



**Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



DISEÑO DE UNA LÚDICA PARA LA ENSEÑANZA DEL LEAN MANUFACTURING EN EL LABORATORIO DE MANUFACTURA FLEXIBLE DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

Andrés Eduardo Muñoz Moreno, María Elena Bernal Loaiza

**Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira, Colombia**

Resumen

En la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira existe el Laboratorio de Manufactura Flexible (conjunto de componentes electromecánicos, que trabajan de manera coordinada permitiendo la integración de maquinaria, herramienta especializada como almacén vertical, banda transportadora, robot, fresadora, estación de calidad y talento humano para generar un producto), este laboratorio es un espacio para la investigación y el desarrollo de diferentes lúdicas, donde se entrelaza la teoría con la práctica, permitiendo tanto a docentes como estudiantes el desarrollo de actividades donde se evidencien los conceptos vistos en las diferentes asignaturas.

Con base en la asignatura Lean Manufacturing (manufactura esbelta, producción sin desperdicios), incluida en el programa de Ingeniería Industrial, se creó una lúdica la cual relaciona conceptos de las herramientas de Lean como el manejo de los 7 tipos de desperdicios (Sobreproducción, Transporte, Tiempo de espera, Sobreprocesamiento o procesos inapropiados, Exceso de inventario, Defectos, Movimientos innecesarios, Talento Humano).

La lúdica consiste en fabricar dos tipos de sillas que se puedan armar, silla tipo A y silla tipo B, el material utilizado es un polímero llamado Acetal. Para fabricar la silla se utilizó el laboratorio de Manufactura Flexible y se desarrollaron los siguientes pasos: Una fresadora CNC encargada de fresar las piezas, un almacén vertical donde se ubica la materia prima (acetal) y una banda transportadora que es la que moviliza el material de una estación a otra hasta llegar al Robot, el cual transporta el material a una mesa de ensamble, en la mesa están ubicados los operarios (estudiantes) que se encargan de ensamblar los dos tipos de sillas, dependiendo de cuál

haya sido el pedido, una vez armada la silla, de nuevo la toma el robot el cual la lleva a la banda transportadora y allí se moviliza al almacén vertical a la parte de producto terminado.

La lúdica se realizó con estudiantes de la facultad de Ingeniería Industrial e interviene el docente para dar las respectivas instrucciones del desarrollo de la lúdica, al final de la misma se hace la retroalimentación y se evalúan los resultados. Donde se espera que el estudiante interiorice los 7 tipos de desperdicio que pueden ocurrir en cualquier clase de tipo de empresa.

Como parte del proceso de la lúdica se socializa con alumnos para identificar los desperdicios y que comprendan lo que está ocurriendo. También se estandariza el proceso de producción con el fin de garantizar que cada operario pueda efectuar la operación de la misma manera que todos los demás, posteriormente se debe confirmar que la solución propuesta está mostrando las mejoras esperadas. Se repite los pasos de la lúdica con el proceso estandarizado y se determina las oportunidades de mejora.

Con la ejecución de los pasos de la lúdica se logró en el proceso enseñanza – aprendizaje enfatizar en la relación entre docente y alumno, haciendo de él, el principal protagonista de este proceso, el docente es un facilitador.

Palabras clave: manufactura flexible; lean manufacturing; lúdica

Abstract

In the Faculty of Engineering of the Technological University of Pereira there Laboratory Flexible Manufacturing (set of electromechanical components, working in a coordinated manner enabling integration of machinery, specialized and vertical warehouse, conveyor, robot, milling tool station quality and human talent to generate a product), this laboratory is a space for research and development of different leisure, where theory and practice are intertwined, enabling both teachers and students develop activities where concepts are evidenced viewed in different subjects.

Based on the subject Lean Manufacturing (Lean manufacturing, production without waste), included in the program of Industrial Engineering, a playful which relates concepts of Lean tools such as handling the 7 types of waste (Overproduction, Transport was created, Timeout, on-processing or inappropriate processes, excess inventory, defects, unnecessary movements, human talent).

Playful is to manufacture two types of chairs that can assemble seat chair type A and type B, the material used is a polymer called Acetal. To manufacture the chair lab Flexible Manufacturing was used and the following steps were developed: A CNC milling charge of milling parts, a vertical warehouse where the raw material (acetal) and a conveyor belt which is what mobilizes the material is located from one station to another until the Robot, which transports the material to a table assembly in the table are located operators (students) who

are responsible for assembling the two types of chairs, depending on which has been the order, armed chair once again making the robot which leads to the conveyor belt and there is mobilized to vertical storage of the finished product.

The fun was conducted with students from the Faculty of Industrial Engineering and intervenes teachers to give instructions regarding the development of the playful, the end of the feedback is done and the results are evaluated. Where the student is expected to internalize the 7 types of waste that can occur in any kind of type of company.

As part of the process of play you socialize with students to identify waste and understand what is happening. the production process is also standardizes ensure that each operator can perform the operation in the same way that all other subsequently should confirm that the proposed solution is showing the expected improvements. the steps of the playful with the standardized process is repeated and opportunities for improvement are determined.

With the execution of the steps of the fun was achieved in the teaching - learning process emphasize the relationship between teacher and student, making him the main protagonist of this process, the teacher is a facilitator.

Keywords: *flexible manufacturing; lean manufacturing; playful*

1. Introducción

En muchos procesos de producción en la actualidad se utilizan ciertas técnicas que hacen que el Lean Manufacturing se adopte como una filosofía de trabajo, su objetivo es la eliminación de todo tipo de desperdicio, para conseguir la máxima eficiencia.

Los 7 desperdicios es una herramienta muy usada que busca eliminar la sobreproducción, transporte, tiempo de espera, sobre-procesamiento o procesos inadecuados, exceso de inventario, defectos, movimientos innecesarios y talento humano, veamos cada uno de ellos:

- **Sobreproducción:** Fabricación de productos antes de que sean requeridos o invertir en equipos con mayor capacidad de la necesaria.
- **Transporte:** Tiempo invertido en transportar y almacenar piezas entre operaciones.
- **Tiempo de espera:** Tiempos generados por los recursos sin utilizar esperando a poder realizar una actividad.
- **Sobre-procesamiento:** Aplicación de medios o recursos por encima de lo necesario para llevar a cabo un proceso. Es decir, son procesos ineficientes que originan la necesidad de realizar tareas sin valor añadido.

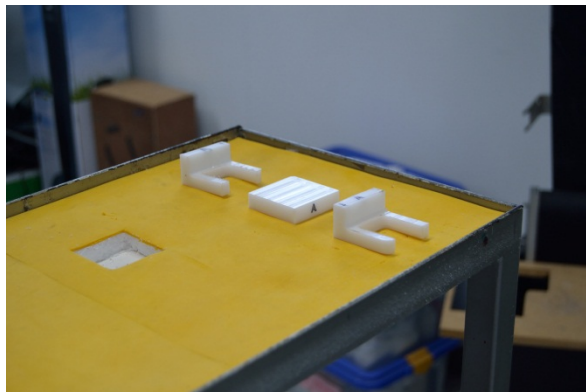
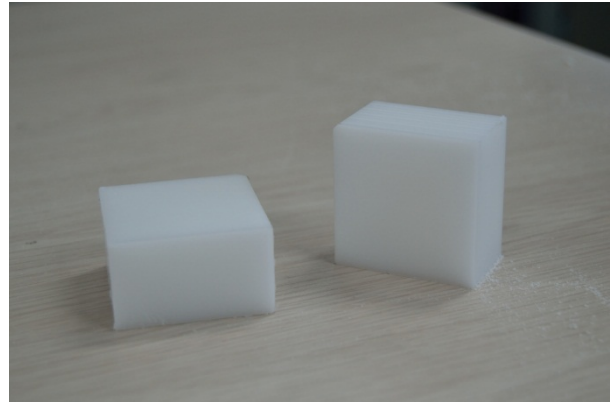
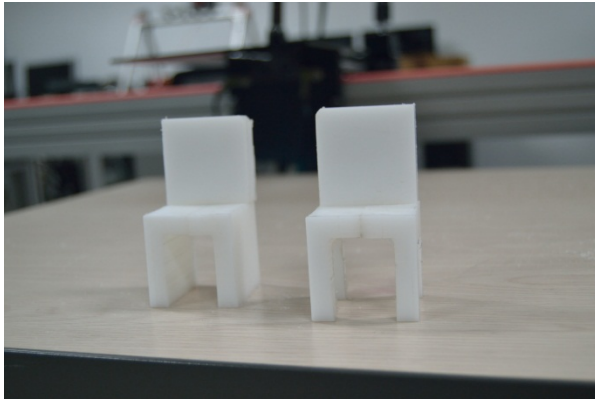
- Exceso de inventario: Acumulación de materia prima, producto en curso o producto terminado.
- Defectos: Utilizar, generar o suministrar productos que no cumplan las especificaciones.
- Movimientos innecesarios: Cualquier movimiento que no es necesario para completar una operación de valor añadido.

En la Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de ingeniería Industrial, contamos con el Laboratorio de Manufactura Flexible (conjunto de componentes electromecánicos, que trabajan de manera coordinada permitiendo la integración de maquinaria, herramienta especializada como almacén vertical, banda transportadora, robot, fresadora, estación de calidad y talento humano para generar un producto), este laboratorio es un espacio para la investigación y el desarrollo de diferentes lúdicas.

2. Desarrollo de la lúdica

Aprovechando la existencia del Laboratorio de Manufactura Flexible de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira y teniendo en cuenta la asignatura Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) existente en nuestro programa de formación de pregrado, se planeó esta lúdica que incluye herramientas de Lean como el manejo de los 7(siete) desperdicios, la lúdica consiste en fabricar dos tipos de sillas que se pueden armar, se tiene silla A y silla B (foto), la materia prima utilizada son cubos de acetal (foto), se utilizaron todos los componentes del Laboratorio como son robot, fresadora, banda transportadora y a los estudiantes como operarios, siendo los protagonistas principales de esta práctica.

En una mesa de ensamble previamente establecida les llega a los operarios la materia prima ya maquinada y son ellos (estudiantes) allí, donde las ensamblan, una vez ensambladas serán llevadas de nuevo al almacén vertical como producto terminado. (Foto)



2.1. Primera parte

La lúdica se inicia con una charla introductoria donde se le explica al estudiante los pasos a seguir en el proceso de producción de las sillas para ensamble, también se les instruye sobre la herramienta de Lean a utilizar, en nuestro caso, los 7 desperdicios, la práctica se desarrolla con grupos de 7 estudiantes, a cada grupo se le asigna la producción de un tipo de silla, sea tipo A o tipo B, se les explica el procedimiento que debe seguir dicho proceso de producción.

y por último se hace la retroalimentación por parte de los estudiantes de los diferentes aspectos a analizar, mejorar y a tener en cuenta en dicho proceso de producción, siempre teniendo en cuenta nuestra herramienta de los 7 desperdicios.

2.2. Segunda parte

Después de tener claras las instrucciones de la lúdica, el proceso de producción de una silla inicia con un pedido, después, dependiendo del pedido, se abastece con materia prima el Almacén Vertical de Nuestro Laboratorio (foto), seguidamente se transporta la materia prima a través de la banda transportadora hacia una estación de control de calidad donde un operario revisa si la materia prima cumple con las medidas exigidas por el proceso, una vez aprobada la materia prima, se transporta hacia la estación del robot, este la recibe y la toma para pasarla a la estación de fresado donde se hará el proceso de maquinado respectivo de cada pieza, para después ser transportadas hacia la mesa de ensamble donde estarán los operarios (estudiantes) listos para el armado de las sillas, una vez armada la silla, la toma el robot y de nuevo la lleva a la banda transportadora y de ahí al almacén vertical en la parte de producto terminado.

2.3. Metodología de la lúdica

Es importante para obtener los mejores resultados al realizar la práctica en el Laboratorio de Manufactura Flexible de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, que los estudiantes tengan conocimiento de los conceptos que están ligados con la herramienta de los 7 desperdicios utilizada en Lean Manufacturing, entre ellas las siguientes:

- Sobreproducción: Fabricación de productos antes de que sean requeridos o invertir en equipos con mayor capacidad de la necesaria.
- Transporte: Tiempo invertido en transportar y almacenar piezas entre operaciones.
- Tiempo de espera: Tiempos generados por los recursos sin utilizar esperando a poder realizar una actividad.
- Sobre-procesamiento: Aplicación de medios o recursos por encima de lo necesario para llevar a cabo un proceso. Es decir, son procesos ineficientes que originan la necesidad de realizar tareas sin valor añadido.
- Exceso de inventario: Acumulación de materia prima, producto en curso o producto terminado.
- Defectos: Utilizar, generar o suministrar productos que no cumplan las especificaciones.
- Movimientos innecesarios: Cualquier movimiento que no es necesario para completar una operación de valor añadido.

3. Conclusiones

- Ésta práctica cumple con el objetivo de despertar el interés del estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, en relación con la utilización del laboratorio de Manufactura Flexible en combinación con la herramienta de los 7 desperdicios, con el fin de hacer más eficientes los diferentes procesos que se llevan a cabo en un proceso de producción.

- En la lúdica realizada en el laboratorio de Manufactura flexible, el estudiante comprende los beneficios y ventajas del uso de la herramienta de Lean llamada los 7 desperdicios.
- El laboratorio de Manufactura flexible cuenta con herramientas tecnológicas, que le permiten al estudiante lograr competencias y conocimientos en los nuevos desafíos que plantea el área de la producción.

Sobre los autores

- **María Elena Bernal Loaiza:** Ingeniera de Sistemas, Magister en Investigación de Operaciones y Estadística. Docente Asistente. Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. mbernal@utp.edu.co
- **Andrés Eduardo Muñoz Moreno,** Estudiante Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. anedom@utp.edu.co

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

Copyright © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)