

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

# Debates sobre Innovación

DICIEMBRE  
2019

VOLUMEN 3  
NÚMERO 1

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica  
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Unidad Xochimilco



MEGI  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN  
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,  
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

# **DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PARA LA EJECUCION DE MANUFACTURA (MES) PARA EL LABORATORIO DE CONTROL DE PROCESOS 20A SENA-CEAI**

Juan Sebastián Obonaga Rubiano  
Universidad Autónoma De Occidente, Colombia  
Juan.Obonaga@uao.edu.co

Juan David Guerrero Mena  
Universidad Autónoma De Occidente, Colombia  
Juan20Guerrero@gmail.com

William Gutiérrez Marroquín  
Servicio Nacional de Aprendizaje, Centro de Electricidad y Automatización Industrial, Colombia  
william.gutierrez@sena.edu.co

## **Resumen**

This document demonstrates the development of an MES system with the aim of generating skills in the apprentices and thus meet the needs of the manufacturing industry, under the premise of the integration and uniformity of the data, providing the necessary information to optimize the systems productive from the launch of the manufacturing order, to the finished product, providing specific benefits that focus on production activities.

## **Palabras clave**

FESTO  
Manufacturing Execution System MES  
Sistemas de Control

## **Introducción**

En la actualidad una de las opciones para generar una ventaja competitiva en las industrias es adoptar un sistema que permita la comunicación continua entre los sistemas de fabricación y los sistemas de gestión empresarial (Manufacturing Execution System), estos sistemas se han desarrollado con el objeto de cubrir las necesidades de la industria manufacturera, bajo la premisa de la integración y uniformidad de los datos, proporcionando la información necesaria para optimizar los sistemas productivos desde el lanzamiento de la orden de fabricación ,hasta obtener el producto acabado, aportando beneficios específicos que se focalizan en la optimización de producción (Chroma, 2017).

Al disponer de la información desde el momento en el cual el cliente genera el pedido del producto, la información de la empresa se formaliza y modifica el estado de una base de datos, los datos almacenados permitirán en línea o fuera de línea todo tipo de análisis, convirtiendo la integración de la información en un objetivo estratégico dentro de las mismas, ya que es imperante para la toma de decisiones y correcta ejecución de la producción (Armesto Quiroga, 2017). Es por esto que se propone una plataforma para la

ejecución de manufactura didáctica que permita al Centro de Electricidad y Automatización Industrial, CEAI, del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, formar profesionales técnicos ,tecnológicos y complementarios con conocimientos sobre los sistemas de ejecución de manufactura , ya que muchas empresas están buscando nuevos profesionales y herramientas tecnológicas que permitan optimizar los procesos operativos internos, ahorrar costos y ser más eficientes, lo que les traería como consecuencia un mejor posicionamiento y la atracción o conservación de clientes obteniendo una mejor competitividad, atendiendo la exigencia de la globalización de los mercados.

En el año 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad de la población. Las metas para ser alcanzadas en 15 años se concretan en 17 objetivos de desarrollo sostenible.

Bajo el concepto de industria 4.0 la fábrica inteligente tiende a la autorganización, el autocontrol y el autoaprendizaje de los sistemas de fabricación y logísticos, potenciando la inteligencia local y distribuida (ALEGSA, 2017).

Industria, innovación e infraestructura es uno los objetivos de desarrollo sostenible, con la integración de la información del sistema productivo desde los sistemas de supervisión y monitoreo hacia los sistemas de ejecución de la manufactura, MES, se logra documentar la gestión de la planta, permitiendo mejorar la calidad de entrega al cliente y a su vez incrementar la eficiencia del sistema productivo (CCM, 2017).

## Planteamiento del Problema

En el laboratorio de control de procesos del CEAI, se cuenta con cuatro plantas didácticas FESTO, estas plantas están integradas de tal forma que permiten la simulación de un proceso de fabricación de bebidas.

La MPS es un sistema de fabricación didáctico, integrado por varias estaciones que Conforman el proceso, la fábrica describe un modelo productivo definido por los siguientes procesos unitarios: Filtrado, Mezcla, Reactor, Embotelladora. Los procesos unitarios en su orden específico dan como resultado un producto terminado, en este orden de ideas la materia prima tiene que completar todos los subprocesos para así transformarse en producto terminado en las especificaciones requeridas.

**Figura 1 . Sistema MPS FESTO**



Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y HELMICH, Jurgen. Sistema de producción MPS [CD].

En: Manual de´ usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkendorf Alemania. 2006.

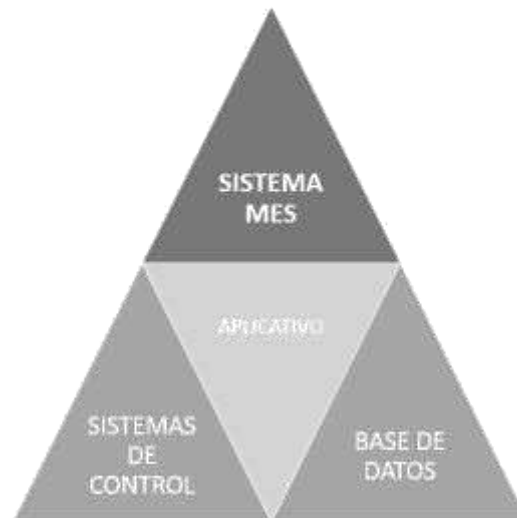
## Metodología del proyecto

El tipo de investigación de este proyecto se enmarca dentro de la investigación aplicada, a partir de los elementos tecnológicos adquiridos y verificados se pretende definir una estrategia metodológica que permita la transformación digital de procesos de manufactura existentes.

A continuación, se describen las actividades desarrolladas para alcanzar los objetivos propuestos en el proyecto.

El sistema MES esta soportado sobre tres componentes fundamentales como se observa en la figura 2, la integración estos tres componentes permiten el funcionamiento del sistema integra (E. A. Portela Santos, E. D. F. Rocha Loures, 2008).

**Figura 2 Componentes del sistema MES**



Fuente. Propia

### ***A. IDENTIFICACION DE LOS PROCESOS E IMPLEMENTACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE CADA UNA DE LAS PLANTAS***

Para el desarrollo del proyecto, fue necesario conocer las características técnicas de cada una de las plantas FESTO MPS PA, esto con el fin de lograr identificar los procesos realizados por cada una de ellas y como a través de los sensores y actuadores es posible llegar a cumplir cada una de estas tareas. Una vez se ha realizado el análisis detallado de cada una de las plantas es posible lograr identificar los lazos de control que se encuentran inmersos en cada uno de los procesos y así poder estimar un modelo matemático que describe el comportamiento de las variables análogas presentes en cada uno de los procesos y de esta manera poder calcular e implementar un controlador que permita tener el control sobre las variables análogas (Server, 2017) .

### ***B. ESTRUCTURA FISICA Y TIPO DE PRODUCCION EN LA DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS***

La materia prima que nutre todo el sistema de producción solo ingresa en la fase inicial de todo el proceso, es decir en la planta de filtrado, de ahí una vez realizado este proceso va siguiendo un proceso secuencial en cada una de las plantas, esto quiere decir que en el sistema MPS la materia prima sigue una misma ruta secuencial sin importar el producto solicitado, pues en proceso de mezcla los componentes que se van a mezclar difieren no en su composición sino en su



temperatura. Finalmente debido al análisis realizado a todo el proceso de manufactura del sistema MPS FESTO fue posible identificar que sigue un proceso de producción continuo.

### ***C. MODELADO DE LOS SISTEMAS PARA POSTERIOR CALCULO DEL CONTROLADORES***

Para el modelado de los sistemas se optó por sacar un modelo experimental de cada uno, sometidos a un conjunto de entradas conocidas y midiendo sus salidas, obteniéndose así un modelo experimental. Es decir, se estimó la función de transferencia del sistema a partir de las relaciones entrada-salida.

Para lograr estimar este modelo se usaron varias herramientas que permitieron la toma de datos, una de estas herramientas es MATLAB, que permite tomar los datos tanto de la entrada como la salida para almacenarlos en dos arreglos y luego procesarlos en el System Identification Toolbox<sup>TM</sup> de MATLAB así finalmente es posible estimar la función de transferencia del sistema, cabe resaltar que esta toma de datos se realiza en lazo abierto pues es necesario observar el comportamiento de la salida frente a una entrada conocida.

Otra de las herramientas que se usaron para lograr obtener estos datos y modelar el sistema fue el software de programación del PLC Codesys donde se implementó un programa en lazo abierto de control para así obtener los datos de entrada y salida del sistema, estos datos se guardan en variables que luego se comunican a MATLAB; lograr compartir variables entre estos dos softwares individuales es posible gracias al estándar de comunicación OPC que nos permite comunicar MATLAB y CODESYS a través de una arquitectura cliente-servidor (Codesys OPC-Server V2.0, 2018).

### ***D. IDENTIFICACION E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL ESTACION FILTRADO***

El proceso que realiza esta estación es filtrar el líquido que es bombeado del primer depósito al segundo haciéndolo pasar a través del filtro utilizando una válvula de compuerta. El líquido filtrado llega al segundo depósito a través de una válvula de mariposa con actuador neumático semi-giratorio, finalmente este líquido filtrado puede bombearse a la siguiente estación utilizando una bomba aparte. El filtro puede enjuagarse utilizando un programa de enjuague adicionando aire comprimido regulado a través del filtro para liberar la suciedad depositada. Una vez este sistema se modeló en MATLAB se calcularon las constantes y se implementó un controlador tipo PID para la variable analógica de presión, además para llevar la secuencia del proceso se implementó una rutina a través de lenguaje Grafset. En la figura 3, se muestra la planta de filtración (Didactic, 2018).

**Figura 3 Estación Filtrado**



Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y HELMICH, Jürgen. Sistema de producción MPS [CD]. En: Manual de usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkkendorf Alemania. 2006.

### ***E. IDENTIFICACION E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL ESTACION REACTOR***

La función de la estación de reactor es elevar la temperatura del líquido proveniente de la estación de filtrado con dos finalidades, la primera es intentar eliminar microorganismos presentes en el líquido y la segunda es que a través de la temperatura se va a identificar que insumo se está procesando para su posterior envío a la estación de mezcla, para este proceso esta planta cuenta con un actuador resistencia y un sensor de temperatura tipo PT-100. Una vez este sistema se modeló en MATLAB se calcularon las constantes y se implementó un controlador tipo PID para la variable análoga de temperatura, además para llevar la secuencia del proceso se implementó una rutina a través de lenguaje Grafset. En la figura 4 se muestra la estación reactor (FESTO, 2007).

**Figura 4 Estación Reactor**



Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y HELMICH, Jurgen. Sistema de producción MPS [CD]. En: Manual de usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkendorf Alemania. 2006. Disponible en internet. [www.festo-didactic.com](http://www.festo-didactic.com)

### ***F. IDENTIFICACION E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL ESTACION MEZCLA***

Esta estación mezcla productos de tres depósitos según diferentes recetas. El líquido de uno de los tres depósitos es bombeado al depósito principal de forma controlada abriendo la respectiva válvula de bola de dos vías. La mezcla terminada puede bombearse a la siguiente estación por medio de una segunda bomba – o bombearse de nuevo al depósito.

#### ***A. Mejora al sistema estación mezcla.***

De acuerdo al diagrama P&ID de la planta de mezcla es evidente el frecuente contacto del operario con proceso, pues es necesario la apertura de las válvulas manuales, para lograr la distribución de los ingredientes, provenientes de la estación de reactor, en los depósitos respectivos, siendo esto un factor desequilibrante al momento de optimizar y mejorar la producción ver figura 5.

**Figura 5 Estación Reactor**



Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y HELMICH, Jurgen. Sistema de Producción MPS [CD]. En: Manual de usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkendorf Alemania. 2006. Disponible en internet. [www.festo-didactic.com](http://www.festo-didactic.com)

***B. Propuesta e implementación de mejora al sistema estación mezcla***

Con el propósito de mejorar el proceso de producción de la planta de mezcla, se propone acondicionar tres electroválvulas solenoide de 12 VDC reemplazando de esta manera las válvulas manuales, por otro lado también se decide realizar un cambio en la estructura de distribución de agua en la planta, eliminando la entrada única al tanque B201, garantizando de esta manera que los ingredientes provenientes de la estación de reactor lleguen a su respectivo deposito, de esta manera es posible mejorar tiempos de proceso y eliminar el contacto de operario dentro del mismo como se observa en la figura 6.

**Figura 6 Mejora al Sistema Estación Mezcla**



Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y HELMICH, Jurgen. Sistema de producción MPS [CD]. En: Manual de usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkendorf Alemania. 2006. Disponible en internet. [www.festo-didactic.com](http://www.festo-didactic.com).

## ***G. IDENTIFICACION E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL ESTACION LLENADO***

La función de la estación de llenado es envasar el producto final El liquido es bombeado en el recipiente de dosificación desde el depósito. Las botellas son transportadas al punto de llenado por medio de una banda transportadora Un separador neumático separa las botellas Las botellas llenas de las vacías y estas se llenan con diferentes cantidades desde el deposito dosificador, según la presentación seleccionada. En la figura 7 se muestra la planta de llenado.

Una vez este sistema se modelo en MATLAB se calcularon las constantes y se implementó un controlador tipo PID para la variable análoga de nivel, además para llevar la secuencia del proceso se implementó una rutina a través de lenguaje Grafcet.

**Figura 7 Mejora al Sistema Estación Mezcla**



Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y´ HELMICH, Jurgen. Sistema de producción MPS [CD]. En: Manual de usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkendorf Alemania. 2006.

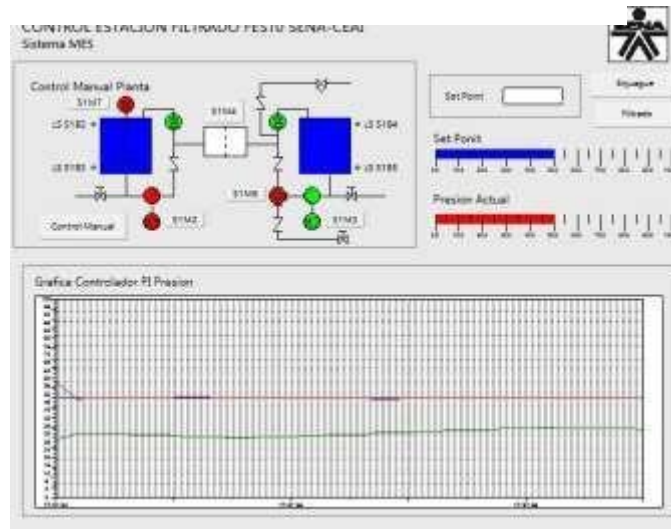
## ***H. INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA HMI***

Una vez implementado los sistemas de control y el Grafcet para cada una de las estaciones se desarrolló un sistema de supervisión para cada planta a donde se pueden observar el estado actual de cada sensor y actuador, a además verificar el comportamiento de la variable análoga como se observa en la figura 8.

El desarrollo de esta interfaz se realizó en Codesys (AUTOMATIZACION INDUSTRIAL, 2018), teniendo en cuenta que En ISO 9241-110, el término interfaz de usuario se define como” todas las partes de un sistema interactivo (software o hardware) que proporcionan la información y el control necesarios para que el usuario lleve a cabo una tarea con el sistema interactivo” este sistema es tan importante como el propio control del proceso por parte del PLC, a partir de este es posible visualizar la información y mostrar los datos de interés hacia el operador .



**Figura 8 Interfaz HMI estación Filtrado**



Fuente. Propia

## ***I. DEFINICION DE LA ESTRUCTURA DEL APLICATIVO A PARTIR DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA MES***

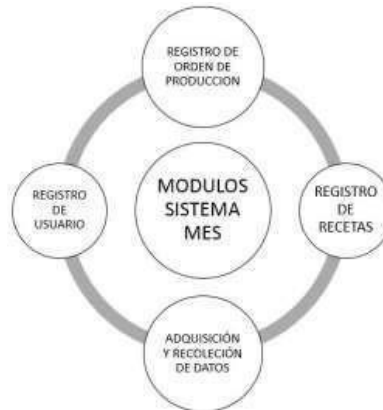
Para realizar el aplicativo MES se debe de conocer cuáles son los módulos o componentes que se tienen que desarrollar e integrar al aplicativo y los procesos que se deben de llevar a cabo, de igual forma se hace un recuento de los procesos globales a desarrollar.

### ***Módulos a implementar del Sistema MES***

- a. Registro De Usuario Hace referencia al registro de los operarios que están encargados de operar las plantas o que tienen acceso a la información a través de cuentas de usuario generadas por un administrador, quien brindara a cada usuario una contraseña para el ingreso al sistema, con el fin de llevar una trazabilidad de las operaciones que se realizan por medio de los diferentes usuarios.
- b. Registro De Recetas Con este módulo se busca tener un registro de toda la información de los diferentes productos y sus características específicas, también se busca ahorrar tiempo y suprimir errores cometidos por la digitación constante de los diferentes valores de los productos en cada estación. Por este motivo solo se ingresa una sola vez la receta y una vez ingresada solo se llama para ser ejecutada, y así podremos hacer una documentación apropiada de cada una de las etapas del proceso.
- c. Registro De Ordenes De Producción Con este módulo se pretende obtener toda la información necesaria para poder lanzar una orden de producción a la planta y que esta sea capaz de procesarla según los requerimientos que se hayan especificado con anterioridad. en esta etapa se logra resumir todos los registros y de acuerdo con la información que se digita se podrán enterar si a planta está en condiciones de producir o no.

- d. Adquisición y recolección de datos con este módulo se gestiona la recolección de información ya sea generada directamente en los equipos, procesos o por otros módulos e interfaces. A través de este módulo es posible generar un registro en el tiempo de los estados actuales de cada uno de los sensores y actuadores de las plantas, eso permite llevar un registro detallado de la operación de cada una de las plantas.

**Figura 9 Módulos del sistema MES**



Fuente. Propia

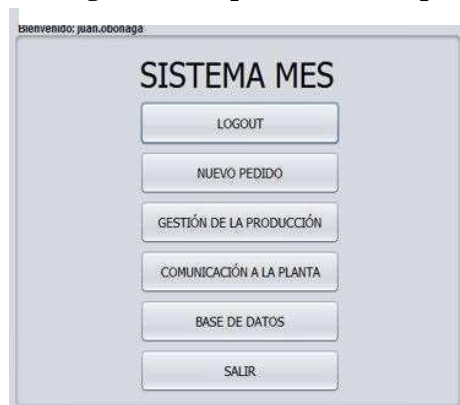
Teniendo en cuenta que de las varias tareas que debe realizar un programa para cumplir con su función u objetivos, un módulo realiza, comúnmente, una de dichas tareas (o varias, en según el caso). Los sistemas MES son principalmente un sistema que engloba un conjunto de diferentes módulos funcionales que cubren distintas necesidades de una planta productiva, en el caso de este proyecto se plantean cuatro módulos que componen el sistema.

### **J. APLICATIVO**

El aplicativo fue desarrollado netamente en java (NETBEANS) y para su desarrollo se tuvieron en cuenta cada uno de los módulos del sistema MES, que fueron definidos con anterioridad como se observa en la figura, cada uno de estos módulos cuenta con una interfaz que están ligadas a través de la interfaz panel principal como se observa en la figura 10, estas interfaces están soportadas bajo el código de sus clases respectivas dentro del programa.

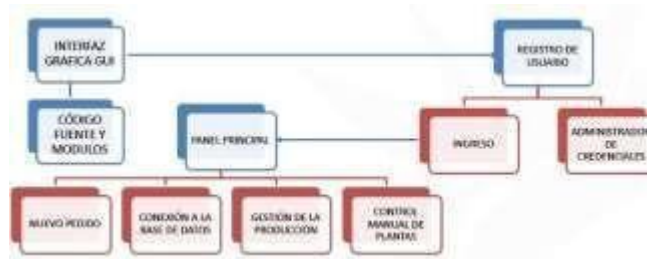
Debido a esto se buscó desarrollar una interfaz que tuviera consistencia en su forma, es decir en la uniformidad, en apariencia, colocación, y comportamiento de todos los componentes que la conforman, como se puede observar la importancia de este criterio está en que puede reducir el esfuerzo humano para aprender, así como las habilidades requeridas para su aprendizaje.

**Figura 10 Arquitectura del aplicativo.**



Fuente. Propia

**Figura 11 Interfaz panel principal aplicativo MES**



*Fuente. Propia*

Adicionalmente también se buscó simplificar las descripciones que ejecutan cierta tarea y se sustituyeron por un elemento visual que representa la acción que se espera que haga el usuario, como se puede observar en el HMI de cada una de las plantas y en el módulo de trazabilidad del proceso. Para esto se procuró que los elementos visuales se asemejen lo más posible a la vida real y que tengan significado para el usuario pues los sistemas son más usables cuando indican claramente su estado, las posibles acciones que se pueden tomar, y los resultados de las acciones que se hagan con él.

**Figura 12 Interfaz gestión de la Producción Aplicativo MES**



*Fuente. Propia*

### **K. BASE DE DATOS**

Toda la información que se está generando tanto en el aplicativo como en la planta es necesario almacenarla en una base de datos, para esto se implementó una base de datos SQL

**Figura 13. Estructura Base de Datos SQL**



*Fuente. Propia.*

### ***Fuentes de Información de la base de datos.***

El almacenamiento de los datos en este caso se presenta desde dos fuentes que son importante reconocerlas, una de ellas es el proceso productivo como tal, desde este por medio de los sensores se envía información al sistema y este es capaz de almacenarla y procesarla, la otra fuente de información es el operario, esta persona ingresa información complementaria para la operación y desarrollo de los procesos. En este orden de ideas se genera una clasificación dentro de la cual se señala que información es suministrada por la maquina como tal y que información es ingresada por el operario: Información suministrada por la maquina o proceso esta información en la base de datos es guardada en las tablas de cada una de las estaciones:

- Avance de producción.
- Estado de las estaciones (sensores y actuadores)

Información suministrada por el operario en la base de datos es guardada en las tablas de solicitud y producción:

- Registro de recetas
- Registro de órdenes de producción.
- Registro de usuarios.

Finalmente se implementó la base de datos generando las tablas donde se almacena toda esta información y de esta manera poder consultar datos tanto del aplicativo como de la planta, los datos de los estados de los sensores y actuadores se generó una tabla en la base de datos para cada planta como se observa en la figura 14.

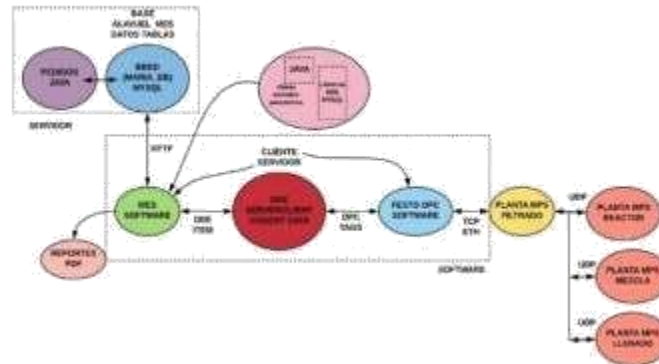
### ***L. INTEGRACION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA MES A PARTIR DE PROTOCOLOS DE COMUNICACION***

Por medio de la red implementada entre los PLC de cada una de las plantas, se logró centralizar las señales provenientes de cada uno de ellos, de igual forma se consiguió distribuir la información de manera eficiente desarrollando un sistema que es capaz de operar las cuatro estaciones de manera simultánea y administrar su información sin necesidad de digitar ni una sola línea de código. La utilización de estándares de comunicación como el OPC, que son protocolos estándares en la industria, garantiza que no existan problemas de compatibilidad entre equipos y pérdidas de información. Por medio de este se logró hacer la transmisión de todas las variables desde el PLC hacia el aplicativo y viceversa.

Para la comunicación de todo el sistema se utilizaron varios estándares de comunicación tanto industriales como como estándares informático, para la comunicación entre los PLC de las plantas se implementó un protocolo de comunicación UDP , también para la comunicación entre el aplicativo y el sistema de control se utilizaron varios protocolos pues fue necesaria la intervención de dos software para este fin , la comunicación entre el OPC FESTO y la planta se logró a través del protocolo TCP y la comunicación entre el COGENT y el aplicativo se logró a través del protocolo DDE, Finalmente la comunicación entre el aplicativo y la base de datos se realiza a través del protocolo HTTP.



**Figura 14 Estructura sistema de comunicación**



Fuente. Propia.

## Resultados

- Cada una de las plantas FESTO se lograron caracterizar gracias a la documentación suministrada por instructores y sus diagramas P&ID, esto permitió identificar el funcionamiento de cada una de ellas con el fin de conocer las variables del proceso, determinando así las especificaciones técnicas de cada una de las estaciones.
- Por medio de la red implementada entre los PLC de cada una de las plantas, se logró centralizar las señales provenientes de cada uno de ellos, de igual forma se consiguió distribuir la información de manera eficiente desarrollando un sistema que es capaz de operar las cuatro estaciones de manera simultánea y administrar su información sin necesidad de digitar ni una sola línea de código.
- Para el control de las variables análogas fue necesario la identificación del sistema a través del System Identification Toolbox de MATLAB con el fin de modelar matemáticamente el sistema y a partir de este modelo calcular e implementar los controladores respectivos para cada una de las variables análogas.
- La operatividad del aplicativo es muy simple pues la interfaz de los programas está diseñada de manera que permite intuir cuál es su forma de operar, en este orden de ideas se podría resaltar el hecho de que no es necesario digitar ni una sola línea de programación para operar ninguno de los sistemas, pues las operaciones ya se encuentran sistematizadas por medio de botones y procedimientos previamente establecidos.
- Con la instalación de un sistema MES y la capacitación de personal en esta tecnología, se consiguen unas mejoras operativas fundamentales reduciendo los costes de producción y mejorando la calidad de los productos, todo ello hace indirectamente que la industria se vuelva más competitiva.

- f. Para la comunicación de todo el sistema se utilizaron varios estándares de comunicación tanto industriales como estándares informáticos, estos estándares de comunicación juegan un papel importante en todo el sistema pues son los que permiten la comunicación entre cada uno de los componentes del sistema MES.

## Conclusiones

La integración de aplicaciones informáticas de acceso libre con aplicaciones industriales, permite diseñar e implementar aplicaciones de gestión de procesos de manufactura, mediante las cuales se logra optimizar la producción, conectando en forma horizontal y vertical todas las dependencias comprometidas en el sistema de manufactura. Esta integración permite alcanzar la optimización de los procesos de producción, logrando establecer sistemas sostenibles a través de aplicación de estrategias de innovación y el uso de tecnologías disruptivas que permiten mejorar la eficiencia del sistema productivo.

## Referencias.

- ALEGSA. (2017). *Ventajas y desventajas del modelo cliente/servidor*. Retrieved from <https://goo.gl/zkYhCr>
- Armesto Quiroga, J. I. (2017). *Instalaciones de Sistemas de Automatización y Datos*. Retrieved from <http://www.disa.uvigo.es/>
- AUTOMATIZACION INDUSTRIAL, R. I. 4. . (2018). *8 razones para aprender a programas Codesys*. Retrieved from <https://goo.gl/sCHuPg>
- CCM. (2017). *Introducción a la arquitectura de un sistema Servidor*. Retrieved from <https://goo.gl/W5UYhV%0A%0A>
- Chroma. (2017). *Manufacturing Execution Systems (MES) Model sajet*. Retrieved from <https://goo.gl/kauyb7>
- Codesys OPC-Server V2.0. (2018). *Installation and Usage Document Version 1.7-Single PLC Configuration*. Retrieved from <https://goo.gl/R9jJEF>
- Didactic, F. (2018). *Automatizacion De Procesos y Técnicas De Regulación Estación Filtrado*. Retrieved from [archivo computador].
- E. A. Portela Santos, E. D. F. Rocha Loures, F. D. y M. A. B. de P. (2008). *Proposal of an industrial information system model for automatic performance evaluation*. *De IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Hamburg*.
- FESTO. (2007). *Automatizacion De Procesos Y Técnica De Regulación Estación de reactor*. Retrieved from <https://goo.gl/yWy49T>
- Server, C. O. (2017). *Installation and Usage - Configure symbol*. Retrieved from <https://goo.gl/jxMeua>