

Estrategia de implementación de un sistema de ejecución de la manufactura (MES) en el proceso de producción de bioetanol de 2G en la planta piloto del ITVER

RESUMEN: El presente trabajo tiene como propósito mostrar una visión general del desarrollo de la implementación de un sistema de ejecución de la manufactura (MES) en el proceso de producción de bioetanol de 2da Generación en la planta piloto del Instituto Tecnológico de Veracruz, para este sistema se determinaron 5 etapas principales: Inicio. Planificación, ejecución, seguimiento y control, cierre. Este sistema se implementa a través de un software denominado Wonderware MES, el cual permite llevar un control de la operación de la planta de una manera ordenada con datos en tiempo real, recabar y distribuir la información de la planta piloto de bioetanol de 2G es de los objetivos más importantes, el cual contará con una metodología de operaciones básicas, dando como resultado la toma de decisiones de la manera correcta en tiempo y forma, Así mismo se mostrara cuáles son los posibles software MES y como se determinó cual es el más adecuado[1]. Previamente a la implementación del sistema, se realizan actividades para recopilar la información de la planta, equipos, maquinarias, personal de operación y auxiliares y toda la información que es relevante en el proceso y es transmitida a través de las redes de comunicación hasta llegar al software, una vez capturada se procede a realizar un análisis con la finalidad de detectar posibles fallos y ser corregidos, para cuando se ponga en marcha pueda funcionar de manera adecuada y sin errores[2].

PALABRAS CLAVE: Automatización, MES (Sistema de Ejecución de la Manufactura), bioetanol, CIM (Manufactura integrada por computadora), Manufactura, ERP (Planificación de recursos empresariales), SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).



Colaboración

Yerania Salinas Sarabia, Instituto Tecnológico Superior de Mianitla; María Guadalupe Aguilar Uscanga; Javier Gómez Rodríguez, Instituto Tecnológico de Veracruz

ABSTRACT: The purpose of this work is to show an overview of the development of the implementation of a manufacturing execution system (MES) in the 2nd Generation bioethanol production process in the pilot plant of the Veracruz Institute of Technology, for this system They determined 5 main stages: Start. Planning, execution, monitoring and control, closing. This system is implemented through a software called Wonderware MES, which allows you to keep track of the operation of the plant in an orderly manner with real-time data, collect and distribute the information of the 2G bioethanol pilot plant. The most important objectives, which will have a methodology of basic operations, resulting in decision-making in the right way in a timely manner, it will also show what are the possible MES software and how it was determined which is the most appropriate. Prior to the implementation of the system, activities are carried out to collect the information of the plant, equipment, machinery, operating personnel and auxiliaries and all the information that is relevant in the process and is transmitted through the communication networks until reaching the Once the software has been captured, an analysis is carried out in order to detect possible failures and be corrected, so that when it is started up it can function properly and without errors.

KEYWORDS: Automation, MES (Manufacturing Execution System), Bioethanol, CIM (Computer Integrated Manufacturing), Manufacturing, ERP (Enterprise Resource Planning), SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

INTRODUCCIÓN

En la industria el progreso tecnológico ha ido en constante evolución dado el creciente interés en el desarrollo de sistemas automatizados, con la finalidad de satisfacer necesidades y solucionar problemas más puntuales que precisan una definición y delimitación más específica de las problemáticas del contexto industrial [1].

Las empresas han optado por implementar tecnologías innovadoras para atender y satisfacer las necesidades de los clientes que requieren un suministro rápido, de bajo costo y de gran calidad. En la búsqueda continua de mejoras en la eficiencia de los procesos de producción, el sector industrial ha realizado grandes inversiones en la adquisición de nuevas tecnologías tales como hardware y software para soportar e implementar sensores, actuadores, controladores lógicos programables PLC's, actualización de maquinaria y sistemas de supervisión SCADA (del inglés, Supervisory Control And Data Acquisition). Con las nuevas generaciones de tecnologías de la información en las empresas existe la falta de un vínculo crucial entre los procesos automatizados y otras áreas de la empresa, que va desde la gestión de la producción, áreas de logística, recursos humanos y financieros [2]. Una solución viable para resolver esta falta de comunicación entre las áreas es la implementación de un sistema de ejecución de la manufactura MES [3].

Los sistemas MES son parte del modelo CIM perteneciendo al nivel 3 de la pirámide CIM (del inglés, Computer Integrated Manufacturing), el cual es una herramienta que integra todos los procesos existentes en la manufactura a través de la implantación de sistemas automatizados permitiendo comunicación entre áreas funcionales y operacionales [7]

El modelo CIM se remonta a principio los años 70s, desarrollado por Joseph Harrington, quien publicó un libro llamado "Computer Integrated Manufacturing" en 1973, que pretendía la idea de crear una industria controlado por los ordenadores, luchando por establecer en el mercado mejores precios, servicios y productos [10]

Un sistema MES se utiliza en la industria de manufactura para seguimiento y control de los procesos de producción, facilita y proporciona información a los ingenieros del proceso sobre las condiciones actuales y mejoras en la productividad. [9]

A través de un sistema MES se obtienen datos en tiempo real del nivel producción y son transmitidos al nivel ERP (del inglés, Enterprise Resource planning), estos datos al llegar al nivel directivo de la empresa pueden ser analizados y facilitar la toma de decisiones operativas [6]

MATERIAL Y MÉTODOS

En el Instituto Tecnológico de Veracruz se encuentra

ubicada la primera planta piloto generadora de bioetanol de 1era y 2da Generación en México, el proceso de obtención del bioetanol [11] se genera a través de una serie de etapas donde se involucran una gran cantidad de equipos, maquinarias, componentes, sistemas eléctricos, personal operador, entre otros; se pretende que el proceso sea automatizado totalmente, razón por el cual se implementa un sistema MES, para llevar a cabo la implementación se están desarrollando una serie de actividades en las cuales se recopila toda la información de la planta de manera manual, se tendrá un listado de todos los equipos existentes en la planta que son parte del proceso y las características de cada uno de ellos, un listado de componentes, un listado del personal operador y auxiliares, toda la información que exista en el almacén de materiales, la información de producciones anteriores será capturada en el software para tener datos de referencia, se identificarán tiempos muertos que existan en el proceso de producción y posteriormente se ejecutará una estrategia de rendimiento y eficiencia, se validarán señales y se revisarán las redes de comunicación con apoyo de personal del área de informática, para asegurar que toda la información transmitida hacia el software sea correcta y completa [2].

La planta piloto de bioetanol del ITVER cuenta con un software llamado InduSoft, el cual es una herramienta de automatización para la recopilación de datos SCADA, este software permite integrar dispositivos de control y adquisición de pantallas y computadoras a nivel industrial, este software cuenta con la información que se transmite a través de los sensores de temperatura, Sensores de presión, actuadores, bombas, sistemas, gabinetes de control, controles lógicos programables (PLC's), en la figura 1 se puede observar la representación de los sistemas SCADA y MES y como se complementan entre ellos, donde toda la información que se transmite a través de los componentes provienen de las etapas que conforman el proceso de obtención de bioetanol de 2G, como lo son: pretratamiento, proceso de hidrólisis enzimática, proceso de hidrólisis ácida, hidrólisis alcalina, fermentación, etc.

El software InduSoft se utiliza como complemento para la implementación del sistema MES, estos softwares de operación y supervisión permiten al operador interactuar con el proceso de obtención de bioetanol 2G, facilitando la toma de decisiones de manera remota desde un cuarto de control.

Actualmente existe una asociación mundial sin fines de lucro denominada MESA (del inglés, Manufacturing Enterprise Solutions Association), esta asociación se centra en la mejora de los procesos productivos a través de la optimización de las aplicaciones existentes en la industria implementando tecnologías de la información y buenas prácticas; esta asociación se conforma por empresas de fabricación, proveedores de softwa-

re y hardware, analistas, proveedores de servicios de consultoría, profesionistas, académicos y estudiantes. MESA es una organización preocupada en estandarizar el concepto y el alcance de las soluciones MES.

se podrá programar la fecha de inicio y fin de cada una de las etapas del proceso de producción, en la figura 2 se muestran las etapas que se monitorean a través del sistema MES en el cual cada una de estas etapas tiene características y datos que serán transmitidos de manera puntal y se ordenaran en secuencia lógica desde el inicio de la molienda hasta la obtención del producto terminado, se podrá verificar el tiempo que conlleva cada una de las etapas para la obtención del bioetanol.

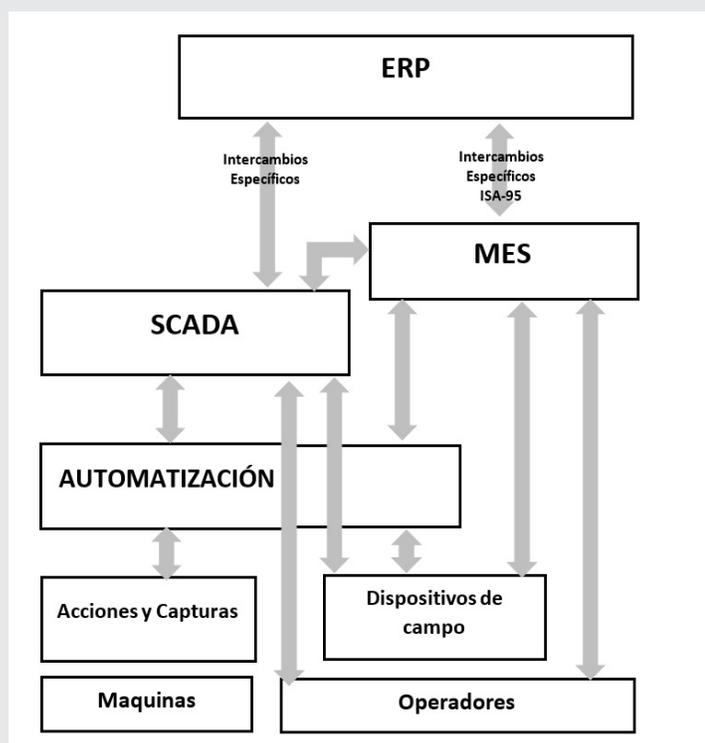


Figura 1. Representación del sistema SCADA y el sistema MES.

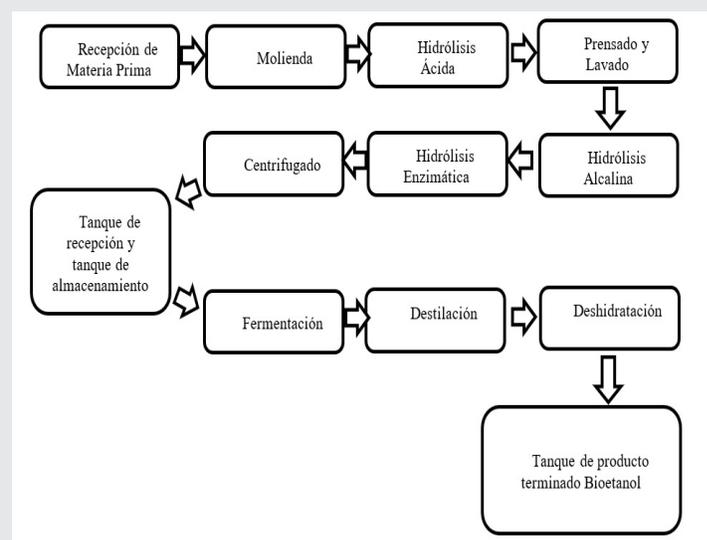


Figura 2. Etapas que se monitorean en el proceso de producción de bioetanol 2G en la planta piloto del ITVER.

MESA International se fundó en 1992 con la finalidad de promover los sistemas MES, el alcance se amplió posteriormente para incluir funciones en toda la cadena de valor empresarial de manufactura e integración de dispositivos de planta y control de sistemas empresariales e inteligencia para niveles más altos de automatización, optimización y organización de procesos de fabricación.

Los miembros de MESA abarcan una gama de diferentes entornos de fabricación, apoyando a sus miembros en la utilización de tecnologías para proporcionar visión en tiempo real de los procesos de producción.

La implementación del MES en el proceso de producción de bioetanol en la planta piloto de bioetanol estará conformada por 11 funcionalidades básicas establecidas por la Asociación MESA, en la figura 3 se representan estas funcionalidades de manera organizada y clasificadas por MESA [8]:

Programación de las Operaciones

Cuando se inicia el proceso de producción de Bioetanol en la planta piloto del ITVER, previamente se realiza una programación y planeación de las operaciones, para ello es importante tener un plan de actividades, conocer los tiempos y responsables de cada una de las actividades que se realizan. A través del sistema MES

Con la programación de las etapas se podrán visualizar los gráficos con información en tiempo real, se ejecutarán y controlarán operaciones y se prevenirán sobrecargas entre los centros de producción y a su vez se cumplirán con plazos de entrega establecidos.

Gestión de Recursos y Estados

Cada uno de los equipos, máquinas y sistemas que pertenecen a la planta piloto, se monitorearán por el sistema MES en todo momento, con la finalidad de optimizar y maximizar su eficacia, permitiendo llevar una programación para realizar mantenimiento preventivo y correctivo en caso de ser necesario, con la finalidad de prevenir fallas durante el proceso de la producción. En planta piloto se encuentran todos los equipos que son indispensables para el proceso de producción de bioetanol.

Control de las Unidades De Producción

El sistema MES tendrá un control sobre las unidades de producción de bioetanol a través de la generación de ordenes de producción que permitirá llevar un control individual por cada lote o pedido que se produzca.

Control de la Documentación

Toda la información interna y continua del proceso para la obtención de bioetanol de 2G estará disponible en todo momento a través del sistema MES, al tener con-

trolada toda la información se podrá identificar el estado actual de la planta con la finalidad de saber cómo mejorarlo. Todas las tareas que se lleven a cabo más de una vez o que la realicen numerosas personas, se capturarán en la base de datos del MES, este control permitirá eliminar errores, reducir el tiempo empleado en las tareas, mejorará la eficiencia y permitirá producir los resultados deseados.

Seguimiento Y Genealogía del Producto

Para la producción de bioetanol habrá un registro de todos los datos proporcionados a lo largo de la cadena de producción. Se conocerá en todo momento la ruta del producto desde que se toma la materia prima hasta la obtención del producto final.

Análisis de Indicadores de Rendimiento

Durante el proceso de producción de bioetanol en la planta piloto se tendrá la capacidad de analizar en tiempo real el funcionamiento general del proceso, detectando retrasos, cantidad de producción y parámetros de utilidad para analizar la eficiencia.

Gestión Laboral

A través del MES se podrá dar seguimiento a los operadores registrados en los trabajos y se podrá consultar el tiempo de permanencia en los equipos y/o máquinas, el MES almacenará datos del personal como horarios, horas laborales, calendarios y sus programaciones.

Gestión de Mantenimiento

El sistema MES permitirá garantizar la continuidad de la actividad operativa, al llevar un registro del uso de los recursos se podrá planificar mantenimientos preventivos evitando retrasos por fallas causadas en los equipos.

Gestión de Proceso

La información que se transmita a través de las redes de comunicación tanto de operaciones, equipos de planta, especificaciones, listas de materiales, rutas, y configuraciones, estarán vinculadas y monitorizadas permitiendo que el operario pueda intervenir sobre el proceso en cualquier momento.

Gestión de Calidad

El software MES permitirá realizar análisis de los datos relacionados con el proceso de obtención del bioetanol en tiempo real para mantener la calidad hasta su etapa final del proceso y tener la capacidad de identificar los problemas y puntos débiles a tiempo.

Captura de Datos

Toda la información que interviene en el proceso de producción de bioetanol 2G en la planta piloto, ha sido recolectada automática y manualmente, ha sido cargada en el software InduSoft y se capturara en el software Wonderware MES una vez que este sea instalado.

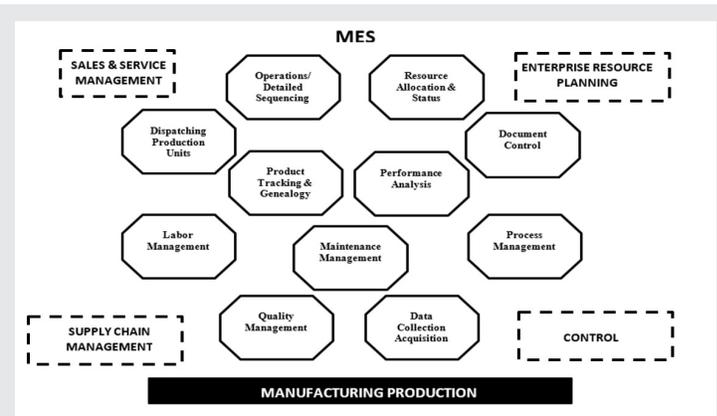


Figura 3. Representación de las funcionalidades de un MES, establecidas por la Asociación MESA [8]

Selección del Software MES

Para la implementación del sistema MES, se analizaron diferentes softwares que cumplan con las funcionalidades y que estas puedan ser adaptables a los requerimientos de la planta piloto.

En el mercado existe una gran variedad de software MES que son implementados en la industria manufacturera, entre las alternativas que se analizaron se encontraron las siguientes [3]:

EdInn

Edinn se integra directamente en la estructura de la empresa, trabajando on-line con cualquier ERP, dispone de una visión multiplanta desde la que se podrá acceder en tiempo real a múltiples centros de trabajo y ubicaciones.

Wonderware MES

Este software es uno de los más completos en el ámbito industrial, incluye la gestión de todas las funcionalidades con las que debe cumplir un MES, su modelo de proceso proporciona información fiable en tiempo real, donde los directivos y operarios están mejor ocupados para agilizar el flujo de pedidos y ejecución de la producción. Permite llevar a cabo un seguimiento de la transformación de materias primas a productos acabados, permitiendo evaluar rentabilidad y calidad.

Opera

Este software es un sistema MES completo, moderno, configurable y modular que cubre de manera perfecta la gestión y el control de actividades de Producción, Calidad, Materiales y Mantenimiento. El objetivo principal es facilitar información en tiempo real sobre el avance del plan de producción: actividades directas e indirectas, rendimiento, eficiencia por operador, máquina, línea, centro de coste, centro de trabajo, departamento, etc., la relación entre el tiempo programado y el tiempo utilizado.

Una vez que se analizaron los posibles software a implementar en la planta piloto de bioetanol 2G, se

concluyó que los 3 softwares cumplen con los requerimientos de planta y se determinó que el software más viable para adquirir es el Wonderware MES de acuerdo a las siguientes razones: Maneja una versión académica con 20 licencias, que pueden ser utilizadas por los estudiantes de posgrado del ITVER, el software pertenece al mismo distribuidor del programa InduSoft, lo que facilita la complementación de ambos y finalmente por el costo, ya que al ser una versión académica el precio es más accesible.

Simulación del sistema MES

Una vez recopilada y capturada manualmente la información de planta e instalado el Wonderware MES, partiremos hacia la simulación del sistema, transmitiendo la información de cada uno de los equipos que cuenta con pulsadores que indican si se encuentra en parada o funcionamiento. Cada elemento básico de las etapas del proceso contiene las variables que permiten al software mostrar análisis y reportes. Pero para que estos puedan ser visualizados en el software, se utilizarán plantillas, se crearán objetos con un conjunto de características, atributos, extensiones, gráficos e información. Para la simulación se tendrá en cuenta la futura interacción con elementos de campo como sensores y actuadores. El software provee las herramientas y el manual para caracterizarlo según las condiciones de la planta piloto de bioetanol 2G. se diseñará una interfaz y arquitectura para el control de la planta [10].

Para la implementación del MES es necesario tener acceso a las variables que permitan ejecutar ordenes de trabajo, informes y todas las señales imprescindibles, estas señales se recogen a través de un bus de ethernet industrial de la planta piloto.

Impacto de la implantación de un MES

La implementación de su sistema MES en la planta piloto contribuirá al uso eficiente de los recursos, mejorando la productividad. Cabe destacar que el trabajo en equipo de todos los colaboradores en la planta piloto de bioetanol de 2G es primordial, siendo este uno de los pilares más importante para que el proyecto pueda salir adelante. Es importante señalar que gracias a los informes en tiempo real que nos proporcionara el sistema MES, será posible que se puedan detectar patrones de comportamiento y anomalías en el sistema y proceso de producción.

Al implementar este sistema e integrarlo con software existentes de información, podremos dar seguimiento a indicadores en planta permitiendo mejorar tanto las variables económicas-financieras como las operativas.

Las empresas que utilizan MES son mucho más propensas a mejorar en los indicadores operativos utilizados para la confiabilidad el costo y la capacidad de responder rápidamente a las nuevas demandas.

Haciendo una reflexión sobre los procesos industriales nos lleva a pensar como la automatización y el control industrial forma parte fundamental en la implementación y el mantenimiento de la sostenibilidad.

Al implementar sistemas de automatización en la industria, estos llevan consigo una mayor eficacia en el producto final lo que impactara en una disminución significativa de consumo energético, menor número de residuos a reciclar, ahorro de consumo de papel dado que todos los datos serán tratados de manera telemática [5]

El desarrollo integral de software, hardware, mecánica industrial, automatización y telecomunicaciones, a través de una correcta red de comunicación en conjunto con el trabajo en equipo se logrará en la producción una mayor competitividad, eficiencia y confiabilidad [4].

CONCLUSIONES

Con el sistema MES implementado, podremos identificar problemas y oportunidades de mejora que existan en el proceso de la obtención del bioetanol de 2G, al tener la información y/o captura de datos del proceso de una manera ordenada se puede convertir en información apta para contribuir en la toma de decisiones en la mejora del proceso, productividad y la calidad de los productos, así como mejoras en el manejo de buenas prácticas en la manufactura, al tener acceso a la información del proceso, esta podrá ser manejable, se podrá monitorizar y evaluar continuamente resultados obtenidos del producto final.

Los informes obtenidos por el MES no solo permitirán obtener una lectura de lo que está sucediendo en planta, sino que gracias a la adición de visualizaciones graficas con las que cuenta el software será posible detectar patrones de comportamiento y anomalías del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Patiño Nieto, Luz Marina, Ballesteros Grisales, Jairo, (2016). *Requerimientos del mercado y razones para la utilización de sistemas de ejecución de manufactura MES*. Bogotá Colombia, Facultad de matemáticas e ingeniería.

[2] García Moreno E., (1999). *Automatización de procesos industriales*. España, Universidad Politécnica de Valencia.

Mandado Pérez E., Marcos Acevedo J., Fernández Silva C., Armesto Quiroga J., (2009). *Autómatas programables y sistemas de automatización*. España, Marcombo S.A.

[3] Gianluca D'Antonio, Sauza Bedolla J., Chiabert A., (2017), *A novel methodology to integrate Manufacturing Execution Systems with the lean manufacturing approach*, Italia, Procedia.

[4] Ortiz Gallardo G., Moreno Vásquez G., (2016), bioetanol- Cartera de Necesidades de Innovación y desarrollo tecnológico, México, Instituto Mexicano del Petróleo.

[5] Adedotun Adetunla, (2018), *Developing Manufacturing Execution Software as a service for Small and Medium Enterprise*, Sudáfrica, Universidad de Johannesburgo.

[6] Souza das Neves J, Silva Marins F., Kazue Akabane G., (2015), *Deployment the MES (Manufacturing Execution System) aiming to improve competitive priorities of Manufacturing*, Brasil, *Independent Journal of Management & Production (IJM&P)*

[7] Velásquez Costa J.,(2017) *Computer Integrated Manufacturing CIM*, Lima, Perú, Universidad Ricardo Palma.

[8] MESA International Home, Asociación mundial , recuperado de : <http://www.mesa.org/en/index.asp>

[9] Colin Egan and Michael J. Thomas, (2010)*CIM Handbook of Strategic Marketing*, Editorial Routledge.

[10] Cheng Wu, Yushun Fan, Deyun Xiao, John Wiley, (2007), *Computer Integrated Manufacturing*, Beijing China.

[11] Dra. María Guadalupe Aguilar Uscanga, Dr. Noé Montes García, (2016) "Planta piloto para la producción de etanol a partir de sorgo dulce (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)" *Boletín de la Sociedad Química de México*.