

Una formación de calidad
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias
15 al 18 de Septiembre de 2015

APLICACIÓN DE REDES DE PETRI Y TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A PROCESOS LOGÍSTICOS PARA FORTALECER EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL INGENIERO INDUSTRIAL

Paola Marcela López Pineda, María Elena Bernal Loaiza

**Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira, Colombia**

Resumen

Con el fin de potencializar las competencias de la formación como Ingenieros Industriales de la Universidad Tecnológica de Pereira el grupo de investigación de logística, de la mano del grupo de la enseñanza de investigación de operaciones GEIO ha venido desarrollando proyectos enfocados a la enseñanza de conceptos logísticos, de forma no convencional, todos a través de vivencias presenciales en las instalaciones de dichos laboratorios, cambiando la forma magistral de enseñar en las aulas de clase, a una forma lúdica, con la implementación tecnológica requerida.

De acuerdo a las necesidades del mercado, los nuevos retos logísticos, su poco conocimiento y la falta de información, surge la necesidad de mejorar el proceso de formación de los estudiante de Ingeniería Industrial por medio de una práctica que refleja el flujo de información; una forma óptima de producción encontrada a través de las redes de Petri, que muestran un instrumento que facilita modelar y analizar el comportamiento de un sistema de diseño para trabajar en paralelo, así como en procesos que requieren sincronización involucrando nuevas tecnologías y formas de ir de la mano con las necesidades logísticas a través de la radio frecuencia (RFID).

Para dar inicio con la lúdica se explican los conceptos relacionados con la logística, el RFID, la producción, la aplicación de redes de Petri a una línea de producción no automatizada y el control y administración de inventarios. Al estar explicados estos conceptos se asignan los roles requeridos para llevar a cabo la lúdica. Seguido de esto cada procedimiento es estructurado. Al termina la producción se muestra cómo se maneja por eslabones los inventarios de productos terminados con un software que cuenta el laboratorio de logística, para automatizar procesos mediante tecnologías de

radiofrecuencia, como conclusión se evalúan y analizan los resultados obtenidos y se muestra el desarrollo de las competencias que fortalecen actitudes y aptitudes a nivel académico y laboral.

Palabras clave: Redes de Petri; radiofrecuencia RFID; lúdica

Abstract

In order to potentiate the skills training as Industrial Engineering at the Technological University of Pereira's research group logistics group hand teaching GEIO operations research has been developing projects focused teaching logistics concepts , in an unconventional way, all through classroom experiences in the premises of these laboratories, changing the masterful way of teaching in the classroom, in a playful way, with technology implementation required.

According to market needs, new logistical challenges, his limited knowledge and lack of information, the need to improve the formation of Industrial Engineering student through a practice that reflects the flow of information arises; production optimally found by Petri nets, showing an instrument that facilitates modeling and analyzing the behavior of a system designed to work in parallel and in processes that require synchronization involving new technologies and ways to go hand with the logistics needs through radio frequency (RFID).

To start with the playful concepts related to logistics, RFID, production, application of Petri nets a non-automated production line and inventory control and management are explained. To be explained these concepts are assigned roles required to perform the playful. Following this each procedure is structured. When production ends shown how it is handled by links inventories of finished with software that has the laboratory logistics to automate processes using radio frequency technology, in conclusion products are assessed and analyzed the results and the development of shows attitudes and skills that strengthen academic skills and job level.

Keywords: Petri nets; RFID radio frequency; playful

1. Introducción

El laboratorio móvil de logística y el grupo GEIO, son espacios donde se desarrollan metodologías prácticas e investigativas que están a la vanguardia con cada una de las necesidades y evolución del mercado y las metodologías constructivistas, mostrando conceptos de forma vivencial tanto para estudiantes, profesores e investigadores.

Conocemos que la logística ha ido evolucionando a la largo de estas últimas décadas, se han generado los llamados "nuevos retos logísticos" y son estas

necesidades a las que responde la razón de ser del laboratorio móvil, donde cada uno de los avances busca satisfacer y brindar instrumentos fáciles y metodológicos para la enseñanza, obteniendo resultados óptimos, integrados a la tecnología la cual nos permite encontrar áreas sofisticadas y con un alto nivel agregado; integrando cada uno de los conceptos vivenciales dentro de la academia con la vida empresarial siendo esto llamativo para los empresarios ya que los desarrollos logísticos son fuentes de ahorro, elementos estratégicos y diferenciadores en cada sector, la gestión del riesgo, la sostenibilidad y colaboración dentro de los eslabones que hacen parte de la cadena de suministro.

Son muchos los retos a los que las empresas están sometidas constantemente, donde no solo importa hacer sus procesos bien, sino que es necesario ser excelentes, la globalización es uno de los cambios a los que las empresas se deben someter y son estos cambios en donde los ingenieros industriales debemos estar generando ideas y el panorama logístico se hace más complicado cuando nos damos cuenta que la logística no solo es para inventarios sino para todo el proceso de producción, comercialización y venta, aparte de esto la aceptación y satisfacción del cliente por el producto y el beneficio monetario para la organización al cliente adquirir el bien o servicio. Para ser competitivos e innovadores frente a la competencia es necesario analizar diferentes aspectos como la forma de producción de los bienes y este es nuestro objetivo con el laboratorio de logística a través de simulaciones vivenciales de una línea de producción que el grupo GEIO le ha implementado redes de Petri, y mostrando el proceso logístico de productos terminados, evidenciando los flujos de materiales e información desde el lugar de producción hasta el lugar de almacén, en el momento correcto, la cantidad requerida, las condiciones, el lugar adecuado, el tiempo justo y los costos más razonables.

2. Procedimiento

Para el desarrollo de la actividad y la obtención de resultados, se inició con el Laboratorio de Producción A-B y se finalizó con el almacén (Producto terminado), donde la radiofrecuencia juega el principal papel.

2.1 Definiciones básicas Redes de Petri

Redes de Petri: Las Redes de Petri son un instrumento que facilita modelar y analizar el comportamiento de un sistema diseñado para trabajar en paralelo así como en procesos que requieren sincronización.

Places: Son representados por circunferencias, y en ellos se observa los estados por los que el sistema, que componen, puede pasar. Éste estado depende de unas acciones dadas en un tiempo anterior.

Tokens: Son representados por pequeños puntos, y se localizan en los places, y están en constante flujo. En ellos reside el dinamismo de las Redes de Petri.

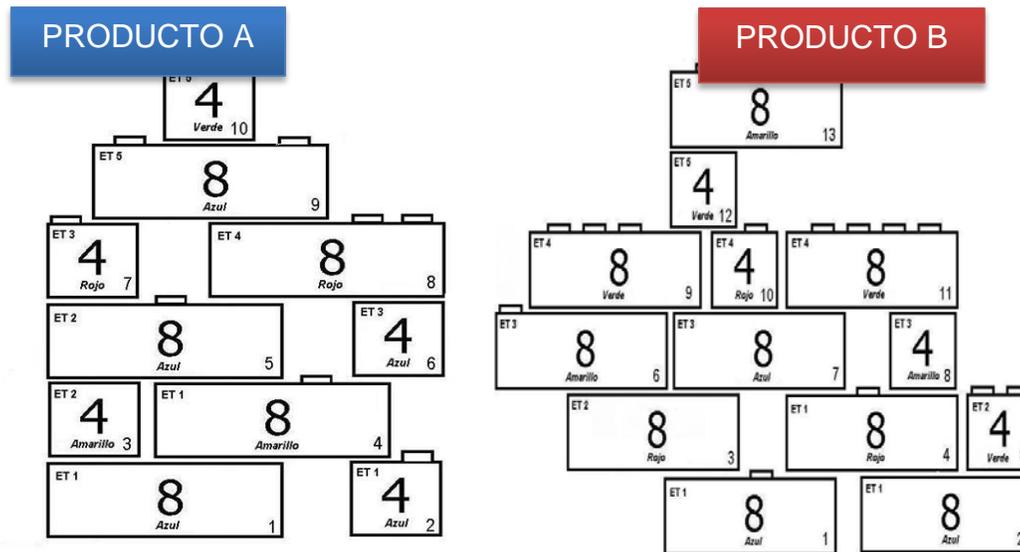
Transición: Se representa mediante un rectángulo, e indica eventos o acciones que se dan en el sistema. Determinando así el estado de los places.

Arcos: Se representan mediante líneas y es por medio de ellos que se unen los places con las transiciones, o viceversa. Ellos muestran los caminos que sigue la evolución del sistema.

Transición habilitada: Una Red de Petri se activa mediante el disparo de transiciones. Lo cual se hace al remover tokens de un place a otro.

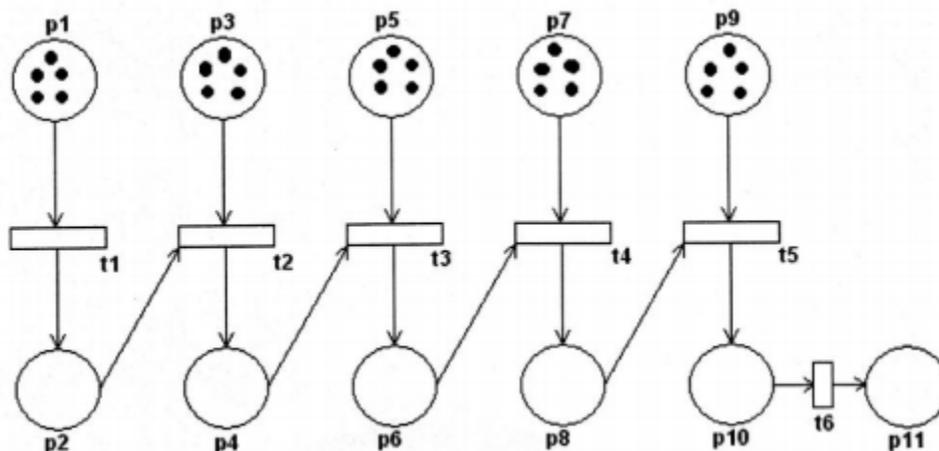
Aplicación en el laboratorio de producción A-C

El laboratorio de producción tiene como principales productos el A y el B, ambos productos son pilas de una sola capa de bloques de construcción Lego, (13 fichas para el producto B y 10 para el A), ensamblados según los planos específicos de cada producto



Producto A-B. Recuperado de: Cartilla PDF GEIO UTP

La Red de Petri, para la fabricación del producto C, constará de once places y seis transiciones, como se ilustrará posteriormente.



Red de Petri. Cartilla PDF GEIO UTP

Una vez explicados por parte de los colaboradores cada una de las terminologías que hacen parte de una red de Petri, su dinámica de funcionamiento y la cantidad de productos a realizar se procede a iniciar la actividad, activando el sistema con el primer disparo para que los place obtengan sus tokens, conformados por las fichas que le corresponde ensamblar a cada operario; estos ensamblajes estarán en cada estación de trabajo, es decir cada operario cuenta con una plantilla del producto A.-B (de acuerdo a la línea en que estén trabajando, existe la línea para producto A y línea para producto B) en esta plantilla están los esquemas de los productos a blanco y negro a excepción de las fichas que se deben ensamblar en la estación de correspondiente logrando observar el color y el tamaño de lego a ensamblar. La producción es continua, la red permanece en constante flujo. Requiriéndose así, sincronización.

Según los requerimientos de los autores de la lúdica Redes de Petri del grupo GEIO:

“Es importante anotar que cada disparo es realizado con cierto intervalo de tiempo. En una primera prueba se fabricaron 20 productos A, con disparos dados cada 10 segundos. Lo que lleva a tener el primer producto terminado a los 50 segundos, pero a partir de allí se obtienen nuevos productos cada diez segundos, es decir, cada disparo. Consiguiéndose así los 20 productos en 240 segundos, indicando entonces 12 segundos por producto. Luego se redujo el tiempo de disparo a 8 segundos, tomándose así un tiempo de 192 segundos, obteniendo 9.6 segundos por producto. Y finalmente se realizaron disparos cada 7 segundos, contabilizándose un tiempo de 168 segundos, logrando entonces 8.4 segundos por producto.

El modelado del laboratorio de producción, por medio de las redes de Petri, será exitoso en cuanto se posea una completa sincronización.”

Es importante resaltar que cuando se terminaban los productos no existía un lugar (CEDI) en el que se ubicaran los productos terminados y se fuesen distribuidos posteriormente a minoristas o mayoristas, todo dependiendo de las ordenes, planes maestros de producción o pedidos de clientes que se hayan efectuado. Por esto es que surge la necesidad de implementar nuevas tecnologías e ir a la vanguardia, la implementación de la RFID como nueva forma de conocimiento e información empoderando el desarrollo de cada organización. Todo lo anteriormente dicho se implementara a través de la radiofrecuencia.

(Para detalles de la actividad lúdica Laboratorio A-B con Redes de Petri, puede escribir al e-mail geio@utp.edu.co)

2.2 Definiciones básicas de Radiofrecuencia

Trazabilidad: Definido por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), en su International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology como: “La propiedad del resultado de una medida o del valor de un estándar donde éste pueda estar relacionado con referencias especificadas, usualmente estándares nacionales o internacionales, a través de una cadena continua de comparaciones todas con incertidumbres especificadas”.

Logística de almacenamiento: Todas aquellas tareas concernientes al lugar donde se almacenan la materia prima o el producto terminado, comprenden el cálculo del espacio requerido para mantener las existencias, la gestión del movimiento de los materiales desde y hasta los puntos almacenados, el tratamiento adecuado de los productos con y sin daños, además de la ubicación de los productos según tipo de mercancía, y por último la obtención de información necesaria para mantener una base de datos lo más actualizada posible.

Código EPC: Es el nuevo código de producto que viene a "sustituir" a los antiguos códigos EAN o los códigos de barras y que hace único a cada producto en cualquier parte del mundo. Componentes:

- Una "**CABECERA**", que nos indica el nivel de agrupación del producto
- El clásico "**EAN**" actualmente **GTIN**, que nos indica la codificación de producto y contiene país, empresa y código del producto
- Un "**NUMERADOR**" de 13 dígitos para numerar cada uno de forma unitaria

tecnología RFID: Radio Frecuencia, es la forma que tiene de comunicarse los objetos modernos. Las diferentes utilidades de la tecnología RFID dan respuesta a una amplia gama de procesos empresariales.

Router: Un dispositivo dedicado a la tarea de administrar el tráfico de información que circula por una red de computadoras.

A continuación se observa de forma gráfica la distribución de la red que se necesita implementar para el funcionamiento de la radiofrecuencia.

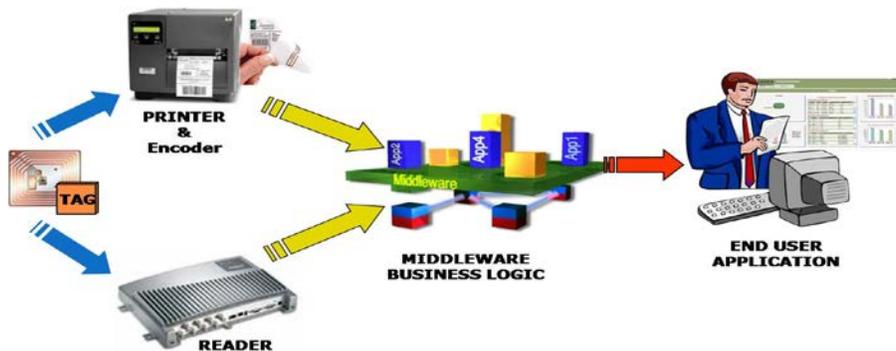
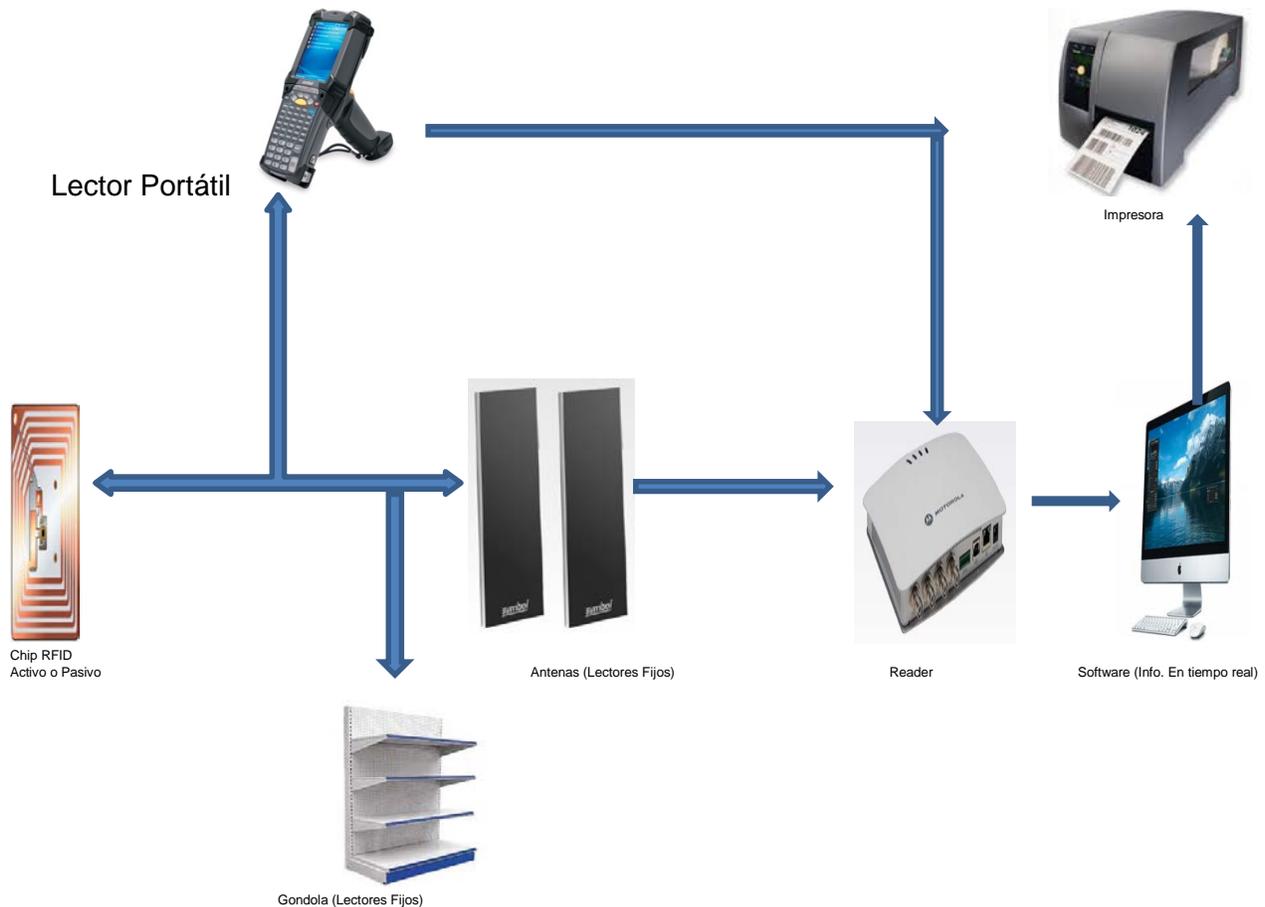


Grafico Radiofrecuencia. Recuperado de: <http://www.dolphinrfid.in/knowledge.htm>

Diagrama de flujo del Laboratorio Móvil de Logística Universidad Tecnológica de Pereira



Los productos que salen de las líneas de producción del Laboratorio A-B, se consideran como productos terminados, los cuales pasan a la estación de etiqueta y control de los mismos. El operario que allí se encuentra es una persona capacitada en RFID y quien estará encargado del manejo del software y con apoyo de un colaborador se instala el tac de radiofrecuencia en los lotes que salgan.

Los lotes son llevados al CEDI. La distribución de este es flexible, es decir en una góndola puede estar ubicado productos A-B según el tamaño del lote, o solo producto A y en otra producto B y separados según los tamaños de lotes o una sola góndola con todos los tipos de producto.

Una vez que esto queda claro, los productos terminados e instalado el tac en cada lote, un operario hace la función de patinador y es este quien lleva los lotes al CEDI, en la entrada están ubicadas 2 antenas las que se encargan de verificar todos los lotes a gran escala. Es importante resaltar que el operario también está identificado con un tac, para que así se tenga una información detallada en el programa de quien es la persona encargada en X momento de la distribución de los productos.

Para organizar los productos en las góndolas que también están compuestas por antenas de radio frecuencia, el operario se capacita para esta labor. Cuando se distribuyen los lotes las antenas envían en cuestión de segundos la información de que entra o que se retira de las mismas, teniendo beneficios tan grandes como el control de inventarios en segundos.

3. Resultados

Se presentan a continuación los resultados obtenidos.

- Cada una de los estudiantes que estuvo habiendo parte de la simulación de la lúdica, adquirió los conocimientos necesarios para conocer una red de Petri y conocieron que es y cómo funciona la radiofrecuencia, mejorando su formación como ingenieros.
- Se reconoció la importancia de usar la nueva tecnología para ir a la vanguardia de los nuevos retos logísticos, observando los múltiples beneficios de la implementación de la misma, identificaron los participantes que la radiofrecuencia es el gran potencial que revolucionara la logística en un futuro muy cercano, permitiendo una mayor control en la cadena de suministro, una metodología de *mejora de procesos*, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.

4. Discusión

El diseño que se implementó para el resultado de aplicación de conceptos fundamentales en la formación como ingenieros industriales corrobora la hipótesis planteada, obteniendo como resultados buenos flujo de producto, con la mejor calidad y en el tiempo y lugar requerido, se evidencio que la radiofrecuencia es una de las nuevas ventajas competitivas que las empresas pueden usar. Los laboratorios (GEIO – Laboratorio Móvil de Logística), cumplieron al igual sus objetivos que es evidenciar de forma práctica y lúdica conceptos, donde cada una de las personas que hace parte de la práctica interioriza de manera tal los domina y entiende.

Al implementar de forma lúdica temas como la radiofrecuencia y las redes de petri se obtienen resultados como la alcanzabilidad que es la principal propiedad dinámica y consiste en que cada disparo de una transición habilitada modifica la distribución de los marcados dentro de la red, de acuerdo con las reglas de disparo. Una secuencia de disparos generará una secuencia de marcados.

Diversos autores coinciden en que deben existir metodologías para diseñar los algoritmos de control. En los últimos tiempos debido a las complejidades del entorno y a la gran competencia, muchas compañías han tomado la decisión de armar una estructura logística integral de distribución. La tecnología RFID tiene una gran cantidad de aplicaciones y ámbitos de uso. La sencillez que presenta en el manejo, así como los

múltiples campos de aplicación hacen de esta tecnología una de las de mayor potencial. La identificación por radiofrecuencia es una tecnología que las empresas líderes de diferentes industrias ya empiezan a implementar, para administrar activos, inventarios, el control de pérdidas, robo de mercancía y mejorar la calidad de servicio al cliente. Mark Roberti, editor y fundador de la revista RFID Journal, conocedor experto sobre radiofrecuencia, explico un factor muy importante a la hora de adopción de nuevas tecnologías: "En primer lugar están los visionarios, los que deciden de primeras arriesgarse a utilizar la tecnología. Posteriormente se encuentran los que, gracias al ejemplo de los primeros, deciden implementar. Están quienes toman la decisión tardía y se van quedando atrás en las tendencias y por último los que no se atrevieron a tomar la decisión. Los beneficios son de diferente índole. Con la tecnología RFID, tanto industriales como distribuidores pueden agilizar la trazabilidad de sus productos, capturar a la vez información de innumerables etiquetas electrónicas, leer información a largas distancias, lograr precisión en la recuperación de datos y reducir errores humanos en los procesos. Los beneficios son de diferente índole. Con la tecnología RFID, tanto industriales como distribuidores pueden agilizar la trazabilidad de sus productos, capturar a la vez información de innumerables etiquetas electrónicas, leer información a largas distancias, lograr precisión en la recuperación de datos y reducir errores humanos en los procesos.

5. Conclusiones

Por medio de esta investigación, se comprobó que la implementación de nuevas tecnologías en el mercado y la actualización de la formación de ingenieros industriales por medio del uso de la lúdica y la interacción con programas y tecnologías de punta permiten una formación integral que puede ser llevada a su vez a campos diferentes como el de investigación o al sector empresarial mostrando así a pequeña escala como funciona una planta de producción y los múltiples beneficios que conlleva la implementación de nuevas formas de control. se logro evidenciar además una visión panorámica de cómo funciona una organización desde la parte productiva y que roles y funciones se cumplen dentro de la misma observando la importancia de cada función dentro de una planta productiva mostrando fiabilidad de datos con elevados porcentajes de seguridad, algo necesario para toma de decisiones en diferentes ámbitos, dotando de inteligencia a productos, permitiendo una buena gestión de los flujos de producto e inventarios y por ende reducción en sobre producción, tiempo de espera, transporte, movimientos, defectos, inventarios.

6. Referencias

- Grupo GEIO, Recopilación de actividades lúdicas para la enseñanza de la Ingeniería Industrial. Colombia, UTP.
- Fernández-Rebollos, M, (2005). Tecnología RFID aplicada a la cadena de suministro. Horticultura: Revista de industria, distribución y socio economía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros, (188), pp. 90-91.

- Srivastava, B. (2004) - Radio Frequency ID technology: The next revolution in SCM, Business Horizons, pp. 11-12.
- Bendavid, Y., Castro, L., & Lefebvre, L. (2006). Explorando los impactos de la RFID en los procesos de negocios de una cadena de suministro. Journal of Technology Management and Innovation, pp. 31.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)