

Actualización y programación de PLC para una máquina de carga box para un proceso cerámico

CARVAJAL-ALDAPE, Felipe de Jesús*†, SÁNCHEZ-JIMÉNEZ, Felipe, RODRÍGUEZ-SALAZAR, Oscar y DÍAZ-GURROLA, Eyran Roberto

Universidad del Valle de Mexico campos Saltillo, Calle Tezcatlipoca 2301, Frac. El Portal, 25204 Saltillo, Coah

Recibido Enero 13, 2017; Aceptado Marzo 7, 2017

Resumen

Se realiza la investigación del equipo tomando un historial de las fallas originadas. Al analizar la gráfica se observa que los meses donde el clima es muy caluroso se tienen de diez a veinte paros por fallas inesperadas del equipo. Teniendo una disponibilidad del equipo de 80% y una eficiencia del 85%. Esto da como resultado un bajo volumen de producción y además se pierde la continuidad del proceso, originando pérdidas de producto y mala calidad. La meta de producción asociada con este proyecto es aumentar la productividad de la línea a un volumen de 3000 metros cuadrados, disponibilidad del equipo por arriba del 96% y una eficiencia operativa de 98%. Esto se debe de realizar en un tiempo máximo de paro equipo de 24 horas debido a las necesidades de la cedula de producción metodología. a) Identificación de entradas. b) Identificación de Salida. c) Diagrama Eléctrico. d) Puesta en Marcha El equipo resultados Un ahorro en inversión de \$980,000. Disponibilidad del equipo solo por su instalación de 7,000mts, tenemos un ganancia de \$630,000. La disponibilidad del equipo aumento un 98.9 aumento del volumen producido de un 65%.

Actualización, programación, proceso cerámico

Citación: CARVAJAL-ALDAPE, Felipe de Jesús, SÁNCHEZ-JIMÉNEZ, Felipe, RODRÍGUEZ-SALAZAR, Oscar y DÍAZ-GURROLA, Eyran Roberto. Actualización y programación de PLC para una máquina de carga box para un proceso cerámico. Revista de Investigación y Desarrollo 2017, 3-7: 38-48

Abstract

The research is carried out of the team taking a history of failures caused. To analyze the graph it can be seen that the months where the climate is very hot and you have ten to twenty paros by unexpected failures of the computer. Having an availability of 80% and an efficiency of 85%. This gives as a result a low production volume and loses the continuity of the process, resulting in loss of product and poor quality. The goal of production associated with this project is to increase the productivity of the line to a volume of 3000 square meters, availability of equipment above the 96% and operating efficiency of 98%. This must be done in a maximum time of 24 hours of computer stoppage due to the needs of the production methodology. a) Identification of entries. b) Identification of output. c) Diagram. d) Start up the computer results in savings in investment of \$980,000. Availability of the equipment only for its installation of 7,000mts, we have a gain of \$630,000. The availability of the equipment increased by 98.9 increase the volume produced a 65%.

Update, programming, ceramic process

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: felipe.carvajal@gis.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Pisos de la Laguna es una empresa líder en la fabricación de piso y muro cerámico Cuenta con plantas en el país. En la planta se realiza todo el muro cerámico y piezas especiales. Cuenta con más 20 productos de diferentes formas y tamaños.

Esta máquina se encuentra al final del proceso de líneas de esmaltado. En este proceso se tiene que formar el tamaño y diseño del piso o muro cerámico para después pasar al proceso de cocido, donde se quema el piso cerámico para dar terminación al piso, el siguiente proceso es la clasificación y empaque del producto.

Debido a la necesidad de mejorar la productividad en el equipo que se llama Máquina de Carga. Cuya función es almacenar producto crudo en carros box.

Esta máquina se encuentra al final del proceso de líneas de esmaltado. En este proceso se tiene que formar el tamaño y diseño del piso o muro cerámico para después pasar al proceso de cocido, donde se quema el piso cerámico para dar terminación al piso, el siguiente proceso es la clasificación y empaque del producto.

Esta máquina ha estado dando problemas en tiempo de calor ya que su electrónica es muy vieja y además los componentes para reparar esta electrónica ya se cuentan discontinuados. Y esto provoca falla continuamente.

Algunas fallas se reparan rápidamente, sin embargo otras tiene un prolongado tiempo de solución.

Es por eso se ha decidido cambiar el control mediante un PLC para mejorar e incrementar el proceso de fabricación.

El proyecto aquí presentado se enfoca en 3 partes. Primera parte construcción del diagrama eléctrico. Segunda parte en la programación y construcción del programa para PLC. Tercera parte. Fabricación, Implementación, y colocación de tablero nuevo y puesta en marcha del equipo. El PLC que ha sido seleccionando es el Omron por la flexibilidad y su fácil método de programación ya que puede ser programando en lenguaje escalera. La máquina de carga en tiempo de calor detiene mucho el proceso ya que contiene un sistema de control llamado UNICOMP el cual tiene una electrónica muy vieja y los componentes para la reparación de esas tarjetas son obsoletas y no se pueden conseguir. A continuación se muestra el análisis del comportamiento en el año 2015 en la siguiente gráfica figura 12.

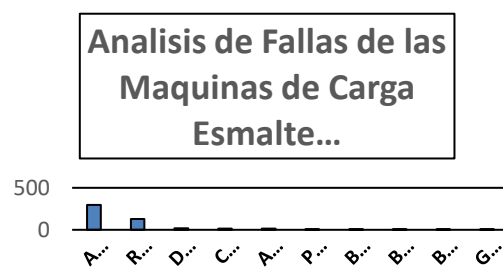


Gráfico 1

Justificación

El equipo de mantenimiento debe tener en cuenta la información que proporcionan los registros de tiempo muertos, fallas, ritmo de trabajo, capacidades, Se realiza la investigación del equipo tomando un historial de las fallas originadas por bloqueo del UNICOM, donde se observa el comportamiento de las fallas en todo el año.

Al analizar la gráfica se observa que los meses donde el clima es muy caluroso se tienen de diez a veinte paros por fallas inesperadas del equipo. Teniendo una disponibilidad del equipo de 80% y una eficiencia del 85%.

Esto da como resultado un bajo volumen de producción y además se pierde la continuidad del proceso, originando pérdidas de producto y mala calidad.

La meta de producción asociada con este proyecto es aumentar la productividad de la línea a un volumen de 3000 metros cuadrados, disponibilidad del equipo por arriba del 96% y una eficiencia operativa de 98%.

Esto se debe de realizar en un tiempo máximo de paro equipo de 24 horas debido a las necesidades de la cedula de producción

Problema

Esta máquina ha estado dando problemas en tiempo de calor ya que su electrónica es muy vieja y además los componentes para reparar esta electrónica ya se cuentan discontinuados. Y esto provoca falla continuamente.

Algunas fallas se reparan rápidamente, sin embargo otras tiene un prolongado tiempo de solución.

Es por eso se ha decidido cambiar el control mediante un PLC para mejorar e incrementar el proceso de fabricación.

El proyecto aquí presentado se enfoca en 3 partes

Primera parte construcción del diagrama eléctrico.

Segunda parte en la programación y construcción del programa para PLC.

Tercera parte. Fabricación, Implementación, y colocación de tablero nuevo y puesta en marcha del equipo.

El PLC que ha sido seleccionando es el Omron por la flexibilidad y su fácil método de programación ya que puede ser programando en lenguaje escalera.

La máquina de carga en tiempo de calor detiene mucho el proceso ya que contiene un sistema de control llamado UNICOMP el cual tiene una electrónica muy vieja y los componentes para la reparación de esas tarjetas son obsoletas y no se pueden conseguir. A continuación se muestra el análisis del comportamiento en el año 2015 en la siguiente gráfica figura 12.

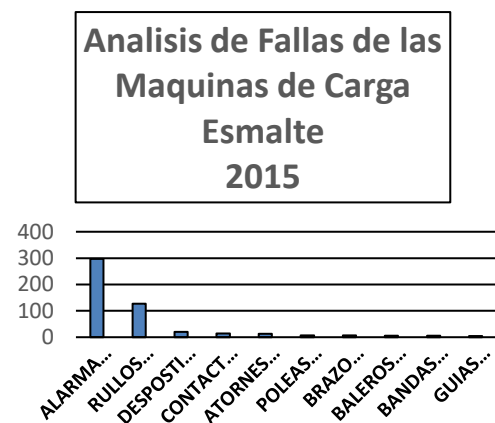


Gráfico 2

Hipótesis

Objetivos

Actualización y programación de PLC para una máquina de carga box para un proceso cerámico

Objetivo General

Actualización y programación de PLC para una máquina de carga box para un proceso cerámico.

Objetivos específicos

- Reducir gastos de viáticos
- Reducir los 3 días de paro de la maquina para realizar las modificaciones
- Minimizar la inversión el costo de los componentes para la automatización de la línea

- Aumentar la capacidad de la maquina ya que se considerada un cuello de boteya
- el cambio de contactor a variadores de velocidad en los motores que mueven las bandas de entrada, rodillos, bancalino y brazos se da la posibilidad de incrementar el ciclo de trabajo a un 50% más. El cual era de 2.0 metros cuadrados por minuto 3.3 metros cuadrados por minuto.

Marco Teórico

Introducción a Controladores lógicos programables (PLC's)

Fue en el año de 1968 donde empresas del ramo automotriz lanzaron nuevas tecnologías electrónicas que sustituyeran los sistemas de lógica cableada, integrada en aquel entonces por componentes de señal análoga. Para ser precisos la división de ingeniería de General Motors preparo las bases y fundamentos de esta nueva tecnología; algunas empresas que se sumaron en el desarrollo fueron Rellance Electronic, Struthres – Dunn, Modicon y Digital Equipment Corporation.

Para el caso particular de México el PLC apareció a principios de la década de los 80's y su crecimiento a sido gradual desde entonces; en la actualidad las marcas y fabricantes de mayor participación son: ALLEN BRADLEY, SIEMENS, FESTO, TELEMECANIQUE Y NEC.

Un controlador lógico programable (de aquí en adelante denominado como PLC) es un dispositivo que opera con señales digitales, usa memoria para el almacenamiento interno de instrucción con el objetivo de ejecutar actividades específicas, tales como: lógica digital, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo, operaciones aritméticas y gestionar las señales digitales de entrada – salida y varios tipos de máquinas o procesos de manufactura.

Algunas de las ventajas del uso de los PLC's en la industria de manufactura son básicamente:

- a) Crear sistema automatizados con un mínimo de operadores
- b) Flexibilidad dentro de la automatización para solucionar un corto tiempo nuevas demandas de los usuarios.
- c) Registro de los resultados de la producción enfocados a mejorar la productividad y reducción de fallas de quipos y personal de mantenimiento.
- d) Actualización de obsoletos sistemas de control y sustituirlos por controles digitales.
- e) Uso de computadoras para el control, monitoreo de los procesos productivos.

En general la arquitectura y diseño de los PLC's brindan una sistema modular y flexible, lo que permite expandirse al hardware y software de acuerdo a las necesidades de la situación o problema a resolver. De tal modo que cuando aumentan los problemas a solucionar, pueden ser interconectados módulos de expansión al PLC con módulos de mayor capacidad de memoria y de puertos de Entrada – Salida sin necesidad de desmontar todo lo existente actualmente.



Figura 1 Arquitectura del PLC

El potencial de los PLCs en el mejoramiento de los procesos industriales se basa fundamentalmente en las siguientes cualidades:

Alta confiabilidad

Alta integración

Simplificación del cableado

Mayor flexibilidad y funcionalidad en los procesos controlados

Alta velocidad de respuesta del sistema

Comunicación en red

Bajo costo

Sus funciones principales son lógica, temporizadores, conteo, secuenciación, matemáticas, almacenamientos de datos, mantenimiento y comunicación, tal como lo muestra la figura 2.



Figura 2 Funciones principales del PLC

Definición de las funciones del PLC.

Es importante conocer algunas funciones del PLC para entender los alcances del tipo de PLC y algunos ejemplos sencillos para su comprensión.

Lógica: Combinación de señales en una secuencia específica para controlar una salida. Ejemplo: Si el interruptor en una recámara se oprime la luz de esa recámara se encenderá.

Almacenamiento de datos: Funciones de búsqueda y/o almacenamiento mediciones con un cierto periodo de tiempo como datos históricos. Ejemplo: Almacenamiento de número de fallas, el tiempo en restablecer la alarma en una máquina y el dato de la temperatura.

Secuenciación: Especificar el orden de eventos en un proceso o máquina. Ejemplo: En el formado de una fila de piezas las cuales después de contar cinco esta se descargan y vuelve hacer la misma secuencia.

Temporización: Funciones de temporización para determinar el intervalo de tiempo transcurrido desde el inicio de un evento, hasta que transcurra el tiempo pre-establecido. Ejemplo: Un semáforo el cual prende el color verde por un tiempo determinado después prende el amarillo el cual parpadea antes de apagarse después de apagarse el amarillo prende el rojo. Todas las luces son controladas por tiempo.

Conteo: Funciones de conteo para acumular o totalizar eventos repetitivos hasta un valor pre-determinado. Ejemplo: Contar el número de piezas cerámicas que debe de contener una caja.

Matemáticas: Funciones matemáticas usadas para calcular medidas, distancia, proporción, porcentaje, etc. Ejemplo: Dividir las piezas de pérdida por el total de piezas producidas de primera y multiplicarlo por 100 para obtener el porcentaje de pérdida.

Mantenimiento: Funciones de diagnóstico y/o mantenimiento del PLC, así como del proceso o máquina, programación de mantenimiento preventivo.

Ejemplo: Programar el cambio de molde por un determinado número de piezas producidas. Antes de que este molde fabrique piezas de mala calidad.

Comunicaciones: Funciones de comunicación para la transmisión de información, hacia dispositivos externos, a través de diferentes puertos y protocolos de comunicación. Ejemplo: En un pizarrón electrónico mostrar la producción que se lleva al momento donde todas las personas pueden saber el comportamiento de la operación. Es importante explicar que un PLC tiene las entradas y salidas para poder programar. Donde defino que son y cuales tipos existen.

Señales de entrada al PLC

En un sistema de control automático las entradas del PLC son los elementos que cierran el lazo de control, y tienen como tarea capturar la información del proceso y/o máquina. Esta información es transmitida al controlador que usará para determinar la acción de control correspondiente.

Se tiene dos tipos de entradas para los PLC entradas digitales y entradas analógicas

Las entradas digitales también conocidas por discretas. Su característica principal es el tipo de señales que solo dan dos estados de operación. Encendido o apagado (1,0). Ejemplos: Interruptores, límites de carrera, sensores inductivos, sensores capacitivos, micro interruptor, etc.

Las entradas analógicas también conocidas por continuas su característica principal es el tipo de señales que proporcionan estados de operación en forma continua, es decir están siempre presentes y dentro de un rango definido. Ejemplo: Señal 4 a 20 mA de una báscula, señal 0 a 10 V representando presión, temperatura de un termopar.

Señales de salida del PLC

Cuando una acción de control es ejecutada, las salidas del PLC son utilizadas para manipular motores, luces piloto, válvulas, solenoides, contactores, válvulas proporcionales, lecturas de temperatura, resistencias etc.

Existen 2 tipos de salida. Las salidas digitales y salidas analógicas.

Las Salidas digitales o discretas. Son módulos del PLC de los cuales salen voltajes ya sea de corriente directa o alterna. Cuando la salida está en ON genera un voltaje de salida que permite controlar el componente. Y cuando está en OFF no se tiene voltaje en la salida.

Las Salidas analógicas. Son módulos que trabajan con una escala de salida normalmente son de 0 a 10 V y de 4 a 20 mA. Y estas siempre generan un dato de salida para estar controlando el componente. La figura 3 muestra el tipo de señal digital.

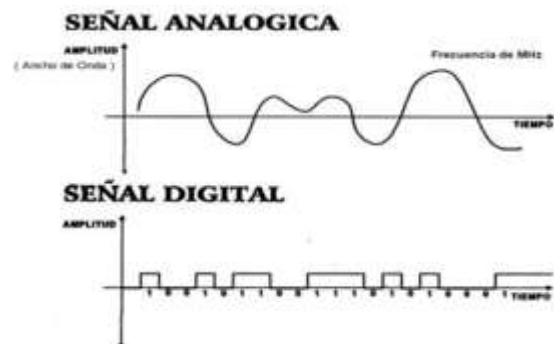


Figura 3 Señal análoga contra la señal digital

Comunicación con el mundo externo.

Para programar el PLC se requiere comunicación con una computadora o terminal de programación.

Comunicación con dispositivos de campo remotos, interfaces hombre máquina y redes para intercambio de información entre PLCs y PCs, todo esto lo realiza el procesador de comunicaciones.

Dispositivos de campo remotos. DeviceNet, CompoBus/S, Comconet, Profibus, Profinet, Ethernet/IP, Ethercat Interfaces de Operador. Pantallas serie NB, NS, NA, CX-Supervisor e Indusoft. Peer-to-peer. PC Link, Sysmac Link, Controller Link, Ethernet/IP. Periféricos. Consola de programación, CX-Programmer

En la figura 4. Muestra el diagrama de la comunicación con un PLC

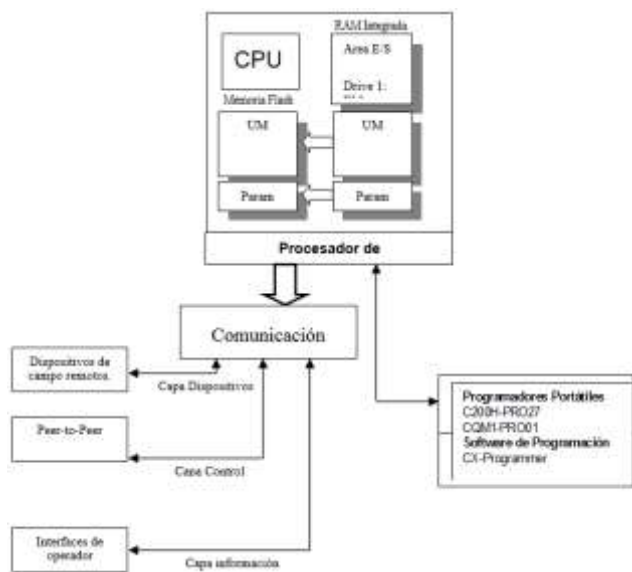


Figura 4 Diagrama de comunicación

Tablas de entradas y salidas

El tipo y la ubicación de los módulos conectados a la CPU se registran en las tablas de E/S. Cuando la tabla de E/S está registrada, la CPU comprueba periódicamente si los módulos que tiene registrados coinciden con los módulos que tiene actualmente conectados.

Este registro puede realizarse en forma automática siempre y cuando se encuentre en línea (en comunicación) con el PLC. O bien en forma manual, con el PLC desconectado se ingresa cada módulo y posteriormente se realiza la transferencia.

La figura 5, es un ejemplo del PLC marca Omron.

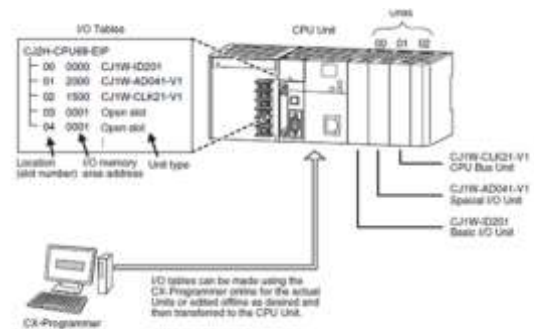


Figura 5. PLC Omron completo con un CPU, módulos de entrada y salidas, módulo de comunicación de interfase para una computadora.

Figura 5

Cableado de señales

Los opto acopladores son usados en las entradas para aislar la circuitería interna de las tensiones de alimentación externas. Esto elimina la posibilidad de que cualquier voltaje dañino o cualquier ruido alcance los circuitos lógicos internos del PLC. Los opto acopladores convierten la señal eléctrica de corriente o voltaje a una señal, luminosa, y luego la transforman de luminosa a eléctrica para que así los circuitos lógicos del PLC puedan procesarla (figura 6).

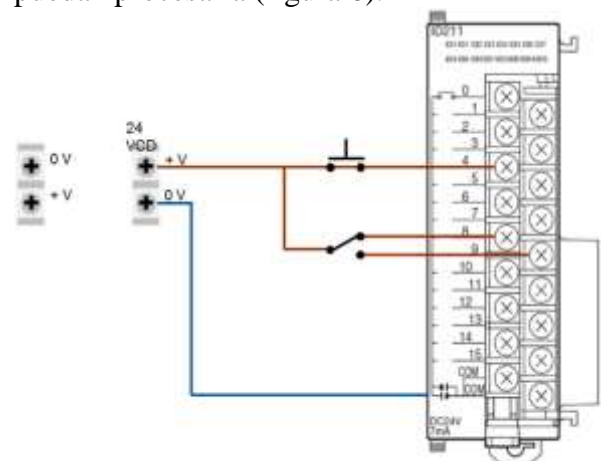


Figura 6. Conexión eléctrica de un botón a una entrada al PLC

Figura 6

Metodología de Investigación**Metodología****Tipo de Investigación**

Tipo de estudio. La investigación documental como parte esencial de un proceso de investigación científica, puede definirse como una estrategia de la que se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades teóricas y empíricas usando para ello diferentes tipos de documentos donde se indaga, interpreta, presenta datos e información sobre un tema determinado de cualquier ciencia, utilizando para ello, métodos e instrumentos que tiene como finalidad obtener resultados que pueden ser base para el desarrollo de la creación científica.

Técnica y metodología didáctica

a) Identificación de entradas. En la siguiente tabla se muestran todas las entradas que se requieren para el funcionamiento de la máquina

b) Identificación de Salida. En la siguiente tabla se muestran todas las salidas que se requieren para el funcionamiento de la máquina.

c) Diagrama Eléctrico: Después de haber identificado todas las entradas y salidas se realiza el diseño del diagrama eléctrico de la actualización.

d) Puesta en Marcha El equipo se pone en Marcha con un tiempo de paro equipo de 20 horas para lograr este tiempo fue necesario la fabricación del tablero cableado, distribución de componentes y prueba del mismo antes de parar el equipo

El costo de esta integración era de 1,000, 000 pesos por parte del fabricante del equipo más el boleto de avión, viáticos, y 6 días asesoría por parte de un técnico italiano, esto arroja 100,000 pesos más.

Además él solicitaba 3 días de paro equipo para hacer la modificación.

La inversión del negocio real fue de 120,000 pesos en componentes eléctricos, tableros, 4 variadores de velocidad, pantalla táctil y PLC.

El tiempo de paro del equipo para su actualización fue de 20 horas con un beneficio de 2.3 días. Aproximadamente de 7,000 metros cuadrado en producto.

Los resultados se obtiene de febrero 2016 a septiembre 2016 fueron excelentes ya que la falla del UNICOMP o falla electrónica fue de 2 una del mes de enero y otra en febrero antes de cambiar el equipo.

También por el cambio de contactor a variadores de velocidad en los motores que mueven las bandas de entrada, rodillos, bancalino y brazos se da la posibilidad de incrementar el ciclo de trabajo a un 50% más.

El cual era de 2.0 metros cuadrados por minuto 3.3 metros cuadrados por minuto.

En la siguiente figura se muestra la gráfica de las fallas en la máquina de carga

Analisis de Fallas de las Maquinas de Carga Esmalte 2016

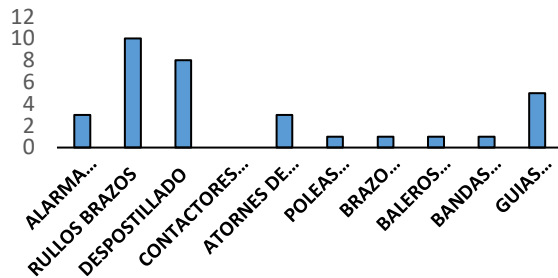


Gráfico 3 Estadísticas de fallas en el año 2016

En el 2015 se tenía un total de alarmas de 502 y en este año se tienen un total de 33

Alarmas reduciendo a un 93.4% las fallas del equipo.

En la siguiente gráfica se muestra por mes las fallas del UNICOMP o electrónicas.

Analisis de Fallas de la UNICOMP en Máquina de Carga Esmalte 2016

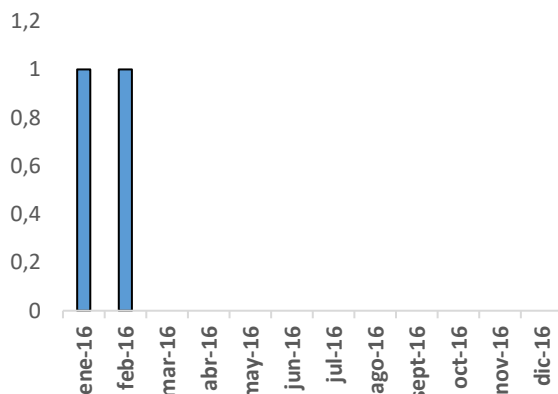


Gráfico 5 Estadísticas de fallas del sistema de control en el año 2016

El gráfico 5 se observa que la falla del sistema de control (UNICOMP) se resuelve por el cambio del equipo.

Al finalizar la implementación se obtiene los siguientes beneficios:

Resultados

Al finalizar la implementación se obtiene los siguientes beneficios:

- Un ahorro en inversión de \$980,000
- Disponibilidad del equipo solo por su instalación de 7,000mts a un precio de \$90 pesos el metro, tenemos un ganancia de \$630,000.
- La disponibilidad del equipo aumento un 98.9 %. Con esta disponibilidad se tiene la producción necesaria para mantener el Horno lleno y tener un aumento del volumen producido de un 65%. En metros cuadrados son 1872 diarios por 30 días son 56,160 metros cuadrados al mes a un precio de \$90 pesos el metro cuadrado se obtiene una ganancia de \$ 5,054,400.
- La eficiencia del equipo en el 2015 fue de 85 y en este año está en 98%
- La finalidad del proyecto no era eliminar un Turno de trabajo. Sin embargo es importante mencionar que se aumentó la velocidad de producción a un 50%, con lo cual se elimina el 3er turno de trabajo en la línea de esmaltado.
- Un ahorro en inversión de \$980,000
- Disponibilidad del equipo solo por su instalación de 7,000mts a un precio de \$90 pesos el metro, tenemos un ganancia de \$630,000.

- La disponibilidad del equipo aumento un 98.9 %. Con esta disponibilidad se tiene la producción necesaria para mantener el Horno lleno y tener un aumento del volumen producido de un 65%. En metros cuadrados son 1872 diarios por 30 días son 56,160 metros cuadrados al mes a un precio de \$90 pesos el metro cuadrado se obtiene una ganancia de \$ 5,054,400.
- La eficiencia del equipo en el 2015 fue de 85 y en este año está en 98%
- La finalidad del proyecto no era eliminar un Turno de trabajo. Sin embargo es importante mencionar que se aumentó la velocidad de producción a un 50%, con lo cual se elimina el 3er turno de trabajo en la línea de esmaltado.
- Periodo de prueba en condiciones normales de operación.
- Ahorro de costo del diseño e implementación del sistema de control actualizado.
- Capacitación a operadores de la máquina.
- Documentación de la implementación y diseño.
- Aumento de disponibilidad del equipo.
- Reducción de tiempo para el restablecimiento de alarmas.
- Reducción de tiempo para el cambio de formato.
- Aumento en la eficiencia del equipo.

Conclusión

En función de los resultados obtenidos y plasmada anterior mente se concluye que el objetivo del proyecto fue superior a las expectativas:

- Detección de necesidades del sistema a actualizar.
- Obtención de lista de materiales a utilizar.
- Distribución y colocación de elementos del tablero de control eléctrico
- Diseño de programa en controlador lógico programable.
- Realización de prueba de operación del sistema de control.
- Cambio de tablero de control.
- Realización de pruebas y corrección de diferencias.

Referencias

Automatización y controladores lógicos programables: Cano García Rogelio, Cuellar Maldonado Mario, Rosales De La Vega Sergio. 1999 Instituto Politécnico Nacional. Primera Edición

Manual Practico para la gestion del mantenimiento industrial Vol – 1 Ingeniería de Mantenimiento

Organización y gestión integral de mantenimiento www.renovetec.com

Manual Practico para la implantacion de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial.

Manual del curso de PLC OMRON AUTOMATION & SAFETY.

Manual de programación OMRON.
Autor: Santiago Garcia Garrido, 2010 Libro Electrónico.
Ediciones Diaz de Santos, S.A. ISBN: 978-84-7978-577-2

Druker Peter .(2005) “Creatividad e innovación” Harvard Business Review, Barcelona, Deusto

Hernández R., Fernández, C. y Baptista P. (2006) “Metodología de la investigación”. 5ta Edición México, McGraw Hill

Nonaka, I (1994): “A dynamic theory of organizational knowledge management”, Organization Science, vol.5 (1), pp 111-12, 1994

Palop, F & Vicente, J.M. (1994). “Estructura de vigilancia, Máster en Gestión de la ciencia y la tecnología”, Madrid: Universidad Carlos III,
Varela R. (2001) “Innovación empresarial”, Colombia: Pearson