedad de DNS). Esta información es almacenada en ficheros escritos en un lenguaje estándar llamado PML (Physical Mark-up Language), el cual consiste en una versión de XML para objetos físicos.

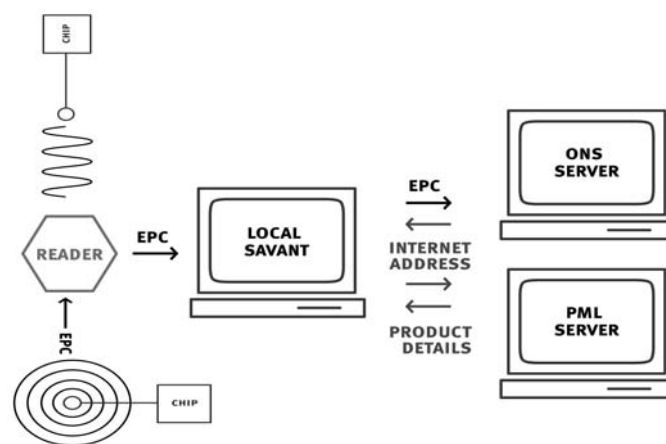


Figura 2. Estructura lógica de Auto-ID

Hasta hace unos meses la coordinación de la investigación asociada a este planteamiento ha sido coordinada por el Auto-ID Centre ([www.atoidcenter.org](http://www.atoidcenter.org)). Fundado en 1999 el Auto-ID centre constituye una experiencia única de colaboración entre más de 100 grandes compañías multinacionales y cinco de las universidades líderes mundiales en investigación: el Massachusetts Institute of Technology (MIT) en los Estados Unidos, la Universidad de Cambridge en el Reino Unido, la Universidad de Adelaida en Australia, la Universidad de Keio en Japón, y la Universidad de St. Gallen en Suiza.

Desde su fundación el Auto-ID Centre ha venido diseñando los elementos críticos de la nueva red (Sarma et al. 200). Estos elementos incluyen: el EPC, las especificaciones para etiquetas y lectores ágiles de bajo coste, el ONS, el PML y la tecnología de servidores locales denominados “Savant”. Igualmente ha venido desarrollando los estándares necesarios para asegurar que los productos pueden ser identificados independientemente del fabricante que les coloca la etiqueta y ha desarrollado elementos software necesarios para gestionar el elevado flujo de datos asociado.

### 4. Situación actual

Mediante la creación de una red abierta a nivel global capaz de identificar cualquier cosa en cualquier lugar de forma automática, el Centro ha buscado proporcionar a las empresas algo en lo que hasta ahora solo habían podido soñar: una visibilidad casi perfecta de la cadena de suministro. El sistema, si se adopta ampliamente, puede eliminar el error humano de la

recolección de datos, reducir inventarios, asegurar la disponibilidad de productos y reducir pérdidas a la vez que mejora la seguridad. Las posibilidades parecen ilimitadas.

El gran interés despertado en las empresas y las recientes innovaciones que están demostrando la factibilidad del proyecto han motivado un cambio en la coordinación del proyecto a nivel global. Lo cual se atribuye principalmente al hecho de que, más que una coordinación de la investigación, lo que ahora se requiere es una coordinación de la adopción de la tecnología por parte de las empresas a nivel mundial.

## 5. Futuro

Con este motivo EAN International y el Uniform Code Council, Inc. (UCC), organismos coordinadores de los códigos de barras para Europa y Estados Unidos respectivamente y líderes en la mejora de la eficiencia en la gestión del comercio internacional, lanzaron a finales del 2003 un centro coordinado por ambos organismos llamado EPCglobal, Inc. (Figura 3). Se trata de una organización sin ánimo de lucro cuyo objetivo consiste en fomentar la adopción de la red EPC a nivel mundial. Produciendo una unión efectiva de RFID con Internet que permitirá a las empresas una visibilidad total sobre sus cadenas de suministro en tiempo real, en cualquier lugar del mundo.



Figura 3. El cambio

Bajo los términos de este acuerdo, EPCglobal ([www.epcglobalinc.org](http://www.epcglobalinc.org)) está encargado de supervisar el desarrollo de un estándar abierto y global para EPC que permita la adopción mundial de la tecnología en todos los sectores industriales. EAN International ([www.ean-int.org](http://www.ean-int.org)) y UCC ([www.uc-council.org](http://www.uc-council.org)) aportan su experiencia y su cartera de clientes consistente en más de un millón de empresas multinacionales para impulsar la adopción de la tecnología EPC mediante el desarrollo de estándares soportados a nivel universal.

Tras este cambio en la organización del proyecto los centros de investigación implicados en las fases anteriores continúan con sus trabajos bajo la supervisión de EPCglobal.

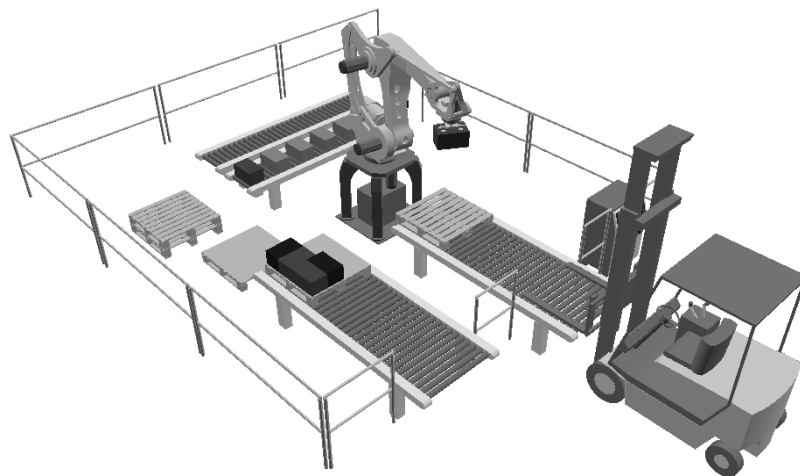
## 6. Oportunidades

Nos encontramos, por tanto, en una situación nueva que conviene analizar en la búsqueda de posibilidades derivadas de la aplicación de estas tecnologías emergentes a diferentes campos.

Y es que los estándares y aplicaciones fomentados por EPCglobal no son las únicas utilidades posibles de los grandes avances tecnológicos derivados de este gran impulso dado al RFID a nivel global. EPCglobal se centra en aplicaciones de seguimiento general y estandarizado de productos utilizándose, por tanto, etiquetas sencillas y de muy bajo coste (5 céntimos); pero la tecnología ofrece más posibilidades.

Por ejemplo, las etiquetas no han de ser pasivas necesariamente, existen en el mercado diferentes tipos de etiquetas activas (con baterías) que permiten unas mayores prestaciones. También es posible encontrar etiquetas (activas y pasivas) que permiten escritura de datos mediante el mismo lector, y las hay con una razonable capacidad de memoria (ej: 1MB). La mayoría de sistemas no permiten lecturas a mucha distancia, pero no obstante, ya están apareciendo sistemas UHF con hasta 3m de alcance. Y todo esto con una gran velocidad de lectura y con sistemas anti-colisión que permiten una correcta identificación de multitud de productos de forma simultánea (incluso para el caso del sistema EPC).

Existen ya etiquetas sensorizadas capaces, por ejemplo, de registrar la evolución de la temperatura en el tiempo en productos perecederos. Incluso se está analizando la posibilidad de una mayor sensorización, y esto hasta en el caso de ¡etiquetas pasivas!



**Figura 4.** Generación automática de palets mezclados

Todo esto unido a las posibilidades que presentan los nuevos sistemas de gestión de la información da lugar a la aparición de todo un elenco de posibles aplicaciones aún por explorar. Cabe aquí mencionar el ejemplo ya típico del seguimiento de flotas de vehículos, bien en locales cerrados (AGVs), o incluso de flotas de camiones de reparto mediante puntos de control, o los modernos sistemas de cobro sobre la marcha en autopistas de peaje. Otro campo de aplicación consiste en el seguimiento de personas en edificios, como por ejemplo en hospitales, donde la etiqueta puede, además, proporcionar información especialmente relevante sobre el paciente; como en el caso de enfermos de Alzheimer o usuarios de marcapasos. Otro ejemplo que empieza a ser conocido es el del control de medicamentos. Así como el seguimiento de ganado.

Y para la fabricación se abre un enorme campo al considerar conjuntamente la mejora en la gestión de la información. Lo cual puede suponer un impulso esencial al desarrollo de sistemas de “scheduling” negociado en estructuras de control altamente distribuido. Además en el caso del seguimiento de pedidos y para el ensamblado aparecen una serie de interesantes implicaciones; así como para el reciclado, la ingeniería inversa, las devoluciones de productos, la seguridad, la manipulación de materiales, el picking (Figura 4), etc.

## 7. Conclusiones

Existe una variedad de nuevas tecnologías de identificación diseñadas para interactuar con poderosos sistemas de gestión de la información. Entre estas tecnologías Auto-ID presenta características especialmente relevantes que le confieren la capacidad de mejorar, y potencialmente revolucionar, los sistemas de identificación y seguimiento así como su influencia en la cadena de suministro.

Hasta hace un tiempo la investigación relacionada venía siendo coordinada por el Auto-ID Centre pero, a raíz de los últimos desarrollos y de los crecientes éxitos en la implantación de la tecnología, la coordinación en este campo ha requerido de un replanteamiento general.

Esto ha dado lugar a una transición por la que, desde un centro específicamente centrado en la investigación como era el Auto-ID Centre, se ha pasado a una coordinación por parte de una organización más centrada en la aplicación llamada EPCglobal Inc.. Esta organización supone una alianza entre los dos grandes gigantes del sector de la identificación y el seguimiento como son EAN y UCC.

La situación creada y el enorme impulso dado a la tecnología dan lugar a un extenso campo de nuevas posibilidades que aún están por explorar, pero que bien pudieran empezar por tomar la denominación de “ciberfábrica” en analogía a los cambios acontecidos por la Sociedad de la Información y el conocimiento, donde ya existe un amplio acuerdo y resulta común su reconocimiento como “cibersociedad”.

## Referencias

- Garcia, A., Mcfarlane, D., Fletcher M., Thorne A., “*Auto-ID in Materials Handling*”, Auto-ID Centre White Papers. MIT, February 2003.
- Sarma, S., Brock, D.L., Ashton, K., 2000, The Networked Physical World: Proposals for Engineering the New Generation of Computing, Commerce and Automatic Identification, *Auto-ID centre White paper*, October 2000.
- Bas, E., “*Prospectiva. Herramientas para la gestión estratégica del cambio*”. Ariel Practicum, Barcelona, 1999.
- Godet, M., “*Manuel de prospective stratégique. tome 1: une indiscipline intellectuelle ; tome 2: L’art et la méthode*”, Dunod, Paris, 1997.
- Godet, M., “*La caja de herramientas de la prospectiva estratégica*”. Cuadernos de LIPS. — Cuaderno nº 5— 4ª edición actualizada Abril de 2000
- <http://www.cnam.fr/lipsor/lips/conferences/data/bo-lips-esp.pdf>
- Miklos, T. Y Tello, M<sup>a</sup>. E., “*Planeación prospectiva. Una estrategia para el diseño del futuro*”. Centro de Estudios Prospectivos, Fundación Javier Barros Sierra, AC. - Limusa, México, 1994.

Páginas web:

- [www.autoidcenter.org](http://www.autoidcenter.org)  
[www.epcglobalinc.org](http://www.epcglobalinc.org)  
[www.ean-int.org](http://www.ean-int.org)  
[www.uc-council.org](http://www.uc-council.org)