

Sistema de Identificación Automática mediante tecnología RFID en el proceso de elaboración de jamones.

Miguel de la Fuente Ruz¹, Antonio Abarca Álvarez¹, Andrés García Higuera², Jesús Abril Duro¹

¹ Departamento de Ingeniería Electrónica, de Telecomunicación y Automática. Escuela Politécnica Superior de Jaén. Universidad de Jaén. Campus las Lagunillas, 23071 Jaén. aabarca@ujaen.es, jabril@ujaen.es

² Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad de Castilla-La Mancha. 13071 Ciudad Real. Andres.Garcia@uclm.es

Resumen

En este trabajo se presenta una solución adaptada especialmente al seguimiento del proceso de elaboración del jamón desde el sacrificio del animal en el matadero y la posterior recepción y salida del almacén. El sistema permite garantizar la identificación de cada unidad, la trazabilidad del producto, la automatización del seguimiento y visibilidad de la cadena de producción, permitiendo una mejora cualitativa y cuantitativa en la calidad de la producción, así como una significativa reducción de costes. La implementación de la tecnología RFID con los TAG y antenas adecuados al entorno de trabajo en la elaboración de jamones permite identificar a cada unidad sin tener un contacto físico con el elemento identificador, agilizando enormemente el proceso y permitiendo la automatización del mismo.

Palabras clave: Identificación Automática, RFID, Jamones, Agentes

1. Introducción

En la actualidad el proceso de elaboración de jamones se caracteriza por la escasa automatización motivada primordialmente por las condiciones de trabajo y del producto. La tecnología actual de identificación de las unidades mediante código de barras hace bastante complicado el control del jamón para determinar con precisión el tiempo que se encuentra cada pieza en una determinada zona siguiendo el proceso correspondiente, obligando en tal caso al control de forma manual o a la búsqueda de una tecnología que lo permita (Athenia, 1998).

Para la automatización del proceso es necesaria la utilización de una tecnología que permita identificar cada pieza de jamón y que sea capaz de detectar la zona en la que se encuentra, así como el tiempo que permanece en cada una de ellas para poder controlar las fases del proceso y generar avisos de forma que se pueda garantizar la calidad final del producto. Esta trazabilidad y visibilidad (Joshi, 2000) es un parámetro requerido en los sistemas de seguimiento de productos tanto en manipulación como de almacenaje, ya que permite un control total sobre la gestión del sistema.

No se puede olvidar, a la hora de elegir el sistema que permita automatizar el proceso de elaboración de jamones, que se trata de un proceso realizado sobre un producto alimenticio, con los requisitos que ello conlleva. Además, las condiciones de manejo y el entorno de trabajo también van a condicionar la elección del Sistema de Identificación Automática.

A continuación se muestra el estado del arte de la tecnología RFID, posteriormente se comenta el proceso de elaboración del jamón, en los que hay que tener en cuenta aspectos tales como el tamaño de cada unidad, también se indican los requisitos que se le exigen al sistema utilizado, así como las futuras ampliaciones o mejoras del mismo, sintetizándolo todo finalmente en las conclusiones.

2. Estado del arte

Las tecnologías convencionales para el seguimiento de productos durante la producción adolecen de serios inconvenientes que hacen que la automatización resulte compleja. Este es el caso de la elaboración del jamón, donde las condiciones de manipulación, entorno y producto hacen que la utilización del código de barras o sistemas similares resulten inadecuadas. Se plantea una solución mediante tecnología RFID que mejora sustancialmente los inconvenientes que dicha tecnología presenta y aporta soluciones a las peculiaridades del proceso de elaboración de jamones que será comentado más adelante.

En los últimos años se han diseñado sistemas de identificación sin contacto mediante radiofrecuencia (RFID) que en gran medida tratan de resolver los problemas asociados a los códigos de barras, si bien, sin demasiado éxito comercial. Este aparente fracaso es debido, fundamentalmente, a que las soluciones planteadas han utilizado tecnología RFID de corto alcance (proximidad) y en algunos casos de medio alcance (vecindad), lo que imposibilita la automatización en la identificación de las piezas. Por tanto, la elevada inversión que supone el cambio de tecnología solo consigue una mejora menor en el proceso, no siendo ni mucho menos una solución atractiva.

Gracias a los avances en microelectrónica han aparecido, en los últimos años (RF Code Inc., 2003), nuevos transponders (TAG) que funcionan en la banda de UHF, desde 433MHz hasta 5 GHz, y que además de su bajo coste, posibilitan la transferencia de datos desde el identificador RFID pasivo hacia el lector a distancias de hasta 6m (Keskilammi et al., 2003). Esto permite la identificación automática al pasar por la zona de detección, de unidades completas de transporte (jaulas con más de 50 piezas) junto con el código de cada pieza, (Engels y Sarma, 2002), empleando para ello menos de 2 segundos.

3. Proceso de elaboración del jamón

El proceso de producción industrial de jamones, se realiza habitualmente en las siguientes fases (Fig. 2):

- Recepción y etiquetado inicial
- Presalado
- Salazón
- Post-Salado
- Curación y maduración
- Añejado

A continuación se describe cada una de ellas, indicando en qué se ve afectada por el uso de la tecnología RFID:

3.1. Recepción y etiquetado inicial

En cuanto llega el jamón del matadero se le incorpora un TAG unido mecánicamente a la pezuña mediante una pistola apropiada, un ejemplo de las etiquetas utilizadas se puede observar a continuación (Fig. 1). Los jamones se dejan sobre una cinta transportadora acoplada a una báscula automática para crear, junto al código, el primer registro asociado a la pieza en la base de datos del sistema. Se almacena, código del TAG, origen de la mercancía, tipo, fecha y peso de la pieza.



Fig. 1: Ejemplo de TAG utilizado para identificar jamones

Si se desea realizar la trazabilidad completa del proceso, desde la granja al consumidor final, es necesaria la utilización para cada animal de un TAG del tipo inyectable como los utilizados actualmente en la identificación de animales domésticos.

Cada animal ha sido seguido y controlado mediante dicho transponder o TAG, al sacrificarlo, a cada jamón se le dota de un nuevo TAG que, mediante una base de datos, queda relacionado con el original del animal, permitiendo identificar en cualquier instante tanto al animal como a la granja de donde proviene cada jamón sin más requisitos que relacionar al animal con los productos de él obtenidos mediante varios TAG, dependiendo del tipo de despiece realizado.

3.2. Presalado

Antes de pasar la pieza a la zona de salado, cada jamón se manipula para expulsar cualquier resto de líquido (normalmente sangre) que pueda dar origen a futuras alteraciones, se les quita una parte del tocino externo y se les da forma. Todas estas operaciones se realizan a mano.

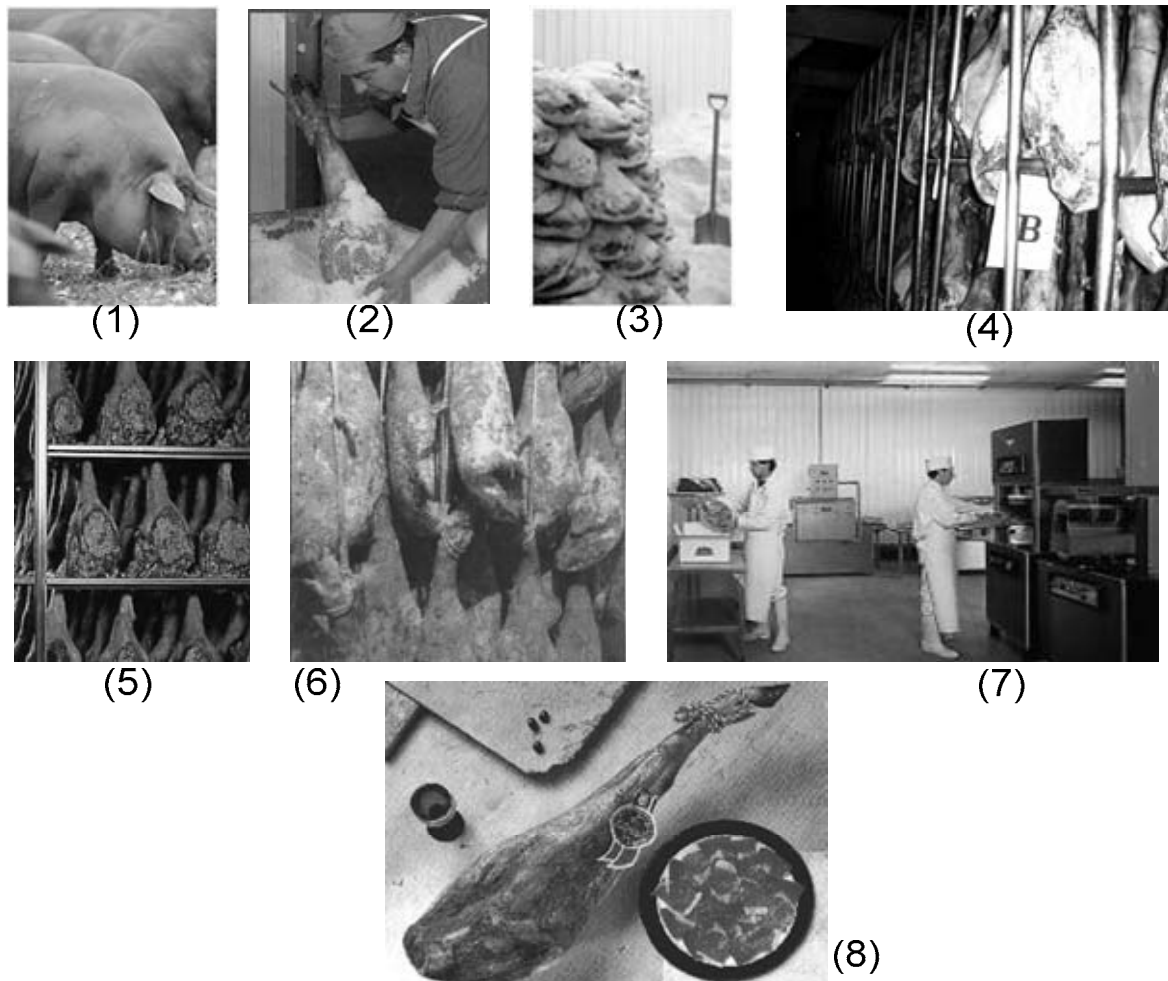
3.3. Salazón

Es una de las fases más importante de todo el proceso, ya que la calidad del jamón depende en gran medida de la cantidad de sal que posea una vez curado. La sal puede ser, según su tamaño de grano, gruesa o fina, y según su origen, marítima o fósil. La salazón puede hacerse de varias formas: por frotamiento con sal gorda, en bombos, en contenedores o en pilas. A la vez que se cubren con sal, los jamones se apilan, poniendo debajo los de más peso, ya que los de menos peso requieren menos sal, y por tanto menos tiempo en salazón, por lo que se van retirando antes. El tiempo que deben estar en la sal, depende de la zona donde estemos,

porque influye el clima del lugar. Los jamones suelen estar en salazón de 1 a 2 días por kg. de jamón fresco.

3.4. Post-Salado

Terminado el período de salazón, los jamones se lavan bien a mano o mediante máquinas de lavado automático. Este proceso tiene por objeto quitar la sal adherida a los jamones ya que podría formar una costra en la superficie, estropeando el producto. Posteriormente se procede al escurrido de las piezas para que pierdan el agua superficial. Esta operación dura entre 24 y 48 horas. Finalmente se pasa a las naves de secado donde se mantienen durante 30-45 días en unas condiciones de temperatura y humedad de 10 a 12° C. y 70%.



3.5. Curación y maduración

Oreados o secados, los jamones son conducidos, en el caso de los jamones de calidad, a los secaderos naturales. En ellos se persigue la fusión de los corpúsculos grasos, lo que en el argot profesional se llama "sudado del jamón". Es una fase de duración variable, entre 4 y 6 meses según la temperatura del local y la estación del año. Durante la maduración se produce la fusión de la grasa interna, de modo que impregne o infiltre las fibras musculares, reteniendo así el aroma y logrando mantener el sabor. Esta fase dura entre 3 y 4 semanas a

temperaturas de 30-35° C. y una humedad relativa del 60%. Se lleva a cabo en bodegas con largos pasillos y grandes ventanales que se abren o cierran dependiendo de los aires que soplan y la hora del día.

3.6. Añejado

Esta es la última fase y por ella pasan sólo los jamones de calidad. Tiene lugar en bodegas especialmente diseñadas. Esta fase es la que convierte un jamón normal en un jamón particularmente selecto y que se destina a los paladares más exigentes. En ellas permanecen entre 7 y 13 meses más, dependiendo del peso y la grasa que tenga el jamón.

4. Requisitos del sistema

El sistema consta de una serie de antenas que permiten leer la información que contiene cada TAG que acompaña a cada pieza de jamón al pasar cerca de una antena, (iPico, 2004). Cada antena está formada por dos unidades, una emisora y otra receptora, según se aprecia (Fig. 3).

Las antenas estarán situadas estratégicamente a las entrada y salida de cada una de las zonas de manipulación de jamones, de forma que una vez que el jamón entre dentro de la zona controlada por el Sistema de Identificación, se puede precisar con total exactitud la situación del mismo.



Fig. 3: Antena formada por dos unidades elementales de antena emisora y receptora.

El paso por cada zona de detección genera un evento en la base de datos donde se encuentran los datos de todas las piezas disponibles en la cadena de producción, además de un histórico de los productos elaborados anteriormente, dotando al sistema de una visibilidad total, del producto dentro de las instalaciones, mostrando una información actualizada en tiempo real y

exhaustiva de las unidades existentes en cada una de las fases que componen el proceso de elaboración del jamón.

El empleo de este sistema permite mejorar el control de calidad de los productos, ya que avisa de “circulaciones no deseadas” a lo largo del proceso por supuestos errores, permitiendo reducir significativamente los fallos humanos a lo largo del proceso de producción.

El sistema también permite dotar a cada operario de un TAG que identifique las zonas por las que circula y los jamones que manipula, permitiendo realizar un control sobre las tareas que realiza, así como sobre la calidad del trabajo realizando, pudiendo servir como un controlador de la calidad del producto a lo largo de la cadena de producción.

Dependiendo de la naturaleza de las zonas, el paso se puede realizar de forma unitaria o bien agrupados en jaulas que desplazan hasta 50 piezas (Engels y Sarma, 2002), permitiendo cada antena la detección de todas las unidades que integran cada jaula sin ningún tipo de problema.

La visibilidad del proceso permite el control de stock del producto e incluso predecir la producción a medio plazo, mejorando la fiabilidad en los plazos de entrega que se puede ofrecer a los clientes.

Mediante un sistema de agentes se puede establecer un protocolo de prioridades y negociación en la asignación de pedidos, creando un sistema dinámico que determina los plazos de entrega de cada pedido.

Además de las antenas que fijan las zonas de paso de una fase a otra, se pueden emplear sistemas de lectura RFID portátiles del tamaño de una PDA, a la que se le dota de una antena para leer TAG, pudiendo realizar un control de tipo manual de cualquier jamón en cualquier punto del proceso de elaboración.

5. Ampliaciones futuras del sistema

Como ya se ha comentado, a medida que se implante la tecnología RFID en las cadenas de distribución, y aumenten los requisitos de seguimiento de la cadena alimentaria por parte de las autoridades, se comenzará con un control mas exhaustivo de los animales en las granjas con el uso de TAG que permitan realizar un seguimiento integral del mismo desde alimentación, enfermedades, peso, evolución del crecimiento, etc. Y mediante el uso de unos nuevos TAG asociados al primitivo para el despiece del animal en el momento del sacrificio, relacionados mediante bases de datos, se puede continuar controlando la evolución del producto a lo largo de toda la cadena de distribución, actualizando la información en la propia TAG (permite lectura y escritura) o en las bases de datos establecidas al efecto (Buckner et al., 2002).

Esta completa trazabilidad de la cadena de producción y distribución de los productos alimentarios permitirá, con bastante rapidez y eficacia controlar lotes de productos ante cualquier eventualidad, identificando rápidamente el origen y procesado de los mismos.

Para llevar a cabo todo este procedimiento es necesario que todos los eslabones de la cadena de producción-distribución estén dotados de lectores de RFID (McFarlane, 2003), así como que se gestionen adecuadamente las bases de datos indicadas, y se utilicen TAG compatibles con los lectores, o lo que es lo mismo, que se estandaricen los sistemas RFID.

También se puede realizar un control más exhaustivo de las condiciones del proceso de elaboración-producción, como el transporte, mediante el empleo de etiquetas RFID activas, (Finkenzeller, 2003), que, dotadas de un microcontrolador y de la circuitería necesaria, permite capturar datos relativos al entorno del producto como pueden ser humedad y temperatura, registrando los valores que pueden ser significativos a la hora de determinar si se ha seguido adecuadamente el proceso de elaboración o transporte del producto en cuanto a las variables controladas.

Lógicamente estos dispositivos requieren alimentación eléctrica para funcionar, exigiendo una batería, lo que hace que incrementen su tamaño respecto a los TAG pasivos, la capacidad de la batería limita hasta cierto punto la durabilidad del sistema de adquisición de datos y encarece el precio del TAG. Puede ser adecuado el uso de uno o varios de estos TAG por cada lote que siga el mismo proceso, permitiendo un muestreo estadístico de las variables del mismo que se pretenden controlar.

6. Conclusiones

Las posibilidades de automatización y control que abre esta tecnología son innumerables, si bien su aplicación práctica no está exenta de problemas a la hora de integrar todos los elementos. Uno de los primordiales a solventar es el diseño óptimo del identificador TAG adaptado al entorno de producción. Se ha de tener presente que a estas frecuencias el jamón, que presenta un contenido de agua mayor del 80%, se comporta como un buen absorbente de la radiación, lo que limita la capacidad de propagación de la señal.

Por otra parte, el material envolvente del transponder debe ser biocompatible, además de resistente a los agentes con los que va a estar permanentemente en contacto (sal, grasa, humedad, etc.) y no introducir pérdidas adicionales en la transmisión de la señal para no perjudicar su alcance.

La elección e integración de los lectores más apropiados para esta aplicación (iPico, 2004), supone un reto añadido dadas las peculiares características del producto unido a las exigencias sanitarias de esta línea de producción. Por último se requiere un replanteamiento de la gestión actual de la información que se maneja sobre la producción, pues el nuevo sistema permite conocer en tiempo real el estado de elaboración de cada pedido, mejorando la visibilidad del procedimiento, aspecto éste cada vez más demandado por el cliente y por las propias empresas para optimizar los procesos industriales.

Todas estas consideraciones sobre el seguimiento o trazabilidad del producto, se ven reforzadas más aún, debido a las exigencias de la normativa europea sobre calidad y seguridad alimentaria que entró en vigor a partir de Enero de 2005.

Referencias

Athelia Solutions, Ham Flow. 1998. France.

Buckner, Mark et al. MICLOG RFID tag program enables total asset visibility. MILCOM 2002 - *IEEE Military Communications Conference, no. 1*, October 2002. 1422-1426

Engels, D.W. & Sarma, S.E. The reader collision problem. *In Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, October 2002.

Finkenzeller, Klaus. *RFID Handbook*. John Willey & Sons Inc. 2003 USA.

iPico Identifications (Pty) Ltd. 2004. South Africa.

Joshi, Yogesh V. Information Visibility and its Effect on Supply Chain Dynamics. *Master of Science*. MIT 2000.

Keskilammi, M. et al. Radio Frequency Technology for Automated Manufacturing and Logistics Control. Part 1: Passive RFID Systems and the Effects of Antenna Parameters on Operational Distance. *Int. J. Adv. Manuf. Technol* (2003) 21:769-774.

McFarlane, Duncan. Product Identity and its Impact on Discrete Event Observability. *ECC* 2003. Cambridge, UK.

RF Code Inc. http://www.rfcode.com/includes/Spider_IIIAR.pdf. "*Spider Reader Product Details*". 2003.