

## **Optimización en el proceso de Cambio Herramental en el área de ensamble**

***José Luis Camargo Orduño***

Instituto Tecnológico de Roque

*joseitr@itroque.edu.mx*

***Blanca Cecilia López Ramírez***

Instituto Tecnológico de Roque

*bllopez@itroque.edu.mx*

***Ma. Guadalupe López Bedolla***

Instituto Tecnológico de Roque

*mabedolla@itroque.edu.mx*

***Erick Jhonatan Sánchez Martínez***

Instituto Tecnológico de Roque

*erickjhonatan@itroque.edu.mx*

***Jorge Alejandro Hernández del Razo*** Instituto Tecnológico de Roque

*johernandez@itroque.edu.mx*

### **Resumen**

El presente documento describe las experiencias y resultados del proyecto “Algoritmo de optimización en el área de ensamble con uso de Indusoft Web Studio”, un proyecto referente a la obtención de tiempo de duración del proceso de cambio de herramental en la producción de acumuladores por medio de algoritmos de programación, con el objetivo de detonar cifras clave para la toma de decisiones en el área de producción.

El proyecto implementado en una de las principales plantas fabricantes de acumuladores plomo-ácido en México, da a conocer el tiempo real en que se efectúan los cambios de herramental y proporciona datos estadísticos para la

toma de decisiones, que son importantes para el proceso de establecer un solo estilo uniforme de manufactura.

**Palabra(s) Clave(s):** Cambios herramental, Indusoft Web Studio, SCADA.

## **Abstract**

*This document describes the experiences and results of the project "Optimization algorithm in the assembly area using InduSoft Web Studio", a project that obtain the duration of the process of changing tooling in the production of batteries by using scheduling algorithms, in order to detonate key decisions in the area of production.*

*The project is implemented in a major manufacturing plants of lead-acid batteries in Mexico, discloses the actual time that changes are made tooling and provides statistical data for decision making process, important on the way to establish a uniform manufacturing style.*

**Keywords:** Tooling changes, Indusoft Web Studio, SCADA.

## **1. Introducción**

Una de las principales plantas fabricantes de acumuladores plomo-ácido en México quien a su vez suministra acumuladores tanto para el mercado de equipo original como para el mercado de repuesto, enfrenta ciertos detalles de ajuste de producción en cuestión a tiempos muertos. Los tiempos muertos son parte y a la vez problema importante en la producción dentro de la industria y pueden ser tanto justificados como no justificados. En ambos casos, su repercusión en el desempeño de producción es sumamente notable. Dentro de los tiempos muertos justificados tenemos los Cambios Herramental (CH). Los CH se identifican por una serie de acciones y ajustes que preparan la línea de producción para un modelo específico de BCI<sup>1</sup>, mismos que son registrados con un tiempo supuesto y que obviamente no reflejan el tiempo real de duración de los cambios de herramental.

La compañía de acumuladores cuenta con un sistema SCADA desarrollado en Indusoft Web Studio (IWS)<sup>2</sup> que le permite conocer detalles sobre la producción,

tales como el número de baterías ensambladas, el tiempo estándar de ensamble, la velocidad de producción entre otras.

Con el sistema SCADA se abre un mundo de posibilidades y oportunidades para denotar las fortalezas de los procesos de ensamble así como sus áreas de oportunidad. Con base en lo anterior, se formula el proyecto denominado Cambios Herramental como una solución al problema en cuestión, a los cambios de herramental.

Dentro del programa de producción, los CH no planeados generan retrasos y tiempos muertos que difícilmente pueden ser justificados. La propuesta es diseñar e implementar un algoritmo que ajuste en ciertas interrogantes, tales como: ¿Qué secuencia de actividades de los operadores en las líneas de producción pueden identificar un CH?, ¿Cómo diferenciarlo de otros paros en línea de producción? Habiendo identificado el CH, ¿Cómo iniciar el reloj que cuente los minutos de paro en la línea de producción y registrarlo en la base de datos correctamente asignándolo al turno y equipo de alto desempeño indicado, evitando la interacción directa del operador? ¿Cómo codificar el algoritmo diseñado, graficar sus resultados y realizar los reportes en una nueva herramienta de desarrollo de software con poco soporte al respecto?

Con una infraestructura de PLC's (Programmable Logic Controller) en red robusta y un software de desarrollo orientado a la automatización, se ha dado una respuesta a esta problemática de la automatización y el desarrollo de aplicaciones web [4][5].

Las interrogantes planteadas involucra el apoyo de ingenieros electrónicos, industriales e ingenieros en tecnologías de la información y comunicaciones, estableciendo que el desarrollo del algoritmo comprende la interacción física (programación lógica de los PLC's) y lógica (el manejo eficiente de los datos recolectados de manera clara y fidedigna con la herramienta de desarrollo IWS).

## **2. Método**

### **Identificación del proceso de Cambio Herramental (CH)**

Para establecer el panorama de la realidad sobre la problemática del CH se

realizó el análisis de requerimientos. Se inicia con un recorrido en planta donde se observan las fases que comprende la elaboración de la batería: la oxidación del plomo, la elaboración y el curado de placas, el ensamble de la batería y finalmente, el acabado. El proceso de CH se localiza dentro de la fase de ensamble: identificar las características de las tareas del proceso de CH involucra observaciones, entrevistas y definiciones de términos con ayuda de instrumentistas, ingenieros industriales, supervisores y jefes del área. El proceso de CH no sólo involucra al área de ensamble en cuanto a los factores de tiempos muertos y retrasos, sino también departamentos externos al área de producción. Por ello, es necesario identificar las áreas ajenas a la producción que afectan el proceso de CH. Se comenzó con la formulación de entrevistas para definir conceptos, acciones y el nivel de implicación que afectan en el mismo proceso.

### **Estructura y procedimiento**

Con la información recopilada se aclaran varios conceptos y se replantean nuevas incógnitas y se tratan de inferir situaciones posibles que pueden repercutir negativamente en el proyecto. Se planean reuniones de trabajo con el ingeniero industrial y el ingeniero electrónico instrumentista para establecer factores de injerencia en el proyecto.

Las especificaciones, la definición de conceptos y las expectativas del usuario para con el módulo, dieron origen al desarrollo de diagramas de flujos, mismos que buscan como objetivo haber captado las especificaciones del usuario en las entrevistas y reuniones.

En el plano de la base de datos, se realizó una inspección en el esquema de la base de datos utilizada por el sistema SCADA actual. Durante la inspección se encontraron algunos problemas como: a) las tablas existentes no estaban relacionadas entre sí, b) los atributos de las entidades eran confusos y con nombres extensos y, c) algunas entidades no estaban indexadas. Estos detalles influyeron de manera contundente en el diseño e inserción de las nuevas entidades en la base de datos. Una vez identificadas las áreas involucradas en el

proceso, las características y los conceptos empleados, además de la problemática encontrada en la base de datos, se procede a realizar el plan de trabajo.

El objetivo de las reuniones multidisciplinaria es encontrar la mejor manera para asegurar que el desarrollo sea conforme a las expectativas esperadas del cliente. Es prudente presentar una serie de prototipos de pantallas, mismas que utilizan los principios del diseño de interfaces, éstas se someten a los estándares de la compañía en cuestión a confidencialidad referidos al uso de colores, logos, tipografía, etc. Con colaboración del ingeniero electrónico se conoce la infraestructura física de la red de PLC's, las direcciones lógicas y las direcciones de los periféricos I/O (entrada y salida). Dicha información es necesaria para la configuración de captura de datos y procesamiento de los mismos en la herramienta de desarrollo IWS. La estructuración de las entidades, programación y creación de procedimientos almacenados, vistas, funciones y triggers en SQL Server, la programación de objetos en IWS, la alta de variables con las direcciones de red y las direcciones de los periféricos I/O, al igual que la programación de las tareas de lectura, son desarrollados paralelamente junto con la programación lógica en los PLC's realizada por el ingeniero electrónico. La programación lógica consiste en la ejecución de scripts secuenciales cuando el PLC envía un bit que detona el momento indicado para leer los datos de BCI, tiempo, fecha, hora y ejecutar los procedimientos indicados en IWS. Comprobando su funcionalidad, el módulo CH es insertado en el sistema SCADA actual con los debidos permisos y empieza a operar en fase de prueba en una de las líneas de ensamble.

Una vez superada la fase de prueba en la línea elegida, se extiende oficialmente el módulo de CH a las líneas de ensamble restantes, consecutivamente se realizan los manuales correspondientes y la capacitación de usuarios.

### **3. Resultados**

Los primeros resultados presentados en los reportes, una vez que se vinculó el

módulo a la línea de ensamble, proporcionaron cifras interesantes del tiempo real. Las cifras en tiempo de duración del proceso del CH identificado por el sistema en comparativa con el tiempo registrado en la bitácora de producción han sido notables. Si bien, anteriormente la bitácora mantenía un tiempo promedio de treinta minutos por CH, en el módulo del sistema refleja un tiempo promedio aproximado de treinta y nueve minutos. El tiempo promedio mensual en los CH no era cercano a lo real, y debido a lo anterior, se desglosan varias incógnitas:

¿Qué procesos, técnicas o herramientas están dificultando el CH?

¿Qué fenómeno se manifestó cuando los tiempos de CH se exceden más de una hora?

¿Se contemplaron todos los sucesos que pudieran ingerir en una lectura del tiempo errónea?

Desde la perspectiva del desarrollador se puede interpretar como un error interno, pero antes de cualquier diagnóstico debe efectuarse un estudio detallado que descarte cualquier deducción precipitada. En la búsqueda de una justificación se efectuó una reunión con el ingeniero industrial para deducir si los números presentados eran parte de un fallo o no, y en caso de que no lo fueran, surge la interrogante ¿Qué factor elevó este número a un rango poco común?. Deliberar donde surgen estas incongruencias de datos conlleva a la confrontación entre instrumentistas, operadores e inclusive algunos otros departamentos que pudieran haber efectuado movimientos o ejecutar operaciones en la línea de ensamble.

Después de una serie de entrevistas con operadores, instrumentistas e ingenieros se pudo justificar estos resultados sobresalientes. El módulo registraba efectivamente un CH y el tiempo de duración excesivo generaba una nueva clasificación de CH: Pruebas Especiales (PE).

Las PE, como su nombre lo indican, son pruebas que se realizan a un nuevo modelo de batería (prototipo) que solicita el cliente a la empresa. Se involucran varias operaciones en línea incluyendo CH. El objetivo de estas pruebas es garantizar la calidad de manufactura exigida por el interesado. Si el cliente aprueba la calidad de las PE se efectúan las negociaciones correspondientes

para generar una relación proveedor–cliente.

#### 4. Discusión

La nueva clasificación del CH dió un valor agregado al módulo de creado, como conocer la duración del tiempo de las pruebas especiales y, en un futuro, originar las incógnitas a jefes de área y gerentes ¿A qué se debe la duración tan prolongada de las pruebas especiales? ¿Cómo influye este tiempo de paro de línea a la producción diaria?. Por otro lado la incógnita del desarrollador es, ¿El algoritmo ha sido exitoso?. La respuesta es sí, ya que los resultados reflejan con exactitud el tiempo en que se efectúa un CH, sin embargo el descubrimiento de nuevos motivos por el cual se hace un CH da pauta a un nuevo campo de posibilidades que deben ser limitadas para un resultado contundente, para que el objetivo del proyecto (detonar cifras clave para la toma de decisiones en el área de producción) sea cumplido en resultados más específicos. La solución nos obliga a trascender aún más en la lógica y programación, y a su vez el deber lógico de obtener mayor provecho sobre los datos obtenidos, lo que nos dirige hacia las puertas de la minería de datos y la formulación de estrategias adecuadas para la generación de estadísticos históricos.

La industria ambiciona la perfección, lo que se aúna a los deseos de presagiar el tiempo, refiriéndonos claro a la productividad. Sus deseos la llevan a hacer uso de las herramientas y técnicas informáticas de nuestra era, las cuales se encuentran en el poder de los administradores de base de datos y desarrolladores, quienes son los mineros, y los datos los metales preciosos que darán valor absoluto a las empresas.

#### 5. Bibliografía

- [1] BATTERY COUNCIL INTERNATIONAL (BCI). Welcome to BCI. *Battery Council International*. [En línea] 2012. [Citado el: 23 de marzo de 2015.] <http://batteryCouncil.org/>. 2012.
- [2] SANCHEZ MARTINEZ, ERICK JHONATAN. “*Indusoft Assembly*”. *Reporte de residencias*. Celaya, Gto. Instituto Tecnológico de Roque. 2015.`

- [3]SCHNEIDER ELECTRIC SOFTWARE. *“Indusoft Web Studio”*. [En línea] 2015. [Citado el: 23 de Marzo de 2015.] [http://www.indusoft.com/Products-Downloads/HMI- Software/InduSoft-Web-Studio](http://www.indusoft.com/Products-Downloads/HMI-Software/InduSoft-Web-Studio). 2015.
- [4]PEÑA AYALA, ALEJANDRO. *Ingeniería de Software: Una Guía para Crear Sistemas de Información*. México, D.F.: Dirección de Publicaciones, 2006.
- [5]ZIVIANI, NIVIO. Algoritmos, estructuras de datos y programas. *Diseños de algoritmos con implementaciones en Pascal y C*. Madrid, España: Thomson, 2007.