



**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 PRÁCTICA EN EL LABORATORIO DE MANUFACTURA PARA AUTOMATIZAR PROCESOS TIPO FLOW SHOP**

**Juan David Rodríguez Prieto, Jhon Andrés Muñoz Guevara, Germán Cock Sarmiento, María Elena Bernal Loaiza**

**Universidad Tecnológica de Pereira  
Pereira, Colombia**

## **Resumen**

El proceso de formación del ingeniero industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, fortalece las competencias del estudiante en producción para lo cual se diseñó y desarrolló una práctica dentro del laboratorio de manufactura, esta práctica afianza la relación teórico-práctica y propicia la innovación en los estudiantes, permitiendo profundizar sus conocimientos de programación, sistema flow shop, poka yoke y procesos de automatización en su etapa productiva. La realización de la práctica se vale de módulos interactivos que se componen de sistemas electroneumáticos y electromecánicos que fundamentan las funciones de un sistema de producción automatizado.

La práctica inicia cuando los estudiantes se encuentran con módulos interactivos que representan una línea de producción completamente automatizada, organizada de manera lineal, en la cual deben programar controladores lógicos programables (PLC) para solucionar una situación-problema correspondiente a una planta de producción basada en el sistema flow shop. La solución se debe plantear y aplicar de acuerdo a los siguientes parámetros: Lógica de programación establecida dentro del paradigma imperativo, poka yoke y flow shop; también deben tener en cuenta variables como: entidades externas, objetos pasivos, controladores, actuadores y sensores. Durante el desarrollo de la práctica el estudiante aprende a diferenciar los elementos esenciales de la automatización industrial como lo son: módulos de monitoreo y control, PLC's, máquinas simples y módulos de mando. El desarrollo de esta situación finaliza con el planteamiento, diseño y aplicación de un algoritmo lógico en un programa de computador que controla todos los módulos, el algoritmo-solución deberá satisfacer las necesidades planteadas dentro de la práctica.

Por medio de esta práctica se prepara a los estudiantes para que puedan comprender la situación de la industria manufacturera actual, teniendo en cuenta los desafíos de optimización e innovación en los procesos de producción, es por esto que la actividad está orientada a fortalecer conocimientos y a desarrollar habilidades vinculadas con la automatización y la robótica industrial, así usando la robótica como herramienta didáctica los participantes integran los conocimientos para lograr una implementación exitosa en el ámbito laboral.

De este modo se convierte al laboratorio de manufactura en un mecanismo de enseñanza-aprendizaje, un puente entre la teoría y la práctica, donde se fortalece el proceso cognitivo por medio de la práctica, para que el estudiante pueda innovar, proponer, conceptualizar y juzgar métodos necesarios para afianzar sus conocimientos. Iniciando con conceptos teóricos estudiados y finalizando con una implementación exitosa en la industria.

**Palabras clave:** automatizar; enseñanza-aprendizaje; Flow Shop; programación

### ***Abstract***

*The process of formation of industrial engineering at the Technological University of Pereira, strengthens the powers of the student production for which it was designed and developed a practice in the laboratory manufacturing, this practice strengthens the theoretical and practical relationship and fosters innovation in students, allowing to deep their knowledge of programming, system flow shop, poka yoke and process automation in its production stage. The realization of practical uses interactive modules that consist of electro-pneumatic and electromechanical systems that support the functions of an automated production system.*

*Practice begins when students are with interactive modules representing a fully automated production line, organized in a linear arrangement, which must be programmed to control programmable logic (PLC's) to solve a problem situation corresponding to a plant-based production flow shop system. The solution should be considered and applied according to the following parameters: programming logic established within the imperative paradigm, poka yoke and flow shop; They should also take into account variables such as external entities, passive objects, controllers, actuators and sensors. During the development of practice, the student learns to distinguish the essential elements of industrial automation such as: monitoring and control modules, PLC's, simple machines and control modules. The development of this situation ends with the approach, design and implementation of a logical algorithm in a computer program that controls all modules, the algorithm-solution should meet the needs raised within the practice.*

*through these practice students are trinning so that they can understand the situation of the current manufacturing industry, taking into account the challenges of optimization and innovation in production processes, it is why the activity is aimed at strengthening knowledge and develop skills related to automation*

*and industrial robotics, and using robotics as a didactical tool where the participants integrate knowledge for successful implementation in the workplace.*

*Thus it becomes the laboratory manufacturing a mechanism of teaching and learning, a bridge between theory and practice, where the cognitive process is strengthened through practice so that the student can innovate, propose, conceptualize and judge methods needed to strengthen their knowledge. Starting with studied theoretical concepts and ending with a successful implementation in the industry.*

**Keywords:** *automate; teaching-learning; Flow Shop; programming*

## 1-Introducción

Partiendo de la definición de automatización como “realizar operaciones repetitivas sin la intervención de seres humanos, o casi sin su intervención, para lograr la producción de un bien...(Mata,1994)” Es necesario que esta sea enseñada mediante un método no magistral y evidentemente práctico así esta práctica pretende ayudar a que en la asignatura de producción docentes y estudiantes puedan estudiar la automatización y sus aplicaciones a los sistemas de producción Flow Shop mediante un enfoque de resolución de problemas tomados y adaptados de situaciones reales en la industria, generando en el estudiante cuestionamientos necesarios para aplicar, reforzar e interiorizar sus criterios de Automatización y sus conceptos de Flow Shop y programación, adicional a esto también se implementa en las prácticas la utilización de Poka Yoke” a prueba de Errores” para que así se aporte e implemente la calidad en las soluciones generadas por los estudiantes.

Es importante destacar que todas las soluciones serán planteadas mediante algoritmos basados en el paradigma de la programación imperativa y el análisis de trabajos “análisis de los trabajos consiste en precisar que recursos son necesarios para su realización. (Uribe,1997)” para con esto lograr el objetivo de conseguir automatizar una línea de producción y así evidenciar las ventajas de utilizar la automatización en los procesos de producción en masa.

Mediante esta metodología práctica en donde el estudiante interactúa con máquinas simples, motores, sensores, PLC, conceptos de producción y sus compañeros de clase se pretende fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje del ingeniero industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira en la asignatura de producción.

A continuación, se presenta el desarrollo de la práctica paso a paso, su enfoque temático, la metodología de enseñanza aplicada y sus componentes tecnológicos que la componen.

## **2-Fase Cero – Inducción en conceptos de programación**

En esta fase se realiza una introducción a la programación imperativa en donde se explica de manera completa conceptos básicos de la programación como la estructura de un proceso, planteamiento de algoritmos básicos, bucles, condicionales, estructuras de control, variables globales, lógica de programación, funcionamiento, estructura y componentes de los diagramas de flujo para representar algoritmos.

El método utilizado para que el estudiante entienda estos conceptos y los pueda adoptar en su razonamiento para la resolución de problemas, consiste en: 1- Explicación de las características de los conceptos para que el estudiante a partir de estos construya su propia interpretación del concepto; para que el estudiante pueda verificar su interpretación se le hace entrega de un cuadernillo que contiene la información detallada de los conceptos. 2- Mediante la realización de actividades-guía se verifica si el estudiante ha comprendido el concepto y si sabe aplicarlo en situaciones reales. 3- Se hace una retroalimentación de los conceptos y el docente realiza para todos los estudiantes el ejercicio, de esta manera los estudiantes podrán evidenciar cuales han sido sus fallas, o si han tenido redundancias o malos planteamientos en sus soluciones, lo importante a comparar inicialmente es si el estudiante ha entendido el concepto, tiene que haber claridad en que la solución planteada por el profesor no es la única respuesta correcta, pero debe ser la más óptima para el caso.

## **3-Fase Uno – Conceptos de producción necesarios y automatización**

En esta fase se explicará en qué consiste un sistema Flow Shop y de qué manera se debe implementar en una línea de producción automatizada, explicando sus ventajas, criterios de evaluación, tipo de flujo, y por medio de ejemplos de simulación, definida como “El acto de reproducir el comportamiento de un sistema, utilizando un modelo que describa los procesos de dicho sistema...(Krajewski, et al, 2008)” mostrar en qué tipo de industrias se aplica. Es necesario mostrar casos automatizados reales de sistemas de producción tipo flow shop para que el estudiante pueda tener el primer contacto visual con este tipo de sistemas. Además, se hace énfasis en Poka Yoke para que los estudiantes conozcan los sistemas de detección y sistemas de alarma que se pueden plantear utilizando esta técnica, con el objetivo de que se pueda eliminar errores en el proceso de manufactura.

Asimismo, se hace énfasis en los problemas actuales para la automatización industrial, donde el estudiante debe encontrar como implementarlo y cuál es el análisis previo que se debe realizar para automatizar correctamente una línea de producción.

## **4-Fase Dos -- Paso a paso de la práctica en el laboratorio**

En el laboratorio, se empieza contextualizando como la programación y los conceptos de producción se van a integrar para la solución de problemas relacionados con la automatización industrial, donde se presenta una línea de producción compuesta por 4 módulos que cumplen funciones distintas en el proceso de producción.

## Inventario para práctica

Para el desarrollo de la práctica llamada “DISEÑO DE UNA PRÁCTICA EN EL LABORATORIO DE MANUFACTURA PARA AUTOMATIZAR PROCESOS TIPO FLOW SHOP”, se cuenta con 4 módulos que representan:

Un Módulo de ingreso de materia prima.

Dos Módulos de calidad de materia prima/producto terminado.

Un Módulo de procedimientos industriales de valor agregado.

Cinco Fichas para que circulen por los módulos.

**Nota:** Cada módulo contiene maquinas simples, motores, sensores y PLC también se cuenta con un programa de computadora para hacer la programación de los módulos, además se incluye un cuadernillo con información detalladas de los conceptos a utilizar.

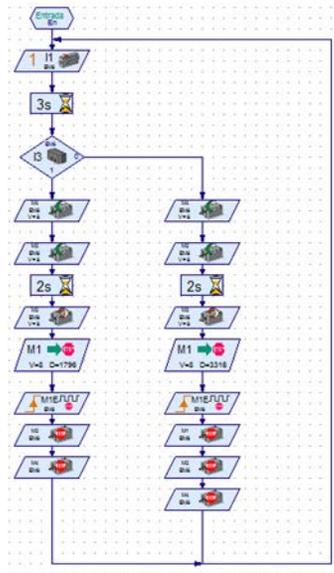
### Paso 1

Se presenta al estudiante un ejemplo prediseñado de una línea de producción completamente automatizada, compuesta con los cuatro 4 módulos de la práctica. Esto con el fin de explicar cómo es el funcionamiento y la función básica de cada una de las maquinas simples, sensores, motores y PLC que componen cada módulo de la línea de producción.

### Paso 2

Se plantean ejercicios relacionados con un problema de automatización de la industria tipo Flow Shop con Poka Yoke, el ejercicio contextualiza al estudiante en un hipotético caso en el cual él debe realizar un algoritmo para programar un proceso basado en estaciones automáticas, esta programación se debe diseñar en el programa de computadora que controla los módulos en la figura se observa un ejemplo del flujograma del proceso que debe realizar el estudiante, el algoritmo debe solucionar el problema asignado, adicionalmente se hace entrega de las actividades que se deben automatizar. Para solucionar este ejercicio se conformarán grupos de tres estudiantes los cuales deben trabajar en equipo y estar de acuerdo en la solución planteada, asimismo el docente supervisará y hará aportes para orientar la resolución de ejercicio.

Figura 1. Flujo grama del proceso



### Paso 3

Al tener el algoritmo-Solución planteado en nuestro programa procedemos a aplicarlo en la línea de producción para verificar si nuestra programación cumple con las normas del paradigma imperativo que se debe tener en cuenta para el funcionamiento de los módulos.

Cuando comprobamos que nuestro algoritmo funciona en los módulos que componen la línea de producción, los estudiantes proceden a justificar al docente como el algoritmo-solución planteado y aplicado soluciona el problema de automatización industrial propuesto en el ejercicio. En la figura dos se puede observar la practica por medio de un módulo interactivo

Figura 2. Práctica modulo interactivo



## 4-Metodología

En el diseño, construcción e implementación de la práctica se utilizó un enfoque orientado a la resolución de problemas, donde en cada situación-problema el estudiante debe observar, analizar, abstraer, interpretar, plantear, algoritmizar, graficar y aplicar propuestas que sean posibles soluciones al problema propuesto, esto se hace con el objetivo de que el estudiante afiance la relación teórica práctica de los contenidos. Durante el desarrollo de la práctica el docente orienta, guía y motiva al estudiante para que este analice todos los factores del problema y así utilizando los contenidos de sistemas Flow Shop, Poka Yoke, automatización y programación el estudiante proponga soluciones innovadoras y eficientes.

## 5-Conclusiones

La práctica en su fase 0 permite al estudiante entender la programación imperativa, en la cual le representará instrucciones interactivas con diagramas de flujo y aprender a dar instrucciones de forma secuencial y lógica. En la Fase 1 permite fortalecer los conceptos de sistemas Flow Shop, Poka Yoke y producción automatizada.

Durante la fase 2 se propicia un espacio para que los estudiantes utilicen habilidades críticas para entender, discutir y solucionar problemas, favoreciendo el desarrollo propositivo y analítico de los estudiantes frente a situaciones a las que futuramente en el ámbito laboral se puede enfrentar, así mismo se fortalece la relación del estudiante con una línea de producción, estaciones automáticas y el análisis necesario para aplicar procesos de automatización.

La programación por medio de diagramas de flujo, permite al estudiante entender cada una de las acciones que deben tener los módulos para su operación y así logrando desarrollar un análisis estructurado del funcionamiento de las máquinas.

## 6-Referencias

- Bello, C. (2006). Manual de producción aplicado a las PYME 2da edición, Eco ediciones, Bogotá, D.C., pp. 39, 40, 41, 42, 43,44.
- Ecu red, proceso de enseñanza aprendizaje consultado el 10 de mayo del 2016 en: [http://www.ecured.cu/Proceso\\_de\\_ense%C3%B1anza-aprendizaje](http://www.ecured.cu/Proceso_de_ense%C3%B1anza-aprendizaje)
- Krajewski, L., Ritzman, L., Malhotra, M., (2008). Administración de operaciones procesos y cadena de valor. Pearson Educación, México, D.F., pp.187
- Mata, R. (1994). Automatización y simulación de procesos, Campo, C. and Bernal, Yesid. H., Bogotá, D.C., pp. 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54
- Monks, J. (2000). Administración de Operaciones teoría Y 531 Problemas resueltos, Mc Graw Hill, Bogotá D.C., pp. 130, 131,281,282.

- Monografías, Diagrama de flujo, consultado el 16 de abril en: <http://www.monografias.com/trabajos59/diagrama-flujo/diagrama-flujo.shtml>
- Universidad del Cauca, desarrollo e implementación de sistemas de producción, consultado el 10 de abril en <http://fccea.unicauca.edu.co/old/modelos.htm>
- Uribe, A. (1997). Curso básico de administración Tomo 2 producción, Norma S.A. Bogotá, D.C., pp.89,90.

## Sobre los autores

- **Juan David Rodríguez:** Estudiante sexto semestre de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. [juanrp-@utp.edu.co](mailto:juanrp-@utp.edu.co)
- **John Andrés Muñoz Guevara.** Ingeniero Industrial, Magister en sistemas automáticos de producción. Profesor Asistente Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira. [johandmunoz@utp.edu.co](mailto:johandmunoz@utp.edu.co)
- **Germán Cock Sarmiento:** Ingeniero Industrial, Magister en Investigación de Operaciones y Estadística. Profesor Asociado Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira. [cook20038@gmail.com](mailto:cook20038@gmail.com)
- **María Elena Bernal Loaiza:** Ingeniero de Sistemas, Magister en Investigación de Operaciones y Estadística, Magister en Administración del desarrollo humano y Organizacional, Estudiante de Doctorado en didáctica de la Universidad Tecnológica de Pereira. Profesor Asociado Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira. [mbernal@utp.edu.co](mailto:mbernal@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)