TITULACIÓN OCTUBRE 2017

SUSTENTANTE: OSCAR ESPARZA PRIETO
EMPRESA: MAHLE COMPONENTES DE MOTOR DE MÉXICO S. DE R. I. DE C.V.
CARRERA: INGENIERÍA MECATRÓNICA
ASESOR: ING. OSCAR MARTÍN NÁJERA SOLIS

[ACTUALIZACIONES PREVENTIVAS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO]

TABLA DE CONTENIDO

Lista de Tablas 3
Lista de Figuras 4
RESUMEN 6
1. Introducción del Proyecto 7
1.1 Caracterización del Área 7
1.1.1 Historia de la Empresa 7
1.1.2 Misión de Mahle 9
1.1.3 Visión de Mahle 9
2. Marco Teórico 10
2.1 Manual de Operación: Desoxidado de Anillos 10
2.2 Controlador PLC 11
2.3 Interfaz Humano Máquina (HMI) 18
2.4 LUBRICACION 20
2.5 HIDRÁULICA 21
2.6 NEUMÁTICA 22
2.7 Evolución de mantenimiento 23
2.7.5 TPM 25
3. Metodología 26
3.1 Construcción del nuevo Tablero de Control 26
3.1.1 Instalación de guías y canaletas en el tablero 28
3.1.2 Cableado y Etiquetado 28
3.2 Elaboración del Programa PLC en Micrologix 1200 30
3.3 Elaboración del programa HMI para PanelView C600 38
3.4 Pruebas de Calibración para los sensores 51
3.5 Instalación del Tablero 53
3.6 Estándar de Mantenimiento 54
3.7 Planes de Mantenimiento Preventivo 57
3.8 Actualización en Sistema SAP 60
4. RESULTADOS 62
5. CONCLUSIONES 65
6. CONCLUSIONS 66
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 67
REFERENCIAS 68

Lista de Tablas

Tabla 1 - Lista de material requerido para el proyecto de actualización del Tablero de Control 27
Tabla 2 - TAGs de la pantalla 4 41
Tabla 3 - TAGs de la pantalla 5 42
Tabla 4- TAGs de la pantalla 6 44
Tabla 5 - TAGs de la pantalla del horno 45
Tabla 6 - TAGs de la pantalla de control manual 47

Lista de Figuras

Figura 1 - Tubos de hierro gris y castins para la fabricación de anillos….....08
Figura 2 - Tratamiento para el recubrimiento de cromo en anillos y segmentos… 08
Figura 3 - Troqueladoras de alambre para fabricación de expansores….....09
Figura 4 - Línea de Desoxidado de Anillos…..... 10
Figura 5 - Dispositivos en el Horno… 11
Figura 6 - Diagrama ilustrativo del Ciclo de operación.....17
Figura 7 - Ejemplos de controladores monitoreados por una HMI 18
Figura 8 - Ilustración de un software HMI 20
Figura 9 – Lubricación de un valero… 20
Figura 10 – Lubricación de un deposito con aceite adecuado… 20
Figura 11 – Unidad hidráulica… 21
Figura 12- Válvulas direccionales… 21
Figura 13 – Representación de presión hidráulica en un pistón..... 21
Figura 14 – Compresor.....22
Figura 15- Secador..... 22
Figura 16 – Unidad FRL (Filtro Regulador de Lubricación) 23
Figura 17 – representación de la fusión de mantenimiento preventivo más predictivo……25
Figura 18 y 19 - Instalación de Canaletas, Guías y realización de perforaciones
para componentes y cableado..... 28
Figura 20 - Cableado del control maestro.....28
Figura 21 - Cableado principal de Línea y neutro 29
Figura 22 - Tablero cableado y etiquetado al 100%..... 29
Figura 23 - Línea 0000 30
Figura 24 - Línea 0001 y 0002.....30
Figura 25 - Línea 0003 y 0004.....31
Figura 26 - Línea 0005 31
Figura 27 - Línea 0006 32
Figura 28 - Línea 0007 32
Figura 29 - Línea 0008 y 0009..... 33
Figura 30 - Línea 0010 33
Figura 31 - Línea 0011 33
Figura 32 - Línea 0012 34
Figura 33 - Línea 0013 34
Figura 34 - Línea 0014 y 0015.....35
Figura 35 - Línea 0016 35
Figura 36 - Línea 0017 35
Figura 37 - Línea 0018 36
Figura 38 - Línea 0019 36

Figura 39 - Línea 0020 y 0021 37
Figura 40 - Línea 0022 37
Figura 41 - Línea 0023 37
Figura 42 - Línea 0024, 0025, 0026, 0027 y 0028 38
Figura 43 - Pantalla 1 38
Figura 44 - Pantalla 2: Menú Principal 39
Figura 45 - Pantalla 3: Control Automático 39
Figura 46 - Pantalla 4: Tina del Inhibidor 40
Figura 47 - Pantalla 5: Tina de Ácida 42
Figura 48- Pantalla 6: Tina de la Alcalina 43
Figura 49 - Pantalla 7: Horno 45
Figura 50- Pantalla 8: Control Manual 46
Figura 51 - Pantalla 9: Monitoreo General 48
Figura 52 - Pantalla de Monitoreo General de salidas activas 49
Figura 53 - Pantalla de Monitoreo General de Ayuda Visual 49
Figura 54 - Tabla de Tags 1 50
Figura 55 - Tabla de Tags 2 50
Figura 56 - Tabla de Tags 3 51
Figura 57 - Formula para la función SCP 51
Figura 58 - Valores de la formula anterior 52
Figura 59 – Monitoreo del PLC y Pruebas para la calibración de los sensores 52
Figura 60 - Resultado en la pantalla HMI de la prueba del sensor 52
Figura 61 - Conexión a las electroválvulas de los serpentines 53
Figura 62 - Colocación final del tablero de control nuevo 53
Figura 63 – Estándar de limpieza 54
Figura 64 – Estándar de lubricación 55
Figura 65 – Estándar de Inspección 55
Figura 66– Ayudas visuales del Estándar 56
Figura 67 – Rutina de Seguimiento 57
Figura 68 – Programa preventivo, problema en específico 58
Figura 69 – Plan preventivo con actividades bimestral, trimestral, semestral y anual..... 59

RESUMEN

El siguiente reporte describe el proceso que se llevó acabo para la realización del proyecto: ***"Actualizaciones preventivas en el área de mantenimiento"*** el cual se desarrolló en las instalaciones de la empresa **Mahle Componentes de Motor de México S. de R. L. de C.V.** Donde se desinstaló un antiguo tablero de control que utilizaba la "lógica de revelador" para sustituirlo por un tablero más actualizado controlado por un PLC y un sistema de HMI para reducir el espacio, uso de componentes y darle al operador una manera más sencilla de manipular su máquina de trabajo, mejorando el control de la línea de Desoxidado de Anillos.

También se describe el proceso que se llevó acabo para la actualización de los planes preventivos que se encuentran dentro del sistema (SAP) de la empresa, esto con el fin de encontrar actividades que no correspondan con el mantenimiento que se debe realizar diariamente a la máquina modificando los estándares de limpieza y atención básica.

Antes de iniciar con los temas técnicos se dará un recorrido por la historia de la empresa, quienes son y que hacen, se conocerá un poco sobre el proceso de anillos y se explicará el funcionamiento de la máquina en la cual se desarrolló el proyecto.

A lo largo de este documento se describirá el proceso que se llevó a cabo para la elaboración del proyecto, los pros y contras del mismo, se especificará de manera detallada la programación tanto del HMI como del controlador PLC que se usó, se mostrarán los diagramas de conexión del tablero y se explicará de manera detallada el procedimiento del mismo, se describirá el proceso para editar los planes de mantenimiento en el sistema SAP, así como el procedimiento que se tiene q llevar para la modificación de los estándares de las máquinas de la empresa.

1. Introducción del Proyecto

1.1 Caracterización del Área

1.1.1 Historia de la Empresa

Mahle es una empresa de origen Alemán fundada en 1920 por los Hermanos Ernst y Hermman. Mahle empezando en un pequeño taller dedicándose a la creación de anillos de acero para los pistones utilizados en motores de combustión interna. Ellos revolucionaron el mercado con sus anillos de aleación ligera siendo muy meticulosos para mantener la suciedad y polvo fuera del motor, su perseverancia dio frutos y sus pistones de aleación ligera se fueron apoderando del mercado.

Actualmente Mahle, empresa dedicada al desarrollo global para la Industria Automotriz, ofrece sistemas de competencia exclusiva en componentes de motor, filtración, sistemas eléctricos, mecatrónica y gestión térmica, dicha empresa se encuentra entre los tres principales proveedores de grupos automotrices.

Mahle ofrece soluciones tecnológicas innovadoras para vehículos, maquinaria y otras aplicaciones industriales, con presencia local en todos los principales mercados mundiales con centros de producción y desarrollo en varias partes del mundo como Alemania, Brasil, Japón, Gran Bretaña, China, La India y México.

Mahle Componentes de Motor de México de S. de R.L. de C.V.

Localizada en el Estado de Aguascalientes desde 2007 se diseñan y fabrican juegos completos de anillos para pistón y anillos para control de aceite, ocupa una superficie de más de 104,000 m^2. La clientela de esta empresa es tan amplia como diversa, en el sector automotriz se atienden marcas como Ford, Crhysler y GM por mencionar algunas, en el sector industrial con los anillos de gran diámetro o Large Bore, EMD y Dresser entre varios más, productos utilizados en motores de barcos, trenes y generadores de energía así como los anillos de diámetro pequeño para podadoras, equipos de refrigeración o compresores compactos por mencionar solo algunos.

El proceso global inicia trabajando muy cerca de los clientes y con el intercambio de información entre los centros de investigación y las plantas de manufactura para hacer realidad las propuestas de mejora. Procesos:

Anillos: el proceso de ellos comienzan en la planta de Naucalpan ahí se realiza la fundación por centrifugado o gravedad, para obtener una estructura metalográfica específica, una vez obtenidos los tubos de hierro gris y casting, se envían a la planta de Aguascalientes para realizar los maquinados y conformar la geometría específica de cada diseño.

- Seccionado longitudinal
- Esmerilado de desbaste
- Torneado de diámetros

Figura 1 - Tubos de hierro gris y castins para la fabricación de anillos.

Segmentos: en la fabricación de segmentos o rieles de anillos para control de aceite se utiliza alambre plano de acero al carbón el cual se embobina para aplicar un recubrimiento de cromo y rectificar posteriormente las puntas, los anillos y segmentos con recubrimientos en las caras de contacto son pre-asentados simulando las condiciones del cilindro en el motor operación que proporciona un asentamiento inmediato cuando estos se instalen en el motor evitando así el tiempo de asentamiento.

Figura 2 - Tratamiento para el recubrimiento de cromo en anillos y segmentos.

Expansores: para la fabricación de expansores o espaciadores, se utiliza un alambre plano de alta calidad especialmente fabricado para las necesidades para ello se cuentan máquinas troqueladoras de alta precisión que controlan cada característica de diseño y funcionalidad del producto.

Figura 3 - Troqueladoras de alambre para fabricación de expansores.

Cromo: el área de Cromo se encarga de dar tratamiento químico a los anillos que requieren esas características, en ella se dan los siguientes procesos químicos:

- Fosfatizado
- **Desoxidado** (Donde se desarrolló el proyecto)
- Cromado
- Descromado
- Pavonado

Esta es el área donde se desarrollará el proyecto específicamente en la línea de desoxidado de anillos. La cual da un tratamiento químico que evita el óxido en los anillos, dándole mayor duración y confiabilidad al producto.

1.1.2 Misión de Mahle

Desarrollo, fabricación y venta de anillos para pistón, dirigidos al mercado de motores de combustión interna, compresores y Large Bore, garantizando la satisfacción de nuestros clientes, nuestro personal y de los inversionistas.

1.1.3 Visión de Mahle

Nos vemos con productos desarrollados acorde de las necesidades de nuestros clientes, convirtiéndonos en una importante opción en el mercado por calidad, innovación, eficiencia y entregas a tiempo.

2. Marco Teórico

2.1 Manual de Operación: Desoxidado de Anillos

Figura 4 - Línea de Desoxidado de Anillos.

A continuación se describen varios procedimientos y definiciones tomadas del manual de operación:

Objetivo: este procedimiento tiene por objeto establecer los pasos y condiciones a seguir para desoxidar anillos previos al proceso de fosfato.

Ámbito de Aplicación: anillos con evidencias de óxido superficial previos al proceso de fosfato o anillos oxidados posteriores al proceso de fosfato.

Términos / Definiciones: el **desoxidado** es el proceso de decapado químico con el propósito de eliminar residuos de óxido superficial.

Procedimiento:

- Tomar dos dispositivos tipo “E”, uno en cada mano y sumergirlos en la tina de solución alcalina, los parámetros deberán de ser los siguientes:
    - Temperatura: 90 a 95 °C
    - Tiempo de inmersión: 1 a 5 minutos
- Se tendrán que agitar los anillos en cada baño y enjuague con el fin de evitar que se pequen los anillos.
- El siguiente paso es sumergir los dispositivos con anillos a la tina de solución ácida, los parámetros de operación deberán de ser los siguientes:

- Temperatura: 35 a 40 °C
- Tiempo de inmersión: 15 a 30 segundos

- Después se deberán pasar por un segundo enjuague que es similar al descrito anteriormente.
- El siguiente paso es sumergir los dispositivos Tipo “E” en una solución de inhibidor de óxido hasta impregnar todos los anillos con el mismo.
- Colocar al lado izquierdo del horno para secado, los dos dispositivos tipo “E” en los alojamientos correspondientes. Del lado derecho tomar la pistola de sopleteo y sopletear los anillos para eliminar residuos de humedad.
- Regresar al inicio de la línea y repetir los paso hasta llenar los 6 alineadores del horno.

Figura 5 - Dispositivos en el Horno.

2.2 Controlador PLC

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relees. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los Controladores Lógicos Programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El Controlador Lógico Programable (PLC) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un PLC no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra.

Los PLC se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relees y contactores. Bedford Associates propuso algo denominado Controlador Digital Modular (MODICON, Modular Digital Controler) a un gran fabricante de coches. Otras compañías propusieron a la vez esquemas basados en ordenador, uno de los cuales estaba basado en el PDP-8. El MODICON 084 (Scheider) resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería un estricto mantenimiento planificado. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento. Los "nuevos controladores" debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento.

El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla. Finalmente se imponía que trabajaran sin problemas en entornos industriales adversos. La solución fue el empleo de una técnica de programación familiar y remplazar los relés mecánicos por relés de estado sólido.

A mediados de los 70 las tecnologías dominantes de los PLC eran máquinas de estado secuencial y CPU basadas en desplazamiento de bit. Los microprocesadores convencionales cedieron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLC. Por cada modelo de microprocesador había un modelo de PLC basado en el mismo.

Las habilidades de comunicación comenzaron a aparecer en 1973 aproximadamente. El primer sistema fue el bus Modicon (Modbus). El PLC podía ahora dialogar con otros PLC y en conjunto podían estar aislados de las máquinas que controlaban. También podían enviar y recibir señales de tensión variables, entrando en el mundo analógico. Desafortunadamente, la falta de un estándar acompañado con un continuo cambio tecnológico ha hecho que la comunicación de PLC sea un maremágnum de sistemas físicos y protocolos incompatibles entre sí. No obstante fue una gran década para los PLC.

En los 80 se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motor's. También fue un tiempo en el que se redujeron las dimensiones del PLC y se pasó a programar con programación simbólica Elementos y Equipos Eléctricos a través de ordenadores personales en vez de los clásicos terminales de programación. Hoy día el PLC más pequeño es del tamaño de un simple relee.

Los 90 han mostrado una gradual reducción en el número de nuevos protocolos, y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que sobrevivieron a los 80. El último estándar (IEC 1131-3) intenta unificar el sistema de programación de todos los PLC en un único estándar internacional. Ahora disponemos de PLC's que pueden ser programados en diagramas de bloques, lista de instrucciones y texto estructurado al mismo tiempo.

Los PC están comenzando a reemplazar al PLC en algunas aplicaciones, incluso la compañía que introdujo el Modicon 084 ha cambiado al control basado en PC. Por lo cual, no sería de extrañar que en un futuro no muy lejano el PLC desaparezca frente al cada vez más potente PC, debido a las posibilidades que los ordenadores pueden proporcionar.

Entre las principales ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos. Debido a que no es necesario dibujar el esquema de contactos
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo PLC.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

Si el PLC queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción. Entre los inconvenientes podemos citar el Adiestramiento de técnicos y su costo. Al día de hoy estos inconvenientes se van haciendo cada vez menores, ya que todos los PLC comienzan a ser más sencillos de programar, algunos se los programa con símbolos. En cuanto al costo tampoco hay problema, ya que hay Controladores Lógicos Programables para todas las necesidades y a precios ajustados.

Campos de aplicación: El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuénciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Elementos y Equipos Eléctricos.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.
- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.
- Chequeo de Programas.
- Señalización del estado de procesos.

Tal y como dijimos anteriormente, esto se refiere a los Controlador Lógico Programable industriales, dejando de lado los pequeños PLC para uso más personal (que se pueden

emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de un cochera o las luces de la casa).

Modo de Funcionamiento: Los Controladores Lógicos Programables son máquinas secuénciales que ejecutan correlativamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, generando unas órdenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta (aplicación): al detectarse cambios en las señales, el autómata reacciona según el programa hasta obtener las órdenes de salida necesarias. Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso.

La secuencia básica de operación del autómata se puede dividir en tres fases principales: Lectura de señales desde la interfaz de entradas. Procesado del programa para obtención de las señales de control. Escritura de señales en la interfaz de salidas.

A fin de optimizar el tiempo, la lectura y escritura de las señales se realiza a la vez para todas las entradas y salidas; Entonces, las entradas leídas de los módulos de entrada se guardan en una memoria temporal (Imagen entradas). A esta acude la CPU en la ejecución del programa, y según se va obteniendo las salidas, se guardan en otra memoria temporal (imagen de salida).

Una vez ejecutado el programa completo, estas imágenes de salida se transfieren todas a la vez al módulo de salida.

Ciclo de Funcionamiento: el funcionamiento del Controlador Lógico Programable es, salvo el proceso inicial que sigue a un reset, de tipo secuencial y cíclico, es decir, las operaciones tienen lugar una tras otra, y se van repitiendo continuamente mientras el autómata esté bajo tensión.

La secuencia de operaciones que ejecuta el autómata, siendo las operaciones del ciclo de operación las que se repiten indefinidamente. El ciclo de funcionamiento se divide en dos partes llamados Proceso Inicial y Ciclo de Operación.

Proceso inicial: antes de entrar en el ciclo de operación el autómata realiza una serie de acciones comunes, que tratan fundamentalmente de inicializar los estados del mismo y chequear el hardware. Estas rutinas de chequeo, incluidas en el programa monitor ROM, comprueban:

- El bus de conexiones de las unidades de E/S.
- Elementos y Equipos Eléctricos.
- El nivel de la batería, si esta existe.
- La conexión de las memorias internas del sistema.
- El módulo de memoria exterior conectado, si existe.

Si se encontrara algún error en el chequeo, se activaría el LED de error y quedaría registrado el código del error.

Comprobadas las conexiones, se inicializan las variables internas:

- Se ponen a OFF las posiciones de memoria interna (excepto las mantenidas o protegidas contra pérdidas de tensión).
- Se borran todas las posiciones de memoria imagen E/S.
- Se borran todos los contadores y temporizadores (excepto los mantenidos o protegidos contra perdidas de tensión).

Transcurrido el Proceso Inicial y si no han aparecido errores el autómata entra en el Ciclo de Operación.

Ciclo de operación: este ciclo puede considerarse dividido en tres bloques:

- Proceso Común.
- Ejecución del programa.
- Servicio a periféricos.

Proceso Común: en este primer bloque se realizan los chequeos cíclicos de conexiones y de memoria de programa, protegiendo el sistema contra:

- Errores de hardware (conexiones E/S, ausencia de memoria de programa, etc).
- Errores de sintaxis (programa imposible de ejecutar).

El chequeo cíclico de conexiones comprueba los siguientes puntos:

- Niveles de tensión de alimentación.
- Estado de la batería si existe.
- Buses de conexión con las interfaces.

El chequeo de la memoria de programa comprueba la integridad de la misma y los posibles errores de sintaxis y gramática:

- Mantenimiento de los datos, comprobados en el "checksum".
- Existencia de la instrucción END de fin de programa.
- Estructura de saltos y anidamiento de bloque correctas.
- Códigos de instrucciones correctas.

Ejecución del Programa: en este segundo bloque se consultan los estados de las entradas y de las salidas y se elaboran las órdenes de mando o de salida a partir de ellos.

El tiempo de ejecución de este bloque de operaciones es la suma del:

- Tiempo de acceso a interfaces de E/S.
- Tiempo de escrutación de programa.

Y a su vez esto depende, respectivamente de:

- Elementos y Equipos Eléctricos Número y ubicación de las interfaces de E/S.
- Longitud del programa y tipo de CPU que lo procesa.

Figura 6 - Diagrama ilustrativo del Ciclo de operación.

Tiempo de ejecución y control en tiempo real: el tiempo total que el Controlador Lógico Programable emplea para realizar un ciclo de operación se llama tiempo de ejecución de ciclo de operación o más sencillamente tiempo de ciclo "Scan time".

- Dicho tiempo depende de:
- El número de E/S involucradas.
- La longitud del programa usuario.
- El número y tipo de periféricos conectados al autómata.

Los tiempos totales de ciclos son entonces la suma de tiempos empleados en realizar las distintas operaciones del ciclo.

- Autodiagnóstico (Proceso común).
- Actualización de E/S (Ejecución del programa).
- Ejecución de programa. (Ejecución del programa).
- Servicio a periféricos (Servicio a periféricos).

2.3 Interfaz Humano Máquina (HMI)

La sigla HMI es la abreviación en ingles de Interfaz Hombre Maquina. Los sistemas HMI podemos pensarlos como una “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora. Los sistemas HMI en computadoras se les conoce también como software HMI o de monitoreo y control de supervisión. Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de Entrada/Salidas en un PLC o computadora.

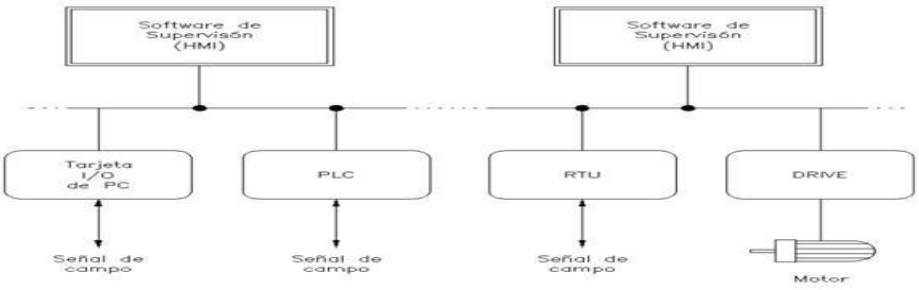


Figura 7 - Ejemplos de controladores monitoreados por una HMI.

Funciones de un Software HMI

- Monitoreo: es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar
- Supervisión: esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.
- Alarmas: es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportar estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control prestablecidos.
- Control: es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va más allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.

- Históricos: es la capacidad de muestrear y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

Tareas de un software de supervisión y control:

- Permitir una comunicación con dispositivos de campo.
- Actualizar una base de datos "dinámica" con las variables del proceso.
- Visualizar las variables mediante pantallas con objetos animados (mímicos).
- Permitir que el operador pueda enviar señales al proceso, mediante botones, controles ON/OFF, ajustes continuos con el mouse o teclado.
- Supervisar niveles de alarma y alertar/actuar en caso de que las variables excedan los límites normales.
- Almacenar los valores de la variables para análisis estadístico y/o control
- Controlar en forma limitada ciertas variables de proceso.

Tipos de software de Supervisión y Control:

- Lenguajes de programación visual como Visual C++ o Visual Basic. Se utilizan para desarrollar software HMI a medida del usuario. Una vez generado el software el usuario no tiene posibilidad de reprogramarlo.
- Paquetes de desarrollo que están orientados a tareas HMI. Pueden ser utilizados para desarrollar un HMI a mediad del usuario para ejecutar un HMI desarrollado para el usuario.

Como facilitan las tareas de diseño los paquetes orientados HMI/SCADA

- Incorporan protocolos para comunicarse con los dispositivos de campo más conocidos. Drivers, OPC.
- Tienen herramientas para crear bases de datos dinámicas.
- Permiten crear y animar pantallas en forma sencilla.
- Incluyen gran cantidad de librería de objetos para representar dispositivos de uso en la industria como: motores, tanques, indicadores, interruptores, etc.

Estructura general del software HMI

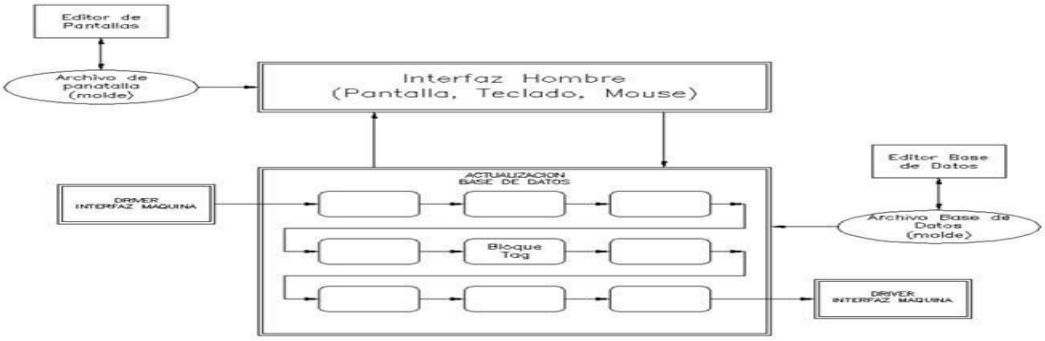


Figura 8 - Ilustración de un software HMI

2.4 LUBRICACION

El lubricante nuevo se lleva las partículas de metal, polvo y otros contaminantes hacia afuera del sistema, además sella la entrada de impurezas.

El lubricante absorbe y expulsa el calor generado por la fricción. Cuando no hay suficiente lubricante o está muy degradado el aceite, se pueden dañar los dientes de los engranes, flechas, pistones, etc.

Figura 9 – Lubricación de un valero

Aceite adecuado

Es asegurarse que la maquina tenga una lubricación adecuada en sus partes por ejemplo: unidad central de lubricación (ejemplo: depósito de unidad bijur), montacargas, etc... Todo depósito debe tener el aceite adecuado en el nivel adecuado y en condiciones adecuadas.

Seis funciones básicas de los lubricantes:

1) Reducir la fricción.
2) Reducir el desgaste.
3) Absorber choques o vibraciones.
4) Reducir incrementos de temperatura.
5) Minimizar la corrosión.
6) Formar un sello contra los contaminantes.

Figura 10 – Lubricación de un deposito con aceite adecuado

Viscosidad: es la medida de la resistencia a la fluidez que tiene un lubricante.

Un sistema de Lubricación Centralizado; es un método para distribuir y dosificar el lubricante por medio de presión. El sistema asegura la entrega efectiva del lubricante bajo condiciones de presión adecuadas para mantener una película de lubricante entre las superficies móviles. La presión la genera una bomba montada en el depósito de lubricación.

2.5 HIDRÁULICA

Es el estudio de líquidos sometidos a presión para generar un trabajo. La diferencia con los sistemas neumáticos es que en neumática se trabaja con aire y en hidráulica se trabaja con líquidos. Los sistemas hidráulicos se componen de motores, bombas, depósitos, válvulas (control de dirección, reguladoras, etc.). Manómetros, tubería de alta presión.

Figura 11 – Unidad hidráulica

Figura 12- Válvulas direccionales

FLUIDO: es todo material que no sea sólido y que pueda “fluir”. Son Fluidos los Líquidos y los Gases.

PRESION HIDRAULICA: es la FUERZA ejercida por un fluido en una unidad de área medida en unidades de presión.

Las unidades comúnmente usadas son:

Libra por pulgada cuadrada = PSI. (Lb. /plg2)

Kilogramo por centímetro cuadrado = Kg/cm2.

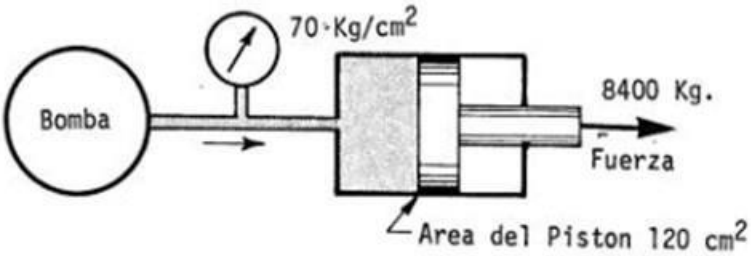


Figura 13 – Representación de presión hidráulica en un pistón

2.6 NEUMÁTICA

¿QUE ES LA NEUMATICA?

Es el estudio de la aplicación del aire comprimido sometido a presión para generar un trabajo. Los mecanismos neumáticos tienen muchas aplicaciones en la industria, ya que ayudan en la manufactura de sus productos. Como ejemplos de la aplicación de neumática tenemos los dispositivos, prensas, herramientas neumáticas, bombas, etc.

En la siguiente ilustración se muestra como se suministra el aire comprimido en la empresa

Figura 14 – Compresor

Figura 15- Secador

Ventajas del aire comprimido:

1. El aire que se suministra a un Compresor se encuentra disponible de manera ilimitada, gratuitamente y en cualquier lugar.
2. No existe riesgo de contaminación.
3. Puede ser fácilmente transportada en tuberías.
4. Los conductos de retorno no son necesarios.
5. No existe riesgo de incendio o explosión.
6. Es un medio de trabajo rápido, que permite la obtención de velocidades de trabajo muy elevadas.

Desventajas del aire comprimido:

1. El aire comprimido debe ser preparado antes de su utilización con el fin de eliminar impurezas y humedad.
2. No es posible obtener velocidades bajas y uniformes.

Para la aplicación del aire comprimido en los equipos se requiere de un trio de lubricación (frl) para trabajar de manera correcta y poder alargar su vida útil.

Unidad FRL: esta unidad se compone de filtro de aire, regulador de presión y lubricador. Esta unidad es para el tratamiento final del aire antes de su utilización y debe colocarse cerca del área de consumo.

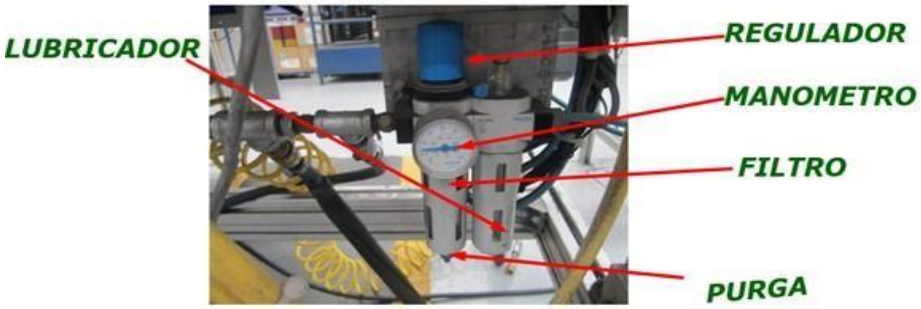


Figura 16 – Unidad FRL (Filtro Regulador de Lubricación)

2.7 Evolución de mantenimiento

Se le llama mantenimiento al conjunto de técnicas o métodos para lograr conservar equipos, maquinarias e instalaciones industriales en servicio, es decir, mantener funcionando correctamente los equipos durante el mayor tiempo posible rindiendo a su máxima capacidad.

En los inicios de la revolución industrial los encargados de hacer reparaciones a la maquinaria y equipos de trabajo eran los mismos operarios, hasta que la complejidad de las máquinas fue aumentando y por consecuencia el tiempo y dedicación a las reparaciones, fue ahí donde surgieron los primeros departamentos de mantenimiento donde solo solucionaban fallas en los equipos (mantenimiento correctivo).

Anterior mente las empresas dedicaban sus esfuerzos a un mantenimiento correctivo y parten de la idea de que la urgencia de las fallas y reparaciones es la que marca y marcará siempre las pautas a seguir en el departamento de mantenimiento. Existen diferentes razones por las que una instalación industrial (maquinaria) debe plantearse e identificar cuál es el mantenimiento más adecuado a realizar en ella, es decir, por las razones que se debe gestionar su mantenimiento, evitando intervenciones no programadas por los técnicos de mantenimiento provocadas por la propia instalación. Estas razones son las siguientes:

- El alto coste de reparación o reposición de elementos dañados, que supone en muchos casos la pérdida de producción.
- Las instalaciones deberán estar dispuestas y funcionales mucho tiempo y ser fiables.
- Es necesario gestionar la seguridad, y las interrelaciones con el medio ambiente, hoy en día son aspectos que han tomado una extraordinaria importancia en la gestión industrial.

2.7.1 Mantenimiento correctivo

En los años cuarenta, aparece el mantenimiento correctivo, el cual se ocupaba de la reparación una vez que se ha producido una falla hacia un equipo y por lo tanto su paro repentino.

El mantenimiento correctivo fue una de las metodologías de mantenimiento más viejas que surgieron. En éste mantenimiento se hace una evaluación de los daños, y de ser necesario el equipó dañado se retira de la línea para su mejor inspección y reparación. El mantenimiento correctivo se siguiere un tiempo estimado de paro de 3 horas a 4 días dependiendo de la disponibilidad de las refacciones y el daño ocasionado.

2.7.2 Mantenimiento preventivo

En los años cincuenta se hace presente el mantenimiento preventivo en el cual se hacen pequeñas intervenciones periódicas y programadas con el fin de disminuir la cantidad de fallas. Este tipo de mantenimiento permite tener en buen estado el equipo y funcionando al 100% de su capacidad, además con él, se puede diagnosticar posibles fallas y algunas de las refacciones más usuales en el equipo obteniendo menor tiempo de paro por disponibilidad de estas. Es sugerido hacerlo como mínimo cada 4 meses con un tiempo estimado de 1 hora dependiendo de la maquinaria.

2.7.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo surgió poco después del preventivo. Este tipo de mantenimiento en gran parte es estadística, ya que relaciona una variable física con el desgaste de una máquina, se basa principal mente en el monitoreo, medición y seguimiento de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación.

2.7.4 Mantenimiento proactivo

Este tipo de mantenimiento es la fusión del mantenimiento preventivo y el mantenimiento predictivo, surgió cerca de los años sesentas y, se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca, es decir, busca anticiparse y estar preparados para cualquier contingencia respecto a fallas de maquinaria. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitoreo de parámetros como:

- Termografías infrarrojas.
- Análisis de vibraciones.
- Análisis de fibra óptica.
- Análisis de aceites.

Figura 17 – representación de la fusión de mantenimiento preventivo más predictivo

2.7.5 TPM

TPM (mantenimiento productivo total) más que una herramienta, es una filosofía de mantenimiento, su objetivo es eliminar pérdidas en la producción debidos al estado en que se encuentren los equipos, o en otras palabras, mantenerlos en las condiciones aptas para producir a su capacidad máxima productos de buena calidad sin la necesidad de paradas no programadas. Al usar esta filosofía se busca:

- Cero averías en equipos de producción.
- Cero tiempos muertos o paros innecesarios.
- Cero defectos o fallas por un mal estado de los equipos.
- Sin pérdidas de rendimiento y/o de capacidad productiva.

Entonces, mantenimiento productivo total, TPM, es el mantenimiento que aporta una productividad máxima o total.
También se refiere una metodología basada en el trabajo en equipo y usada para involucrar a todo el personal en mantener en óptimas condiciones la maquinaria, equipo y lugar de trabajo, es decir, es un cambio de actitud de la gente.

En la empresa MAHLE, el departamento de TPM busca promover el cuidado del equipo, maquinaria y lugar de trabajo con actividades de mantenimiento autónomo obteniendo un mayor grado de pertenencia y lograr un mantenimiento de excelencia, además de mejorar el funcionamiento de los equipos con el aporte creativo del operador, participar en la solución de problemas con un verdadero trabajo en equipo, desarrollar un sistema de mantenimiento planeado para la conservación del equipo a través de un correcto mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo planeado y mejorara la seguridad al operar con el uso de ayudas visuales necesarias. Con base a esto la visión de la empresa es:

- Aumentar la satisfacción de nuestros clientes, mejorar la calidad y entrega oportuna, optimizar nuestros recursos y establecer una mejor comunicación interna y externa.
- Trabajo en equipo para la solución de problemas y mantener un lugar de trabajo limpio, seguro y ordenado.
- Incrementar la productividad, confiabilidad y disponibilidad de nuestra maquinaria, equipo y lugar de trabajo buscando la excelencia con una operación adecuada y un buen mantenimiento preventivo predictivo y correctivo planeado.

3. Metodología

3.1 Construcción del nuevo Tablero de Control

Para la construcción del tablero, primero se hizo el análisis correspondiente de material necesario que se ocuparía para poder recrear similarmente el funcionamiento de la línea de desoxidado,

después de realizar ese análisis con ayuda del asesor interno se obtuvo la siguiente lista de material necesario:

Lista de Material				
Núm.	Cantidad	Descripción	Marca	Número de parte
1	1	Gabinete Monastero	ABB	IP65 TYPE 12
2	1	Desconectador	Moeller	P3-100
3	1	PanelView C600	Allen Bradley	Cat. 2711C-T6T Ser. B
4	1	Push Pull Button	Allen Bradley	Cat.800-FXMP16RA7
5	-	Canaleta 40x60		
6	1	Transformador 460 – 110v	Allen Bradley	1497-A-BASX-3N Ser. A
7	3	Portafusible con Base	Bussmann	BUSS JTN60030
8	1	Contactor	Allen Bradley	C37
9	1	Contactor con Protector	Allen Bradley	C37 + E1 Plus
10	1	Fuente de 12 volts	Allen Bradley	1606-XLP
11	1	PLC Micrologix 1200	Allen Bradley	Cat. 1762-L40BWAR Ser. C
12	1	Tarjeta de Exp RTD	Allen Bradley	1762-IN04-B-EN-P
13	1	Relevador	Allen Bradley	Cat. 700-HA312A1 Ser. C
14	1	Toma de corriente 110v	Weidmuller	Cat. No. 991548001
15	4	Clemas azules para 24v	LeGrand	
16	11	Clemas blancas para 110v	LeGrand	
17	4	Clemas verdes	LeGrand	
18	9	Portafusibles tipo clema	LeGrand	
19	6	Clemas blancas 10 AWG	LeGrand	
20	-	Fusibles varios		
21	4	Sensores RTD PT100	Thermometrics	

Tabla 1 - Lista de material requerido para el proyecto de actualización del Tablero de Control.

Una vez obtenida la lista de material, se realizó la búsqueda de material dentro de almacenes y en gavetas de refacciones, donde se encontraron algunas de ellas, desafortunadamente la pantalla PanelView C600 tuvo que pedirse y la requisición de ese material tardo un par de semanas.

3.1.1 Instalación de guías y canaletas en el tablero

Con la mayor parte del material obtenido, pudo empezarse a trabajar en la elaboración del tablero de control, una de las primeras actividades que se realizaron, fue la colocación de canaletas para el cableado, guías para los componentes y algunos que otros componentes como el PLC, contactores, clemas entre otros.

Para la colocación de esos elementos, tuvo que perforarse el tablero con el uso de un taladro y brocas de varios calibres.

Figura 18 y 19 - Instalación de Canaletas, Guías y realización de perforaciones para componentes y cableado.

3.1.2 Cableado y Etiquetado

Una vez que las canaletas para el cableado y los elementos han sido cableados, se realizó un pequeño diagrama provisional, el cual sirvió de guía para la realización del cableado eléctrico, el diagrama será explicado más adelante.

- Se utilizó cable rojo calibre 18 AWG para voltaje alterno de 110 volts.
- Se utilizó cable blanco calibre 18 AWG para neutro y -24 volts de corriente directa.
- Se utilizó cable negro calibre 10 AWG para cada una de las líneas, potencia y trabajo.
- Se utilizó cable verde calibre 12 AWG y 18AWG para tierra física.

Primero se colocó el cableado del control maestro (Push Pull Button hacía el relevador).

Figura 20 - Cableado del control maestro.

Luego se procedió a colocar todo el cableado referente a la línea (110 volts) y el neutro respectivamente.

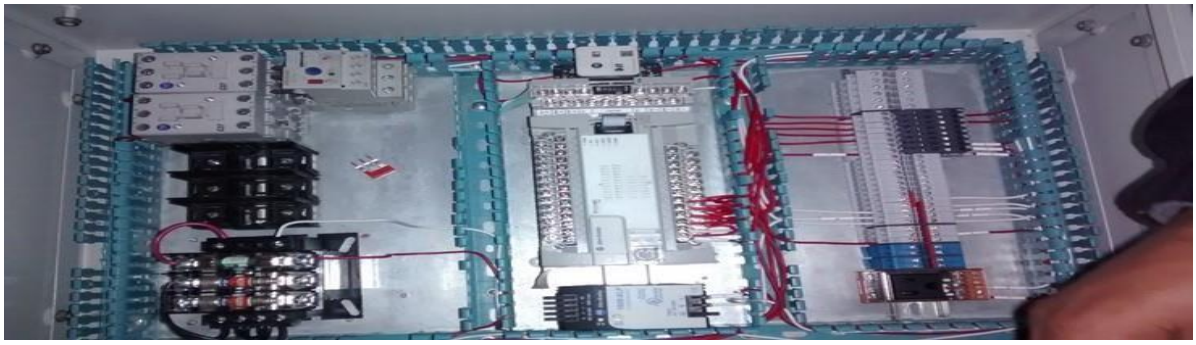


Figura 21 - Cableado principal de Línea y neutro.

Se añadió el cableado de la potencia y el de control de 24 volts para la pantalla y PLC. Después de haber cableado los elementos electrónicos y eléctricos se procedió a realizar pequeñas marcas en los cables para colocar las etiquetas correspondientes a cada cable.

Dando como resultado final el siguiente tablero:

Figura 22 - Tablero cableado y etiquetado al 100%.

3.2 Elaboración del Programa PLC en Micrologix 1200

La elaboración del programa fue realizada en el programa RSLogix 500 que es la plataforma que soporta el PLC Micrologix 1200. La realización del programa tardo entre 1 y 2 semanas ya que se realizó en paralelo junto con el programa del HMI y tenían que hacerse muchas pruebas para calibrar el funcionamiento desde la pantalla al PLC. A continuación se explica el programa en escalera.

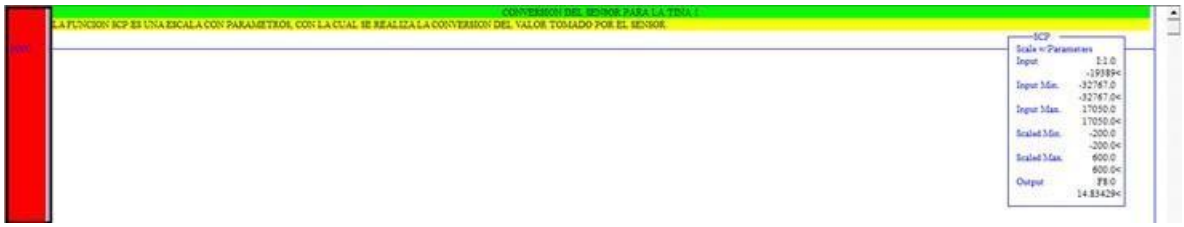


Figura 23 - Línea 0000.

La primera línea 0000 utiliza el comando SCP que es una escala con parámetros que toma como referencia de entrada el valor del sensor obtenido por la tarjeta de expansión RTD con la instrucción I:1.0 que es el primer canal de la tarjeta. La instrucción SCP toma como valor mínimo de entrada -32767 y valor máximo de entrada 17050 la escala mínima está dada por los valores mínimos que puede registrar el sensor, en este caso -200 grados centígrados y como máximo puede tomar el mayor valor que el sensor puede soportar 600 grados.

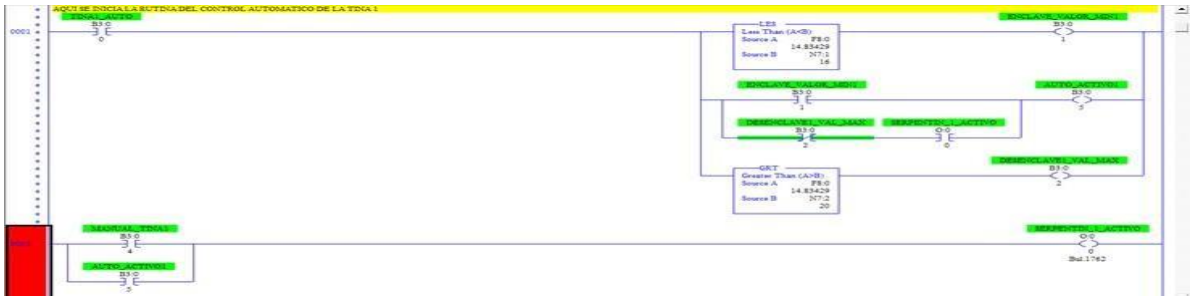


Figura 24 - Línea 0001 y 0002.

La línea 0001 es la rutina para el control automático, cuando se recibe el Tag B3:0/0 proveniente de la HMI se inicia la rutina donde primero se compará el valor real guardado en F8:0 con el valor mínimo programado N7:1, si es menor a este, se activa la bobina B3:0/1 que cierra el contacto abierto B3:0/1 el cual activa la bobina B3:0/5 que cierra el contacto abierto en la línea 0002 activando así la bobina de la salida O:0/0 que cierra el contacto abierto O:0/0 en la linea 0001 enclavando así el automático. Cuando el valor real F8:0 es mayor al valor mínimo

programado N7:1 la bobina de salida O:0/0 sigue activa, debido al enclave. Si el valor máximo programado N7:2 es mayor al valor real F8:0 se activa la bobina B3:0/2 la cual abre el contacto normalmente cerrado B3:0/2 de esta manera se desactivo la bobina B3:0/5 que deja de alimentar la bobina en la línea 0002 O:0/0 terminando así el enclave del automático.

El bit B3:0/4 es el Tag proveniendo de la HMI que activa el control Manual activando directamente la bobina O:0/0.

Figura 25 - Línea 0003 y 0004.

La línea 0003 se encuentran dos conctactos normalmente cerrados B3:0/4 y B3:0/0 que representan el botón del control manual y automático respectivamente, cuando ambos estan inactivos el comando MOV envía el valor 2 a la variable N7:0 la cual es el Tag de control para el indicador de Estado de la tina 1. El 2 representa el estado de Apagado del indicador. Si alguno de los contactos se abre, dejará de enviarse el número 2 a la variable N7:0.

En la línea 0004 cuando se cierra el contacto B3:0/4 este activa la bobina B3:1/13 la cual es el Tag de visualización del botón de un mensaje de Manual Activo en la pantalla de control Automatico de la tina 1 y de igual manera envía el valor 1 al Tag N7:0 que representa el mensaje de Manual en la pantalla de ayuda visual. Cuando se abre el contacto B3:0/0 este desactiva la bobina B3:1/15 que hace invisible el botón de control manual de la tina 1 en la pantalla de Control Manual.

Figura 26 - Línea 0005.

En la línea 0005 si se cierra el contacto B3:0/0 este activa la bobina B3:1/12 que activa el mensaje de Automático Activo de la tina 1 en la pantalla de Control Manual, de igual manera

envía el valor 0 a la variable N7:0 que sirve como Tag indicador para el Mensaje de Auto en la pantalla de Ayuda Visual de la tina 1. Si se abre el contacto B3:0/4 este desactiva la bobina B3:1/14 que desacitva el botón de Automático en la pantalla de Control Automático de la tina 1.

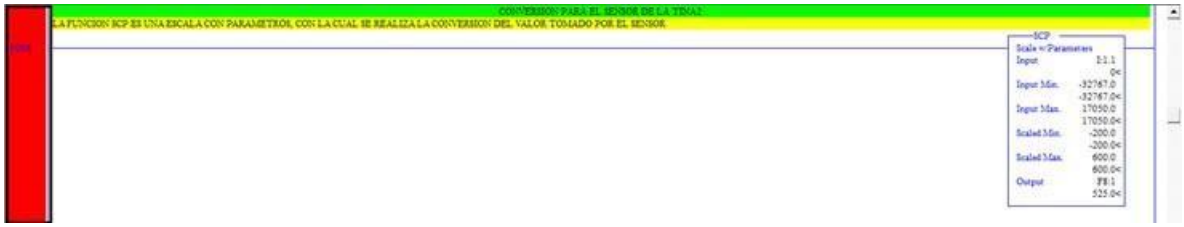


Figura 27 - Línea 0006.

En la linea 0006 se envía la información recogida del sensor en el canal 2 con el dato I:1.1 guardando el valor convertido en el flotante F8:1.

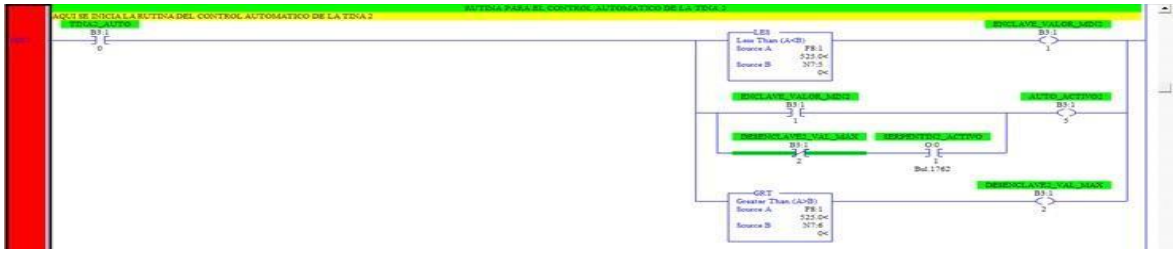


Figura 28 - Línea 0007.

En la línea 0007 se repite de igual manera la rutina que aparece en la tina 1, solo que cambian los bits, , cuando se recibe el Tag B3:1/0 proveniente de la HMI se inicia la rutina donde primero se compara el valor real guardado en F8:1 con el valor mínimo programado N7:5, si es menor a este, se activa la bobina B3:1/1 que cierra el contacto abierto B3:1/1 el cual activa la bobina B3:1/5 que cierra el contacto abierto en la línea 0008 activando así la bobina de la salida O:0/1 que cierra el contacto abierto O:0/1 en la linea 0007 enclavando así el automático. Cuando el valor real F8:1 es mayor al valor mínimo programado N7:5 la bobina de salida O:0/1 sigue activa, debido al enclave. Si el valor máximo programado N7:6 es mayor al valor real F8:1 se activa la bobina B3:1/2 la cual abre el contacto normalmente cerrado B3:1/2 de esta manera se desactivo la bobina B3:1/5 que deja de alimentar la bobina en la línea 0008 O: 0/1 terminando así el enclave del automático.

Figura 29 - Línea 0008 y 0009.

La línea 0009 se encuentran dos contactos normalmente cerrados B3:1/4 y B3:1/0 que representan el botón del control manual y automático respectivamente, cuando ambos estan inactivos el comando MOV envía el valor 2 a la variable N7:9 la cual es el Tag de control para el indicador de Estado de la tina 2. El 2 representa el estado de Apagado del indicador. Si alguno de los contactos se abre, dejará de enviarse el número 2 a la variable N7:9.

Figura 30 - Línea 0010.

En la línea 0010 cuando se cierra el contacto B31/4 este activa la bobina B3:0/13 la cual es el Tag de visualización del botón de un mensaje de Manual Activo en la pantalla de control Automatico de la tina 2 y de igual manera envía el valor 1 al Tag N7:9 que representa el mensaje de Manual en la pantalla de ayuda visual. Cuando se abre el contacto B3:1/0 este desactiva la bobina B3:0/15 que hace invisible el botón de control manual de la tina 2 en la pantalla de Control Manual.

Figura 31 - Línea 0011.

En la línea 0011 si se cierra el contacto B3:1/0 este activa la bobina B3:0/12 que activa el mensaje de Automático Activo de la tina 2 en la pantalla de Control Manual, de igual manera

envía el valor 0 a la variable N7:9 que sirve como Tag indicador para el Mensaje de Auto en la pantalla de Ayuda Visual de la tina 2. Si se abre el contacto B3:1/4 este desactiva la bobina B3:0/14 que desacitva el botón de Automático en la pantalla de Control Automático de la tina 2.

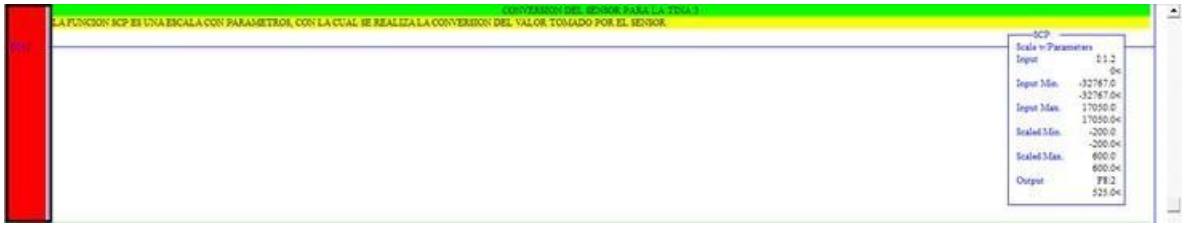


Figura 32 - Línea 0012.

En la linea 0012 se envía la información recogida del sensor en el canal 3 con el dato I:1.2 guardando el valor convertido en el flotante F8:2.

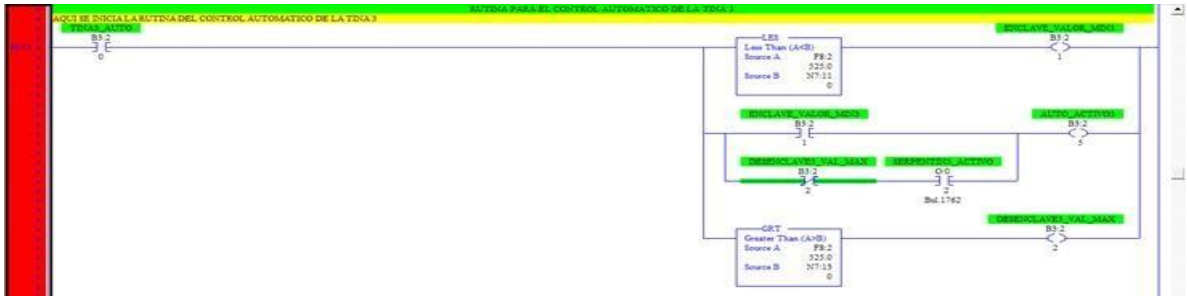


Figura 33 - Línea 0013.

En la línea 0013 se repite de igual manera la rutina que aparece en la tina 1, solo que cambian los bits, , cuando se recibe el Tag B3:2/0 proveniente de la HMI se inicia la rutina donde primero se compara el valor real guardado en F8:2 con el valor mínimo programado N7:11, si es menor a este, se activa la bobina B3:2/1 que cierra el contacto abierto B3:2/1 el cual activa la bobina B3:2/5 que cierra el contacto abierto en la línea 0014 activando así la bobina de la salida O:0/2 que cierra el contacto abierto O:0/2 en la línea 0013 enclavando así el automático. Cuando el valor real F8:2 es mayor al valor mínimo programado N7:11 la bobina de salida O:0/2 sigue activa, debido al enclave. Si el valor máximo programado N7:13 es mayor al valor real F8:2 se activa la bobina B3:2/2 la cual abre el contacto normalmente cerrado B3:2/2 de esta manera se desactivo la bobina B3:2/5 que deja de alimentar la bobina en la línea 0014 O: 0/2 terminando así el enclave del automático.

Figura 34 - Línea 0014 y 0015.

La línea 0015 se encuentran dos contactos normalmente cerrados B3:2/4 y B3:2/0 que representan el botón del control manual y automático respectivamente, cuando ambos están inactivos el comando MOV envía el valor 2 a la variable N7:10 la cual es el Tag de control para el indicador de Estado de la tina 3. El 2 representa el estado de Apagado del indicador. Si alguno de los contactos se abre, dejará de enviarse el número 2 a la variable N7:10.

Figura 35 - Línea 0016.

En la línea 0016 cuando se cierra el contacto B3:2/4 este activa la bobina B3:2/13 la cual es el Tag de visualización del botón de un mensaje de Manual Activo en la pantalla de control Automatico de la tina 3 y de igual manera envía el valor 1 al Tag N7:10 que representa el mensaje de Manual en la pantalla de ayuda visual. Cuando se abre el contacto B3:2/0 este desactiva la bobina B3:2/15 que hace invisible el botón de control manual de la tina 3 en la pantalla de Control Manual.

Figura 36 - Línea 0017.

En la línea 0017 si se cierra el contacto B3:2/0 este activa la bobina B3:2/12 que activa el mensaje de Automático Activo de la tina 3 en la pantalla de Control Manual, de igual manera

envía el valor 0 a la variable N7:10 que sirve como Tag indicador para el Mensaje de Auto en la pantalla de Ayuda Visual de la tina 3. Si se abre el contacto B3:2/4 este desactiva la bobina B3:2/14 que desactiva el botón de Automático en la pantalla de Control Automático de la tina 3.

Figura 37 - Línea 0018.

En la línea 0018 se envía la información recogida del sensor en el canal 4 con el dato I:1.3 guardando el valor convertido en el flotante F8:3.

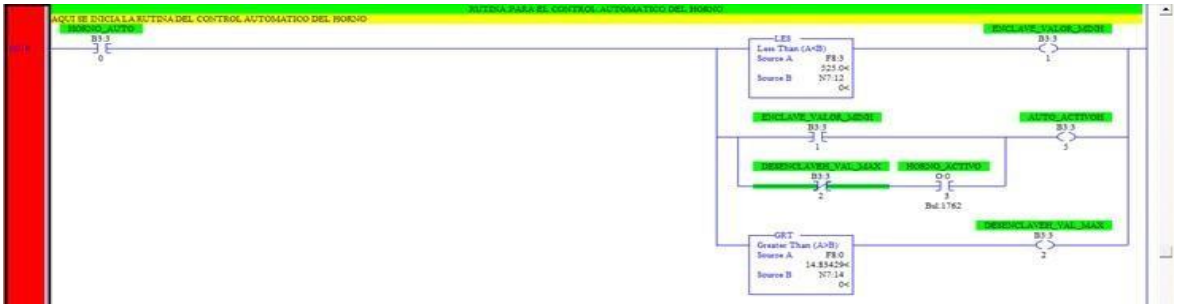


Figura 38 - Línea 0019.

En la línea 0019 se repite de igual manera la rutina que aparece en la tina 1, solo que cambian los bits, , cuando se recibe el Tag B3:3/0 proveniente de la HMI se inicia la rutina donde primero se compara el valor real guardado en F8:3 con el valor mínimo programado N7:12, si es menor a este, se activa la bobina B3:3/1 que cierra el contacto abierto B3:3/1 el cual activa la bobina B3:3/5 que cierra el contacto abierto en la línea 0020 activando así la bobina de la salida O:0/3 que cierra el contacto abierto O:0/3 en la línea 0019 enclavando así el automático. Cuando el valor real F8:3 es mayor al valor mínimo programado N7:12 la bobina de salida O:0/3 sigue activa, debido al enclave. Si el valor máximo programado N7:14 es mayor al valor real F8:3 se activa la bobina B3:3/2 la cual abre el contacto normalmente cerrado B3:3/2 de esta manera se desactivo la bobina B3:3/5 que deja de alimentar la bobina en la línea 0020 O: 0/3 terminando así el enclave del automático.

Figura 39 - Línea 0020 y 0021.

La línea 0021 se encuentran dos contactos normalmente cerrados B3:3/4 y B3:3/0 que representan el botón del control manual y automático respectivamente, cuando ambos están inactivos el comando MOV envía el valor 2 a la variable N7:15 la cual es el Tag de control para el indicador de Estado del Horno. El 2 representa el estado de Apagado del indicador. Si alguno de los contactos se abre, dejará de enviarse el número 2 a la variable N7:15.

Figura 40 - Línea 0022.

En la línea 0022 cuando se cierra el contacto B3:3/4 este activa la bobina B3:3/13 la cual es el Tag de visualización del botón de un mensaje de Manual Activo en la pantalla de control Automatico del Horno y de igual manera envía el valor 1 al Tag N7:15 que representa el mensaje de Manual en la pantalla de ayuda visual. Cuando se abre el contacto B3:3/0 este desactiva la bobina B3:3/15 que hace invisible el botón de control manual del Horno en la pantalla de Control Manual.

Figura 41 - Línea 0023.

En la línea 0023 si se cierra el contacto B3:3/0 este activa la bobina B3:3/12 que activa el mensaje de Automático Activo del Horno en la pantalla de Control Manual, de igual manera

envía el valor 0 a la variable N7:15 que sirve como Tag indicador para el Mensaje de Auto en la pantalla de Ayuda Visual del Horno. Si se abre el contacto B3:3/4 este desactiva la bobina B3:3/14 que desactiva el botón de Automático en la pantalla de Control Automático del Horno.

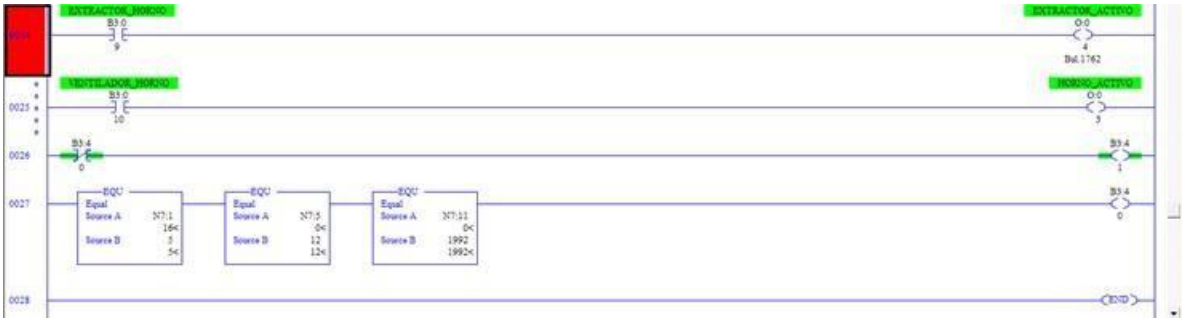


Figura 42 - Línea 0024, 0025, 0026, 0027 y 0028.

La línea 0025 puede considerarse como la última línea de código del programa, la cual consta de un contacto abierto B3:0/10 que activa la salida para el ventilador del horno.

Las líneas 0026 y 0027 son líneas de prueba que se utilizaron para comparaciones de los valores, salidas de bits, activación de contactos, desactivación y etc.

3.3 Elaboración del programa HMI para PanelView C600

A continuación se explicará el programa que se realizó en el PanelView C600 utilizando el software de desarrollo PanelView Component que ya viene incluido dentro de la pantalla, solo que hay conectarse por medio de internet utilizando un navegador IE 7 o Mozila Firefox 3.0 y colocando la dirección IP de la pantalla.

Pantalla 1: Intro

En esta pantalla solo se muestra el logo de la empresa con una variante de color, el nombre de la máquina y un botón para avanzar a la siguiente pantalla.

Figura 43 - Pantalla 1.

Pantalla 2: Menup

Esta es la pantalla de Menu Principal, cuenta con los siguientes botones:

- **MANUAL:** Este botón nos lleva al menu de Control Manual.
- **AUTOMATICO:** Este botón lleva al menu de Control Automatico.
- **MONITOREO GENERAL:** Este botón lleva a la Pantalla de Monitoreo Genral.
- **Config. Pantalla:** Este botón cierra la aplicación y lleva a las configuraciones de pantalla.

Figura 44 - Pantalla 2: Menú Principal.

Pantalla 3: Auto

Esta es la pantalla de Control Automático, desde esta pantalla podremos entrar a cada una de las tinas y al horno, también cuenta con botones de rápido acceso a los otros menus para agilizar la movilidad entre las pantallas, a continuación se muestra la descripción de cada uno de los botones:

- **Programar Tina de Inhibidor:** Este botón nos lleva al menu de la Tina 1.
- **Programar Tina de Acido:** Este botón nos lleva al menu de la Tina 2.
- **Programar Tina de Alcalina:** Este botón nos lleva al menu de la Tina 3.
- **Programar Temperatura de Horno:** Este botón nos lleva al menu del Horno.
- **Ir a Monitoreo General:** Este botón nos lleva a la Pantalla de Monitoreo General.
- **Ir a Manual:** Este botón nos lleva al menu de Control Manual.
- **Menu Principal:** Este botón nos regresa al Menu Principal.

Figura 45 - Pantalla 3: Control Automático.

Pantalla 4: Tina 1

Esta es la pantalla que controla el Automático de la Tina 1 a continuación se describe los elementos de la pantalla:

- **Recuadro de Temperatura Mínima:** Este es un recuadro de entrada numérica al presionarlo aparecerá un teclado numérico en el cual se puede ingresar el valor mínimo deseado para la tina 1.
- **Recuadro de Temperatura Real:** Este recuadro es una pantalla numérica en la cual solo se muestra el valor registrado por el sensor que se encuentra en la tina.
- **Recuadro de Temperatura Máxima:** Este es un recuadro de entrada numérica al presionarlo aparecerá un teclado numérico en el cual se puede ingresar el valor máximo deseado para la tina 1.
- **Iniciar Automático:** Este botón envía el Tag tina1_auto (B3:0/0) al PLC el cual activa la rutina de control de Automático. Al activar este botón cambiará el color a verde, y desactivará el botón del Manual de la tina 1 en la pantalla de Control Manual.
- **Estado del Serpentín:** Si la temperatura real es menor a la temperatura mínima programada, el control automático se encargará de encender el serpentín y este cambiara a color verde, indicando que esta encendido hasta que la temperatura supere la temperatura máxima programada regresando al color rojo indicando que este está apagado.
- **Anterior:** Este botón regresa al menú de Control Automático.
- **Menú Principal:** Este botón lleva a la pantalla de Menú Principal.

Figura 46 - Pantalla 4: Tina del Inhibidor.

TAGS utilizados Pantalla Tina 1:

Elemento	Tag de Lectura	Tag de Escritura	Tag de Visualización
Temperatura Mínima (Entrada Numérica)	NA	Valor_min_tina1	NA
Temperatura Real (Pantalla Numérica)	Valor_real_tina1	NA	NA
Temperatura Máxima (Entrada Numérica)	NA	Valor_max_tina1	NA
Indicador de Estados Múltiples (Invisible)	NA	NA	Tina1_man_on
Botón: Iniciar Automático	NA	Tina1_auto	Tina1_auto_off
Estado del Serpentín (Indicador)	Serpentin1_activo	NA	NA

Tabla 2 - TAGs de la pantalla 4.

Pantalla 5: Tina 2

Esta es la pantalla que controla el Automático de la Tina 2 a continuación se describe los elementos de la pantalla:

- **Recuadro de Temperatura Mínima:** Este es un recuadro de entrada numérica al presionarlo aparecerá un teclado numérico en el cual se puede ingresar el valor mínimo deseado para la tina 2.
- **Recuadro de Temperatura Real:** Este recuadro es una pantalla numérica en la cual solo se muestra el valor registrado por el sensor que se encuentra en la tina.
- **Recuadro de Temperatura Máxima:** Este es un recuadro de entrada numérica al presionarlo aparecerá un teclado numérico en el cual se puede ingresar el valor máximo deseado para la tina 2.
- **Iniciar Automático:** Este botón envía el Tag tina2_auto (B3:1/0) al PLC el cual activa la rutina de control de Automático. Al activar este botón cambiará el color a verde, y desactivará el botón del Manual de la tina 2 en la pantalla de Control Manual.
- **Estado del Serpentín:** Si la temperatura real es menor a la temperatura mínima programada, el control automático se encargará de encender el serpentín y este cambiara a

color verde, indicando que esta encendido hasta que la temperatura supere la temperatura máxima programada regresando al color rojo indicando que este está apagado.

- **Anterior:** Este botón regresa al menú de Control Automático.
- **Menú Principal:** Este botón lleva a la pantalla de Menú Principal.

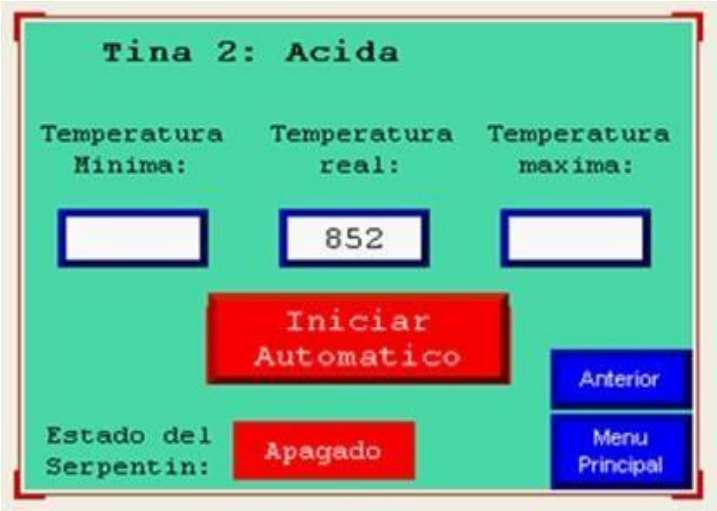


Figura 47 - Pantalla 5: Tina de Ácida.

TAGS utilizados Pantalla Tina 2:

Elemento	Tag de Lectura	Tag de Escritura	Tag de Visualización
Temperatura Mínima (Entrada Numérica)	NA	Valor_min_tina2	NA
Temperatura Real (Pantalla Numérica)	Valor_real_tina2	NA	NA
Temperatura Máxima (Entrada Numérica)	NA	Valor_max_tina2	NA
Indicador de Estados Múltiples (Invisible)	NA	NA	Tina2_man_on
Botón: Iniciar Automático	NA	Tina2_auto	Tina2_auto_off
Estado del Serpentín (Indicador)	Serpentin2_activo	NA	NA

Tabla 3 - TAGs de la pantalla 5.

Pantalla 6: Tina 3

Esta es la pantalla que controla el Automático de la Tina 3 a continuación se describe los elementos de la pantalla:

- **Recuadro de Temperatura Mínima:** Este es un recuadro de entrada numérica al presionarlo aparecerá un teclado numérico en el cual se puede ingresar el valor mínimo deseado para la tina 3.
- **Recuadro de Temperatura Real:** Este recuadro es una pantalla numérica en la cual solo se muestra el valor registrado por el sensor que se encuentra en la tina.
- **Recuadro de Temperatura Máxima:** Este es un recuadro de entrada numérica al presionarlo aparecerá un teclado numérico en el cual se puede ingresar el valor máximo deseado para la tina 3.
- **Iniciar Automático:** Este botón envía el Tag tina3_auto (B3:2/0) al PLC el cual activa la rutina de control de Automático. Al activar este botón cambiará el color a verde, y desactivará el botón del Manual de la tina 3 en la pantalla de Control Manual.
- **Estado del Serpentín:** Si la temperatura real es menor a la temperatura mínima programada, el control automático se encargará de encender el serpentín y este cambiara a color verde, indicando que esta encendido hasta que la temperatura supere la temperatura máxima programada regresando al color rojo indicando que este esta apagado.
- **Anterior:** Este botón regresa al menú de Control Automático.
- **Menú Principal:** Este botón lleva a la pantalla de Menú Principal.

Figura 48- Pantalla 6: Tina de la Alcalina.

TAGS utilizados Pantalla Tina 3:

Elemento	Tag de Lectura	Tag de Escritura	Tag de Visualización
Temperatura Mínima (Entrada Numérica)	NA	Valor_min_tina3	NA
Temperatura Real (Pantalla Numérica)	Valor_real_tina3	NA	NA
Temperatura Máxima (Entrada Numérica)	NA	Valor_max_tina3	NA
Indicador de Estados Múltiples (Invisible)	NA	NA	Tina3_man_on
Botón: Iniciar Automático	NA	Tina3_auto	Tina3_auto_off
Estado del Serpentín (Indicador)	Serpentin3_activo	NA	NA

Tabla 4- TAGs de la pantalla 6.

Pantalla 7: Horno

Esta es la pantalla que controla el Automático del Horno a continuación se describe los elementos de la pantalla:

- **Recuadro de Temperatura Mínima:** Este es un recuadro de entrada numérica al presionarlo aparecerá un teclado numérico en el cual se puede ingresar el valor mínimo deseado para el Horno.
- **Recuadro de Temperatura Real:** Este recuadro es una pantalla numérica en la cual solo se muestra el valor registrado por el sensor que se encuentra en el Horno.
- **Recuadro de Temperatura Máxima:** Este es un recuadro de entrada numérica al presionarlo aparecerá un teclado numérico en el cual se puede ingresar el valor máximo deseado para el Horno.
- **Iniciar Automático:** Este botón envía el Tag horno_auto (B3:3/0) al PLC el cual activa la rutina de control de Automático. Al activar este botón cambiará el color a verde, y desactivará el botón del Manual del Horno en la pantalla de Control Manual.
- **Ventilador:** Es un indicador que muestra el estado actual del Ventilador, el cual puede encenderse desde la pantalla de Control Manual. Rojo para apagado y Verde para encendido.

- **Extractor:** Es un indicador que muestra el estado actual del Extractor, el cual puede encenderse desde la pantalla de Control Manual. Rojo para apagado y Verde para encendido.
- **Anterior:** Este botón regresa al menú de Control Automático.
- **Menú Principal:** Este botón lleva a la pantalla de Menú Principal.

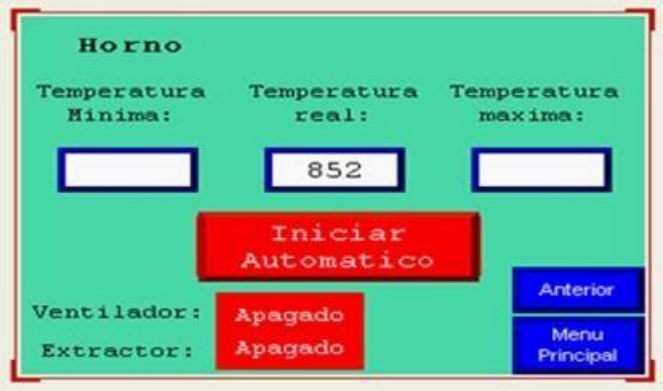


Figura 49 - Pantalla 7: Horno.

TAGS utilizados Pantalla Horno:

Elemento	Tag de Lectura	Tag de Escritura	Tag de Visualización
Temperatura Mínima (Entrada Numérica)	NA	Valor_min_horno	NA
Temperatura Real (Pantalla Numérica)	Valor_real_horno	NA	NA
Temperatura Máxima (Entrada Numérica)	NA	Valor_max_horno	NA
Indicador de Estados Múltiples (Invisible)	NA	NA	horno_man_on
Botón: Iniciar Automático	NA	horno_auto	horno_auto_off
Estado del Ventilador (Indicador)	Horno_ventilador	NA	NA
Estado del Extractor (Indicador)	Extractor_horno	NA	NA

Tabla 5 - TAGs de la pantalla del horno.

Pantalla 8: Manual

Esta es la pantalla donde se tiene el control Manual de la máquina, cada uno de los botones activa de manera directa las salidas del PLC

- **Encender Serpentin Tina 1:** Este botón envía el Tag Manual_tina1 (B3:0/4) al PLC el cual activa el serpentín 1. De igual manera cambia el valor del Tag TINA1_GENERAL (N7:0) a 1 desactivando de esta manera el botón de Automatico de la tina 1. Activa la salida O:0/0 del PLC.
- **Encender Serpentin Tina 2:** Este botón envía el Tag Manual_tina2 (B3:1/4) al PLC el cual activa el serpentín 2. De igual manera cambia el valor del Tag TINA2_GENERAL (N7:9) a 1 desactivando de esta manera el botón de Automatico de la tina 2. Activa la salida O: 0/1 del PLC.
- **Encender Serpentin Tina 3:** Este botón envía el Tag Manual_tina3 (B3:2/4) al PLC el cual activa el serpentín 3. De igual manera cambia el valor del Tag TINA3_GENERAL (N7:10) a 1 desactivando de esta manera el botón de Automatico de la tina 3. Activa la salida O: 0/2 del PLC.
- **Encender Resistencias del Horno:** Este botón envía el Tag Manual_horno (B3:3/4) al PLC el cual activa el Horno. De igual manera cambia el valor del Tag HORNO_GENERAL (N7:15) a 1 desactivando de esta manera el botón de Automatico del Horno.Activa la salida O: 0/3 del PLC.
- **Encender Extractor:** Este botón envía el Tag Extractor_horno (B3:0/9) al PLC el cual activa la salida para el contactor que va para el Extractor. Activa la salida O:0/4 del PLC.
- **Encender Ventilador del Horno:** Este botón envía el Tag Ventilador_horno (B3:0/10) al PLC el cual activa la salida para el ventilador del horno. Activa la salida O:0/5 del PLC.

Figura 50- Pantalla 8: Control Manual.

Tags Utilizador para la pantalla de Manual:

Elemento	Tag de Lectura	Tag de Escritura	Tag de Visualización
Encender Serpentín Tina 1 (Botón)	NA	Manual_tina1	Tina1_man_off
Indicador Auto Activo Tina 1 (Invisible)	NA	NA	Tina1_auto_on
Encender Serpentín Tina 2 (Botón)	NA	Manual_tina2	Tina2_man_off
Encender Serpentín Tina 3 (Botón)	NA	Manual_tina3	Tina3_man_off
Indicador Auto Activo Tina 3 (Invisible)	NA	NA	Tina3_auto_on
Encender Resistencias del Horno(Botón)	NA	Manual_horno	Horno_man_off
Indicador Auto Activo Horno (Invisible)	NA	NA	Horno_auto_on
Encender Extractor (Botón)	NA	Extractor_horno	NA
Encender Ventilador del Horno (Botón)	NA	Ventilador_horno	NA

Tabla 6 - TAGs de la pantalla de control manual.

Pantalla 10: Entradas_salidas

Esta es la pantalla Monitoreo General, en esta parte se puede tener visualización de las 4 temperaturas que hay en la máquina, cada una de ellas es de las tinas y del horno respectivamente.

- **Inhibidor:** Muestra en un recuadro de pantalla númerica el valor de la temperatura real en el momento de la tina 1.
- **Acido:** Muestra en un recuadro de pantalla númerica el valor de la temperatura real en el momento de la tina 2.
- **Alcalina:** Muestra en un recuadro de pantalla númerica el valor de la temperatura real en el momento de la tina 3.
- **Horno:** Muestra en un recuadro de pantalla númerica el valor de la temperatura real del Horno en el momento.

También cuenta con botones para rápido acceso a los diferentes menus del programa y un botón que lleva al Monitoreo Genral de las Salidas Activas:

- **Ir a Automatico:** Nos lleva al menú de Control Automatico

- **Ir a Manual:** Nos lleva al menú de Control Manual.
- **Ver Salidas Activas:** Este botón nos lleva a la siguiente menú del Monitore General.
- **Volver:** Este botón nos regresa el Menú Principal.

Figura 51 - Pantalla 9: Monitoreo General.

Pantalla 11: Entradas_salidas2

En esta pantalla por medio de Indicadores de Estados Multiples, se muestra que elementos están activos al momento de visualizarla. Estos indicadores cambiarán de color y de mensaje cuando el elemento este activo.

Indicador 1:

- **1. Serpentin Inhibidor Apagado (color rojo).**
- **1. Serpentin Inhibidor Encendido (color verde).**

Indicador 2:

- **2. Serpentin Acido Apagado (color rojo).**
- **2. Serpentin Acido Encendido (color verde).**

Indicador 3:

- **3. Serpentin Acido Apagado (color rojo).**
- **3. Serpentin Alcalina Encendido (color verde).**

Indicador 4:

- **4. Resistencias del Horno Apagado (color rojo).**
- **4. Resistencias del Horno Encendido (color verde).**

Indicador 5:

- **5. Extractor Apagado (color rojo).**
- **5. Extractor Encendido (color verde).**

Indicador 6:

- **6. Ventilador del Horno Apagado (color rojo).**
- **6. Ventilador del Horno Encendido (color verde).**

Figura 52 - Pantalla de Monitoreo General de salidas activas.

Pantalla 12: Entradas_salidas3

En esta pantalla se muestra toda la ayuda visual necesaria de la máquina, de una manera sencilla se dibuja un diagrama de la máquina en general y se colocan indicadores de los elementos activos controlados por el HMI cada uno de ellos enumerados identificados en la pantalla de **Salidas Activas**, de igual manera en cada tina y horno se agrega la temperatura y el estado actual de la tina u horno, si está "Apagado", "Manual" o "Auto". Junto con botones de acesso rápido a menus anteriores:

- **Anterior:** Nos lleva a la pantalla de Salidas Activas.
- **Temperaturas:** Nos lleva a la pantalla de Monitoreo de Temperaturas.
- **Menu Principal:** Este botón nos lleva al Menú Principal.

Figura 53 - Pantalla de Monitoreo General de Ayuda Visual.

Tabla de Tags Utilizados

	Nombre tag	Tipo de información	Dirección	Controller	Descripción
1	serpentin1	booleano	B3:0/0	PLC-1	Activa el indicador del Serpentin 1
2	valor_min_tina1	16 Número Entero de bits	N7:1	PLC-1	Valor minimo programable de temperatura
3	valor_real_tina1	Real	F8:0	PLC-1	Valor obtenido por el sensor
4	serpentin1_activo	booleano	O:0/0	PLC-1	Salida que indica que el serpentin esta activo
5	tina1_auto	booleano	B3:0/0	PLC-1	TAG para el PLC Auto de la tina 1
6	valor_max_tina1	16 Número Entero de bits	N7:2	PLC-1	Valor maximo programable de temperatura
7	Auto_tina1_indicador	booleano	B3:0/3	PLC-1	Indicador si la tina 1 esta en auto
8	Manual_tina1	booleano	B3:0/4	PLC-1	TAG para el PLC Manual de la tina 1
9	prueba	booleano	B3:4/1	PLC-1	TAG DE PRUEBA SIN USO
10	Ventilador_horno	booleano	B3:0/10	PLC-1	TAG para el PLC activar Ventilador
11	Extractor_horno	booleano	B3:0/9	PLC-1	TAG para el PLC activar el Extractor
12	serpentin2	booleano	B3:1/0	PLC-1	Activa el indicador del Serpentin 2
13	valor_min_tina2	16 Número Entero de bits	N7:5	PLC-1	Valor minimo programable de temperatura 2
14	valor_real_tina2	Real	F8:1	PLC-1	Valor obtenido por el 2ndo sensor
15	serpentin2_activo	booleano	O:0/1	PLC-1	Salida que indica que el serpentin esta activo
16	tina2_auto	booleano	B3:1/0	PLC-1	TAG para el PLC Auto de la tina 2
17	valor_max_tina2	16 Número Entero de bits	N7:6	PLC-1	Valor maximo programable de temperatura 2
18	Auto_tina2_indicador	booleano	B3:1/3	PLC-1	Indicador si la tina 2 esta en auto
19	Manual_tina2	booleano	B3:1/4	PLC-1	TAG para el PLC Manual de la tina 2

Figura 54 - Tabla de Tags 1.

	Nombre tag	Tipo de información	Dirección	Controller	Descripción
20	TINA1_GENERAL	16 Número Entero de bits	N7:0	PLC-1	Indicador si tina 1 esta OFF/AUTO/MANUAL
21	tina1_auto_on	booleano	B3:1/12	PLC-1	Auto tina 1 activo (Borra boton de manual)
22	Tina1_man_on	booleano	B3:1/13	PLC-1	Manual tina 1 activo (Borra boton de auto)
23	tina1_auto_off	booleano	B3:1/14	PLC-1	Borra Boton de Auto de la tina 1
24	Tina1_man_off	booleano	B3:1/15	PLC-1	Borra Boton de Manual de la tina 1
25	TINA2_GENERAL	16 Número Entero de bits	N7:9	PLC-1	Indicador si la tina 2 esta OFF/AUTO/MANUAL
26	ventilador_estado	booleano	O:0/15	PLC-1	NO SE USA (PRUEBA)
27	serpentin3	booleano	B3:2/0	PLC-1	Activa el indicador del Serpentin 3
28	valor_min_tina3	16 Número Entero de bits	N7:11	PLC-1	Valor minimo programable de temperatura 3
29	valor_real_tina3	16 Número Entero de bits	F8:2	PLC-1	Valor obtenido por el 3er sensor
30	serpentin3_activo	booleano	O:0/2	PLC-1	Salida que indica que el serpentin esta activo
31	Tina3_auto	booleano	B3:2/0	PLC-1	TAG para el PLC Auto de la tina 3
32	valor_max_tina3	16 Número Entero de bits	N7:13	PLC-1	Valor maximo programable de temperatura 3
33	Auto_tina3_indicador	booleano	B3:2/3	PLC-1	Indicador si la tina 3 esta en auto
34	Manual_tina3	booleano	B3:2/4	PLC-1	TAG para el PLC Manual de la tina 3
35	TINA3_GENERAL	16 Número Entero de bits	N7:10	PLC-1	Indicador si tina 3 esta OFF/AUTO/MANUAL
36	tina3_auto_on	booleano	B3:2/12	PLC-1	Auto tina 3 activo
37	tina3_man_on	booleano	B3:2/13	PLC-1	Manual tina 3 activo
38	tina3_auto_off	booleano	B3:2/14	PLC-1	Borra el boton de auto en la tina 3

Figura 55 - Tabla de Tags 2.

	Nombre tag	Tipo de información	Dirección	Controller	Descripción
39	tina3_man_off	booleano	B3:2/15	PLC-1	Borra el boton de manual en la tina 3
40	tina2_auto_on	booleano	B3:0/12	PLC-1	Auto tina 2 activo
41	tina2_man_on	booleano	B3:0/13	PLC-1	Manual tina 2 activo
42	tina2_auto_off	booleano	B3:0/14	PLC-1	Borra el boton de auto en la tina 2
43	tina2_man_off	booleano	B3:0/15	PLC-1	Borra el boton de manual en la tina 2
44	Horno	booleano	B3:3/0	PLC-1	Indicador si el horno esta activo
45	valor_min_horno	16 Número Entero de bits	N7:12	PLC-1	Valor minimo programable para la temp del hc
46	valor_real_horno	16 Número Entero de bits	F8:3	PLC-1	Valor obtenido por el sensor en el horno
47	Horno_activo	booleano	O:0/3	PLC-1	Salida de indica que el horno esta activo
48	Horno_auto	booleano	B3:3/0	PLC-1	TAG para el PLC Auto del Horno
49	valor_max_horno	16 Número Entero de bits	N7:14	PLC-1	Valo maximo programable de tem del horno
50	Auto_horno_indicador	booleano	B3:3/3	PLC-1	Indicador si el horno esta en auto
51	Manual_horno	booleano	B3:3/4	PLC-1	TAG para el PLC Manual del Horno
52	HORNO_GENERAL	16 Número Entero de bits	N7:15	PLC-1	Indicador si horno esta OFF/AUTO/MANUAL
53	horno_auto_on	booleano	B3:3/12	PLC-1	Auto Horno Activo
54	horno_man_on	booleano	B3:3/13	PLC-1	Manual Horno Acctivo
55	horno_auto_off	booleano	B3:3/14	PLC-1	Borra el boton del auto en el horno
56	horno_man_off	booleano	B3:3/15	PLC-1	Borra el boton del manual en el horno
57	Easter	booleano	B3:4/0	PLC-1	

Figura 56 - Tabla de Tags 3.

3.4 Pruebas de Calibración para los sensores

Una vez teniendo funcional el programa del PLC en combinación con el programa del HMI, se procedió a hacer pruebas utilizando los controles de temperatura que el viejo tablero de control presenta.

Para la calibración del sensor, se utilizó una fórmula matemática la cual se puede encontrar en el manual de operación de instrucciones del micrologix 1200 y 1400. La cual es la siguiente:

	palabra larga	52.2 µs	0.0 µs
MicroLogix 1500	palabra	27.0 µs	0.0 µs
	palabra larga	44.7 µs	0.0 µs

La instrucción SCP produce un valor de salida escalado que tiene una relación lineal entre los valores de entrada y de escalado. Esta instrucción resuelve la siguiente ecuación indicada a continuación para determinar la salida escalada:

$$y = [(y_1 - y_0)/(x_1 - x_0)](x - x_0) + y_0$$

Figura 57 - Formula para la función SCP.

Donde:

Parámetro	O	I	S	B	T, C, R	N	F	ST	L	MG, PD	PLS	RTC	HSC	PTO, PWM
Input (x)	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•	•
Input Min. (x_0)	•	•		•	•	•	•		•					
Input Max.(x_1)	•	•		•	•	•	•		•					
Scaled Min. (y_0)	•	•		•	•	•	•		•					
Scaled Max. (y_1)	•	•		•	•	•	•		•					
Output (y)	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•		•

(1) Los archivos DAT son válidos para el MicroLogix 1500 solamente. Los archivos PTO y PW

Figura 58 - Valores de la formula anterior.

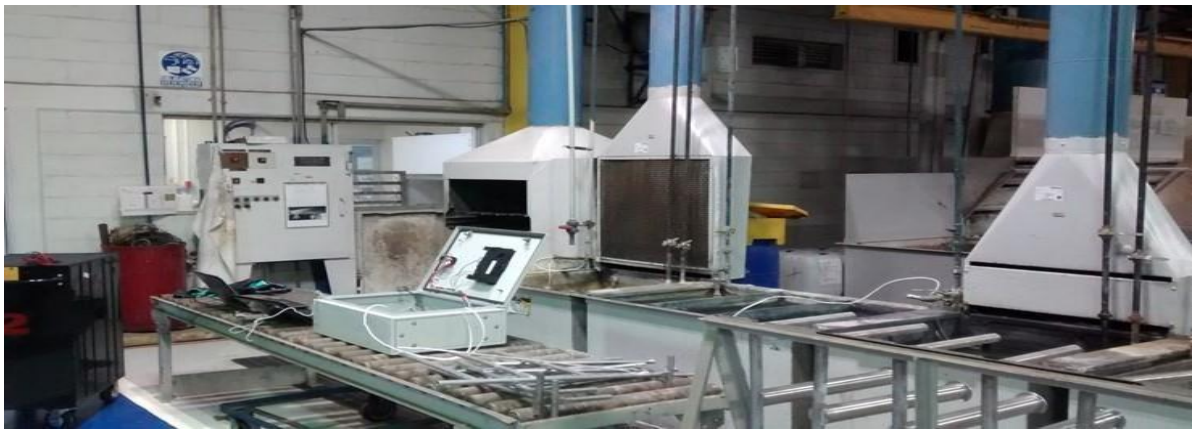


Figura 59 – Monitoreo del PLC y Pruebas para la calibración de los sensores.

El nuevo tablero de control se probó utilizando el sensor de la tina de ácida, el cual se colocó en una de las tinas de enjuague, ambos sensores se pusieron en la misma tina y esos fueron los resultados.

Figura 60 - Resultado en la pantalla HMI de la prueba del sensor.

Se observó que solo hay una variación de 0.3 grados centígrados, este resultado se logró gracias a varios experimentos de prueba y error que se realizaron en el programa Excel de la paquetería office, ya que, para no perder tiempo en estar programando y reprogramando el PLC, se ingresó la formula en las celdas y se fue variando hasta obtener resultados más próximos al controlador de temperatura ya colocado.

Después de esa prueba inicial se realizaron más pruebas en las siguientes tinas y horno, dando un rango de variación de 0.2 a 0.8 grados centígrados, algo que es totalmente aceptable para el funcionamiento de la máquina y bueno para el material a desoxidar.

3.5 Instalación del Tablero

La instalación se realizó con ayuda de los técnicos de mantenimiento electrónico, el cual proporcionó un gran apoyo a esta actividad, ya que cuentan con una gran experiencia, lo cual causo que el trabajo de instalación fuera rápida y segura.

Figura 61 - Conexión a las electroválvulas de los serpentines.

Figura 62 - Colocación final del tablero de control nuevo.

Debido a que la empresa Mahle no permite que los becarios y residentes realicen tareas de alto riesgo, como conexiones a alto voltaje o tareas de altura, el trabajo de instalación se cedió al departamento de técnicos y a proveedores especializados.

3.6 Estándar de Mantenimiento

Dentro de la empresa MAHLE existen estándares de mantenimiento preventivo en todas las máquinas, determinando que, los puntos más importantes para prevenir fallas mayores son:

- **Limpieza:** A demás de ser estético y darle buena imagen a la empresa, una limpieza incorrecta podría ocasionar acumulación de rebaba llevando consigo el desgaste o acortando la vida útil de la máquina y una mal calibración de esta.
- **Lubricación:** Éste es otro punto importante en el mantenimiento preventivo, sin una lubricación constante y correcta podría ocasionar desgaste, des alineación, des calibración, mal funcionamiento o una disfuncionalidad de la máquina.
- **Inspección:** Éste punto puede ser el más complicado e importante pues depende del operador y sin una buena capacitación puede dejar pasar puntos importantes de inspección de su máquina provocando una avería o descompostura.

A continuación se puede apreciar un ejemplo de los estándares de la empresa.

MAHLE
Driven by performance

ESTANDAR DE LIMPIEZA

MAQUINA:	TORNO AUTOMATICO B&K #80	FECHA:	15-abr-2015	ESTANDAR No.	EST-MABK-80-LIM
MINIPLANTA:	MAQUINADO	REALIZÓ:	ADÁN VELASCO	RUTINA No.	RUT-MABK-80

TIPO DE ACTIVIDAD	No.	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	MATERIAL A UTILIZAR	TIEMPO ASIGNADO (Minutos)	FRECUENCIA (Días)	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB
LIMPIEZA	1	PURGAR AGUA DEL SISTEMA F.R.L.	TRAPOS	1	7	X								X
	2	PURGAR VASO DE FILTRO	TRAPOS	1	7	X								X
	3	LIMPIEZA DE PANEL DE CONTROL	DESENGRASANTE Y TRAPOS	2	14		X			X				
	4	LIMPIEZA GENERAL DE BOTONERA	DESENGRASANTE Y TRAPOS	2	14		X			X				
	5	ASPIRAR CHAROLA DE CONTENCIÓN	ASPIRADORA DE ACIETE	10	30			X					X	
	6	LIMPIEZA GENERAL DEL CHASIS	DESENGRASANTE Y TRAPOS	7	30			X					X	
	7	LIMPIEZA DE REBABA EN CHAROLA	DESENGRASANTE Y TRAPOS	2	14	X					X			
	8	LIMPIEZA DE SENSORES DE CORTINA	TRAPOS	2	14		X		X					
	9	LIMPIEZA DEL CRISTAL DE LOS MANÓMETROS	DESENGRASANTE Y TRAPOS	2	30			X				X		
	10	LIMPIAR VARIADOR DE VELOCIDAD	DESENGRASANTE Y TRAPOS	3	14			X				X		
	11	EXCESO DE REBABA EN CARRO FRONTAL Y TRASERO	DESENGRASANTE Y TRAPOS	2	30	X			X					
	12	EXCESO DE GRASA EN GUILLOTINA	TRAPOS	2	14	X				X				
	13	LIMPIEZAS DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS	TRAPOS Y TRAPOS	2	14		X				X			

Figura 63 – Estándar de limpieza

Como se muestra en la imagen anterior, en la parte superior se encuentra el nombre de la máquina, a que mini planta pertenece, la fecha en que se modificó o fue realizado, por quien fue hecho y el código con el que se identifica. Con una ayuda visual, (cuadro color verde) se caracteriza que el estándar es de limpieza y en seguida están los puntos o actividades que se deben realizar y el material que se debe hacer, el tiempo aproximado que se tomará en hacer dicha actividad y la frecuencia, es decir, cada cuantos días se debe realizar, también se marca el turno y los días de la actividad.

MAHLE
Driven by performance

ESTANDAR DE LUBRICACIÓN

MAQUINA:	TORNO AUTOMATICO #80	FECHA:	15-abr-2015	ESTANDAR No.	EST-MABK-80-LUB
MINIPLANTA:	MAQUINADO	REALIZÓ:	ADÁN VELASCO	RUTINA No.	RUT-MABK-80

TIPO DE ACTIVIDAD	No.	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	MATERIAL A UTILIZAR	TIEMPO ASIGNADO (Minutos)	FRECUENCIA (Días)	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	LUN	MA	MIE	JUE	VIE	SAB
LUBRICACIÓN	1	CONTRAPUNTO Y MANGA	GRASA MOBIL SHC-220	3	30	X								X
	2	UNIDAD HIDRÁULICA	ACEITE MOBIL DTE-25	10	7		X				X			
	3	GUILLOTINA	GRASA MOBIL SHC-220	3	30			X	X					
	4	SISTEMA F.R.L.	ACEITE MOBIL DTE-25	3	7		X					X		
	5	LUBRICADOR POR NIEBLA	ACEITE MOBIL EXTRA HEAVY	3	14			X		X				

Figura 64 – Estándar de lubricación

En el estándar de lubricación mostrado en la ilustración 3, a diferencia del estándar de limpieza (ilustración 2) la ayuda visual que lo caracteriza cambia por un círculo color ámbar y en los materiales a usar tiene los nombres de lubricantes y su código de venta con el que se encuentra.

MAHLE
Driven by performance

ESTANDAR DE INSPECCIÓN

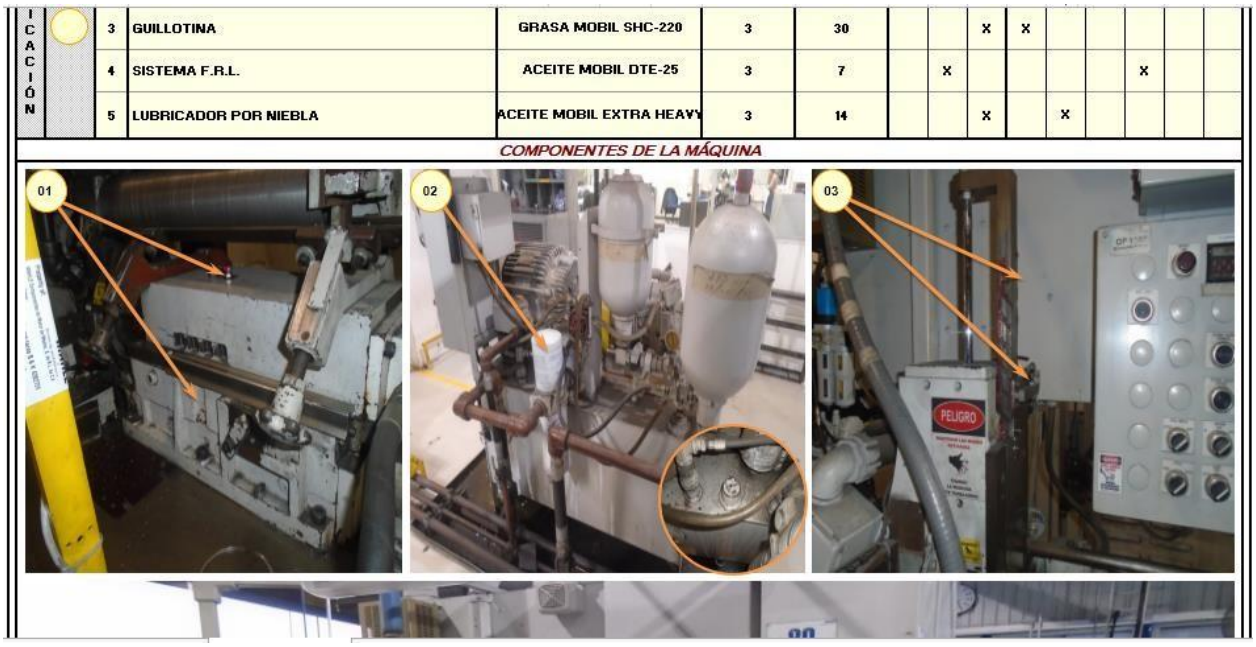
MAQUINA:	TORNO AUTOMATICO #80	FECHA:	15-abr-2015	ESTANDAR No.	EST-MABK-80-INS
MINIPLANTA:	MAQUINADO	REALIZÓ:	ADÁN VELASCO	RUTINA No.	RUT-MABK-80

TIPO DE ACTIVIDAD	No.	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	MATERIAL A UTILIZAR				TIEMPO ASIGNADO (Minutos)	FRECUENCIA (Días)	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	LUN	MA	MIE	JUE	VIE	SAB
INSPECCIÓN	1	FUNCIONAMIENTO DE LAMPARA ANDOM			X		1	1	X			X					
	2	VERIFICAR INDICADORES LED DE SENSORES DE CORTINAS		X	X		1	1		X			X				
	3	COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LLAVE DE ALIMENTACIÓN NEUMÁTICA		X			1	7			X			X			
	4	FUNCIONAMIENTO DE LÁMPARA AUXILIAR			X		1	14	X						X		
	5	FUNCIONAMIENTO DE BOTONES DE TABLERO		X	X		3	7		X						X	
	6	FUNCIONAMIENTO DE PANEL DE CONTROL		X	X		3	7	X						X		
	7	FUNCIONAMIENTO DE PANEL DE VELOCIDAD (R.P.M.)		X	X		1	30			X			X			
	8	VERIFICAR NIVELES DE ACEITE EN VASOS DE LUBRICACIÓN			X		1	1		X					X		
	9	PRESIÓN EN LOS MANÓMETROS HIDRAULICOS 400-500 PSI			X		1	1	X							X	
	10	PRESIÓN EN LOS MANÓMETROS NEÚMATICOS 64-87 PSI			X		1	1	X				X				
	11	BUSCAR EXISTENCIA DE FUGAS DE AIRE EN MANGUERAS Y CONECTORES NEUMÁTICOS		X			3	30	X								X

Figura 65 – Estándar de Inspección

En la ilustración 4 se muestra el estándar de inspección que a diferencia del de limpieza y lubricación (ilustraciones 2 y 3) éste se identifica con un triángulo color azul y en el material a utilizar se agregan más ayudas visuales de las partes del cuerpo con lo que se debe realizar la actividad.

En seguida, cada uno de los estándares de limpieza, lubricación e inspección cuentan con ayudas visuales para identificar el sitio exacto dónde se debe realizar la actividad correspondiente como se muestra en la siguiente ilustración

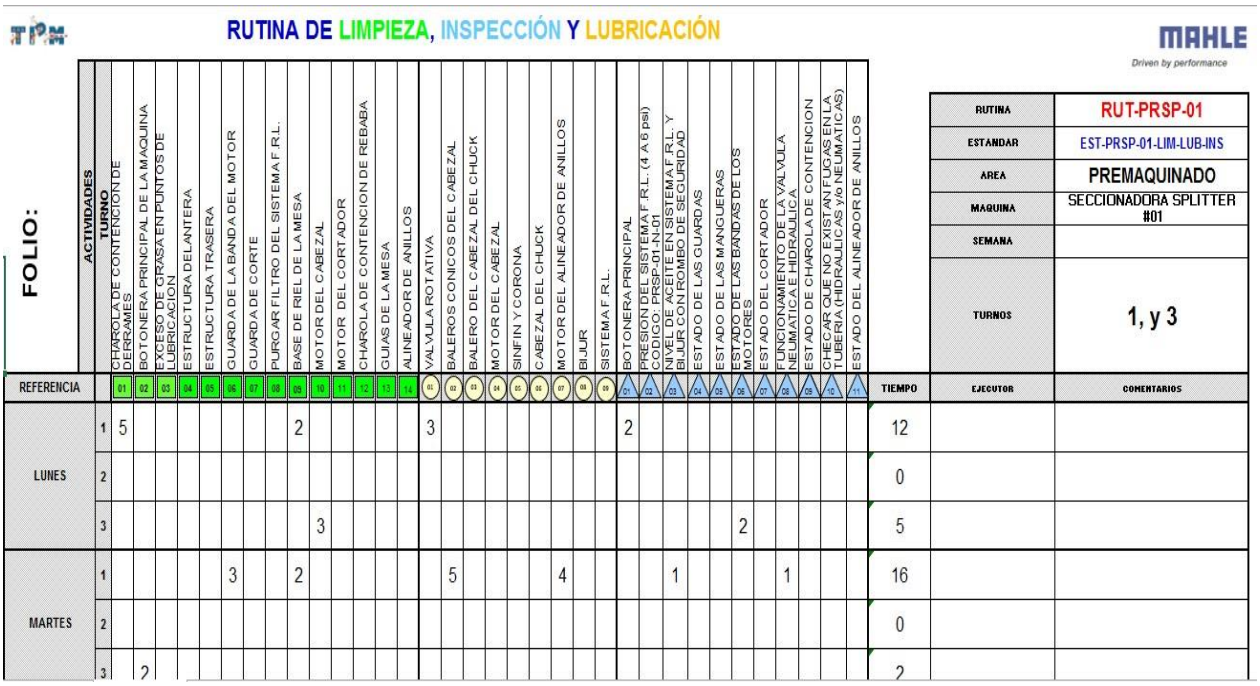


3	GUILLOTINA	GRASA MOBIL SHC-220	3	30			X	X					
4	SISTEMA F.R.L.	ACEITE MOBIL DTE-25	3	7		X					X		
5	LUBRICADOR POR NIEBLA	ACEITE MOBIL EXTRA HEAVY	3	14			X		X				

Figura 66– Ayudas visuales del Estándar

En la Ilustración 6 se muestran las imágenes correspondientes a la máquina del estándar con sus respectivos puntos; cada estándar (limpieza lubricación e inspección) tiene su símbolo con el que se representa escrito en la parte superior derecha de cada imagen y una flecha indicado el sitio preciso donde la actividad deberá ser efectuada, en caso de que el punto o lugar de acción se encuentre escondido o muy pequeño se encierra en un círculo, cuadro o triángulo según el estándar y se agranda para la mejor comprensión como lo muestra la ilustración anterior.

Con estos estándares, los operarios cada semana llenan una rutina, que es básicamente los puntos que se muestran en los estándares, pero se tendrán que completar con una firma o número de nómina para asegurar el cumplimiento del mantenimiento. A continuación se muestra la rutina a llenar:



RUTINA DE LIMPIEZA, INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN

MAHLE
Driven by performance

FOLIO:

ACTIVIDADES / TURNO	01 CHAROLA DE CONTENCION DE DERRAMES	02 BOTONERA PRINCIPAL DE LA MAQUINA	03 EXCESO DE GRASA EN PUNTOS DE LUBRICACION	04 ESTRUCTURA DELANTERA	05 ESTRUCTURA TRASERA	06 GUARDA DE LA BANDA DEL MOTOR	07 GUARDA DE CORTE	08 PURGAR FILTRO DEL SISTEMA F.R.L.	09 BASE DE RIEL DE LA MESA	10 MOTOR DEL CABEZAL	11 MOTOR DEL CORTADOR	12 CHAROLA DE CONTENCION DE REBABA	13 GUIAS DE LA MESA	14 ALINEADOR DE ANILLOS	01 VALVULA ROTATIVA	02 BALEROS CONICOS DEL CABEZAL	03 BALERO DEL CABEZAL DEL CHUCK	04 MOTOR DEL CABEZAL	05 SINFIN Y CORONA	06 CABEZAL DEL CHUCK	07 MOTOR DEL ALINEADOR DE ANILLOS	08 BIJUR	09 SISTEMA F.R.L.	01 BOTONERA PRINCIPAL	02 PRESION DEL SISTEMA F.R.L. (4 A 6 psi) CODIGO: PRSP-01-N-01	03 NIVEL DE ACEITE EN SISTEMA F.R.L. Y BIJUR CONTROMEO DE SEGURIDAD	04 ESTADO DE LAS GUARDAS	05 ESTADO DE LAS MANGUERAS	06 ESTADO DE LAS BANDAS DE LOS MOTORES	07 ESTADO DEL CORTADOR	08 FUNCIONAMIENTO DE LA VALVULA NEUMATICA E HIDRAULICA	09 ESTADO DE CHAROLA DE CONTENCION	10 CHECAR QUE NO EXISTAN FUGAS EN LA TUBERIA (HIDRAULICAS y/o NEUMATICAS)	11 ESTADO DEL ALINEADOR DE ANILLOS	TIEMPO	EJECUTOR	COMENTARIOS
LUNES 1	5								2						3									2											12		
LUNES 2																																			0		
LUNES 3										3																			2						5		
MARTES 1						3			2							5					4					1					1				16		
MARTES 2																																			0		
MARTES 3		2																																	2		

RUTINA	RUT-PRSP-01
ESTANDAR	EST-PRSP-01-LIM-LUB-INS
AREA	PREMAQUINADO
MAQUINA	SECCIONADORA SPLITTER #01
SEMANA	
TURNOS	1, y 3

Figura 67 – Rutina de Seguimiento

En la ilustración 6 se muestran los parámetros a seguir de la rutina de seguimiento del estándar, teniendo en la parte superior de la ilustración las actividades a realizar puestas en los estándares de forma vertical para minimizar espacio, de bajo de cada uno de ellos se encuentra el símbolo con el que se identifica cada actividad, es decir, si es de limpieza, lubricación o inspección junto con el número de dicha actividad en el estándar, para después tener una tabla con el tiempo asignado aproximadamente para cada uno de ellos junto con el día y turno que se debe hacer (a la izquierda de la ilustración) y como en el estándar también se muestra en la parte superior derecha el código de identificación de la máquina, rutina y estándar, así como su área, nombre y turnos en los que se trabaja dicha máquina.

3.7 Planes de Mantenimiento Preventivo

Un plan de mantenimiento preventivo consiste en un sistema organizado que permita administrar tiempos adecuadamente para realizar un mantenimiento preventivo programado a una específica área o equipo para resolución de posibles problemas en la producción. Es importante el uso de un sistema computarizado, sin descartar el recurso humano, incluyendo programas de capacitación para operadores, técnicos y personal de la empresa en general.

En las auditorías de recertificación la empresa MAHLE obtenía puntos de inconformidad en esta parte del mantenimiento ya que no se contaba con un buen plan computarizado.

A continuación se muestra el plan de mantenimiento preventivo de la empresa:

MAQUINADO

TIEMPO DE REPARACIÓN	EQUIPO	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	JEFE DE MINIPLANTA	SUPERVISOR MANTTO.	FECHA PROGRAMADA		TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3
1 HR.	3201-FRPC-02 SMALL CAM TURN 2 TORNEADO EXTERIOR	REPARACIÓN DE FUGA EN VALVULA REGULADORA	JESÚS CORONEL			P			
						R			
2 HRS	3201-FRPC-03 SMALL CAM TURN 3 TORNEADO EXTERIOR	REPARACIÓN DE FUGA EN PISTON, CAMBIO DE MANOMETRO EN FRL YA QUE NO TIENE TAPA Y REPARACIÓN DE EXTRACTOR	JESÚS CORONEL			P			
						R			
2 HRS	3201-FRPC-05 SMALL CAM TURN 5 TORNEADO EXTERIOR	REPARACIÓN DE FUGA EN PISTON	JESÚS CORONEL			P			
						R			
2 HRS	3201-FRPC-06 SMALL CAM TURN 6 TORNEADO EXTERIOR	REPARACIÓN DE FUGA EN PISTON	JESÚS CORONEL			P			
						R			
4 HRS	TORNO AUTOMATICO B&K # 77	REPARACIÓN DE FUGA EN PISTON DE SISTEMA BORE	JESÚS CORONEL			P			
						R			
4 HRS	TORNO AUTOMATICO B&K # 80	REPARACIÓN DE FUGA EN PISTON DE SISTEMA BORE	JESÚS CORONEL			P			
						R			
4 HRS	TORNO AUTOMATICO B&K # 55	CAMBIO DE BALEROS A POLEAS	JESÚS CORONEL			P			
						R			
		CAMBIO DE BALEROS A POLEAS Y REPARACIÓN DE FUGA DE				P			

Figura 68 – Programa preventivo, problema en específico

En la primer columna se muestra el tiempo asignado aproximadamente de lo que demorará el mantenimiento, en la segunda columna se encuentra el nombre de la máquina junto con su código de identificación, en la tercer columna se encuentra la descripción de algún problema en específico reportado por algún operario, esto es para dar prioridad o un cierto enfoque al mantenimiento, en la cuarta columna se ingresa el jefe de mini planta, seguido por el supervisor de mantenimiento, luego la fecha programada y el turno en el que se realizará.Éste programa solo lo lleva una persona en especial y cuenta con descripciones de problemas para dar un cierto enfoque a ellos en el mantenimiento, pero también se cuenta con un programa en general de aspectos a revisar y los tiempos que se demorará al hacer esa actividad como lo muestra la ilustración siguiente:

NOTIFICACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MINIPLANTA: MINIPLANTA MAQUINADO

CENTRO DE COSTOS: 32012537

ÁREA: MISCELÁNEOS

EQUIPO: 3201-MAML-01 MARCADO DE PUNTO LÁSER

MENSUAL

MANTTO. MECÁNICO:

1.- REVISAR EL ESTADO DE LA BANDA DEL ARRASTRE, CAMBIAR SI ES NECESARIO.
2.- REVISAR EL ESTADO DE LA BANDA DEL SERVOMOTOR CAMBIAR SI ES NECESARIO.
3.- REVISAR EL ESTADO DE LAS GUARDAS DE LÁSER.
4.- REVISAR EL ESTADO DEL CONDENSADOR DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR, EN CASO DE ESTAR DAÑADO REPÁRESE.
5.- REVISAR EL ESTADO DEL AGUA DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR, EN CASO DE ENCONTRARSE SUCIA CAMBIARSE.

MANTTO DE LIMPIEZA:

REALIZAR LIMPIEZA DEL FILTRO Y VENTILADOR , DEL TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO.
Tiempo Total: 30 min.

MANTTO DE LIMPIEZA:

REALIZAR LIMPIEZA DEL FILTRO Y VENTILADOR , DEL TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO.
Tiempo Total: 30 min.

MANTTO. ELÉCTRICO:

1.- REVISAR EL ESTADO DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL, QUE SE ENCUENTRAN EN EL TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO.
2.- REVISAR EL ESTADO DE LAS BOTONERAS DE LA MAQUINA.
Tiempo Total: 30 min.
Tiempo real:
REVISAR EL ESTADO Y BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS MANOMETROS DE LA MAQUINA, EN CASO DE ESTAR DAÑADOS CAMBIARLOS POR NUEVOS.

CLAVE	PRESIÓN	Mpa
MAMILE - 50	NEUMÁTICA	0.5 -0.6 Mpa

Tiempo Total: 10 min.
Tiempo real:

BIMESTRAL

REALIZAR LIMPIEZA:

REVISAR EL DEPOSITO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR (QUE SE ENCUENTRE EN BUENAS CONDICIONES DE TRABAJO) .
REALIZAR LIMPIEZA DE LAS ALETAS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR, SOPLETE CON AIRE COMPRIMIDO. REALIZAR LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO DEL GABINETE DEL CONTRO
Tiempo Total: 15 min.
Tiempo real:

TRIMESTRAL

NO CUENTA CON ACTIVIDADES TRIMESTRALES

SEMESTRAL

REAPRIETE DE CONEXIONES ELÉCTRICAS:

1.- REALIZAR REAPRIETE DE CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL TABLERO DE CONTROL.
2.- REALIZAR LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS DEL TABLERO DE CONTROL.

Tiempo Total: 60 min.
Tiempo real:

ANUAL

NO CUENTA CON ACTIVIDADES ANUALES

REALIZÓ: **FECHA DE REALIZACIÓN:**

Figura 69 – Plan preventivo con actividades bimestral, trimestral, semestral y anual

En este programa se muestran actividades mensuales, bimestrales, trimestrales semestrales y anuales que deben ser obligatorias para cada una de las máquinas logrando la realización de un buen mantenimiento preventivo, destacando puntos importantes de cada una de las partes de dicha máquina.

3.8 Actualización en Sistema SAP

El sistema SAP es un sistema de control en red, donde se revisa cada equipo dentro de la planta, se hacen notificaciones de desperfectos, se programan paros por mantenimiento, se dan de alta máquinas, se aprueban refacciones o se mandan a hacer dentro de la misma empresa en el área de UFH, etc. En pocas palabras es un sistema de monitoreo en la empresa.

En éste sistema se dio de alta un nuevo apartado de mantenimiento preventivo, un buen plan de mantenimiento preventivo requiere la ayuda de sistemas de computación que no dependan solo de una mano humana, no significa que debe ser innecesaria dicha participación humana sino solo debe servir como apoyo e inspección de tal mantenimiento por si el sistema falla o en casos especiales, es por eso que se actualizaron toda la maquinaria dentro de la empresa y se dio de alta en este nuevo apartado de mantenimiento preventivo

Para poder realizar las actualizaciones en el sistema SAP se obtuvo una previa capacitación para garantizar que la captura seria hecha correctamente, otorgándonos un manual para seguir los pasos para el llenado de cada actualización que se le hiso a cada máquina. En este caso no se otorgó el permiso de la empresa MAHLE de agregar dicha información por cuestiones de políticas de seguridad.

En seguida se describen solo los pasos que se realizaron para actualizar los servicios de mantenimiento preventivo de cada máquina, explicando nada más el caso de una.

- Ingresar al sistema SAP
- Colocar el código generado para la identificación de la maquina
- Llenar los datos correspondientes
- Verificar que los datos ingresados sean los correctos
- Presionar una palomita verde para guardar los datos que se llenaron
- Ingresar el costo de trabajo según en qué área está situada la maquina
- Se oprime al botón de task list

- Se oprime el botón de operations
- Se llenan los espacios en blanco que se generan al presionar el botón anterior
- Dar doble click en un botón LT
- En la ventana nueva generada se copean las actividades correspondientes que se tenían previamente. NOTA: en este caso si surgen actividades duplicadas es importante borrarlas, así como todos los tiempos de casa una de las actividades
- Copiar también la tabla de actividades preventivas

Después de haber realizado los pasos anteriores se abre una nueva pantalla para generar el plan de mantenimiento preventivo de la misma máquina.
Por lo que se describe en los siguientes pasos.

- Colocar el código del plan en el sistema SAP
- Colocar el código de la maquina
- Llenar los espacios correspondientes
- Guardar la información generada

3.8.1 Inicialización del plan preventivo IP10

Terminado de completar con la transacción IP41, procederemos a configurar con IP10.
Al igual que en las transiciones anteriores se ingresa IP10 dónde aparecerá una pantalla similar al IP41 dónde se ingresará el plan creado en la IP10 y se precederá a inicializar el plan poniendo una fecha de inicio y corroborando apretando start en la parte superior derecha.

Ejemplo:

- Nombre del plan: AGSEXPFOR02
- Se selecciona la opción start
- Una vez presionado la opción se da GUARDAR.

4. RESULTADOS

1. Como primer resultado se puede mencionar que al hacer el cambio de relevadores por componentes electrónicos, se reducen costos y tiempo de mantenimiento.
2. De igual manera cabe mencionar que, el control de temperatura de las tinas es exacto y el material sale bajo las condiciones requeridas por el cliente. Dando así como conclusión que ambos programas tanto el del PLC como el del HMI funcionan correctamente.

Como resultados inmediatos se pueden mencionar los siguientes

3. El operador ahora maneja una máquina con un control más pequeño, práctico y visualmente llamativo, ya que el uso de una pantalla le ofrece una ayuda visual sin igual del control que está teniendo sobre la línea de desoxidado.

ANTES

DESPUES

4. El mantenimiento en caso de fallas será más barato para el tablero nuevo que con el tablero antiguo

ANTES

DESPUES

5. En las siguientes imágenes se puede observar la reducción de espacio que se generó con el nuevo tablero, generando una mejor visibilidad y mayor estética, y garantizando que el nuevo tablero realiza el mismo trabajo que el viejo tablero.

ANTES

DESPUES

6. Como resultados de las actualizaciones de los planes de mantenimiento preventivo, es que el sistema SAP ahora estará arrojando las actividades que se deben de realizar diariamente en distintas maquinas según la fecha en que se dieron de alta, por lo que se asegura un mantenimiento más controlado, previniendo las posibles fallas que se puedan generar en las maquinas.
7. Las siguientes graficas muestran las maquinas actualizadas en el sistema SAP

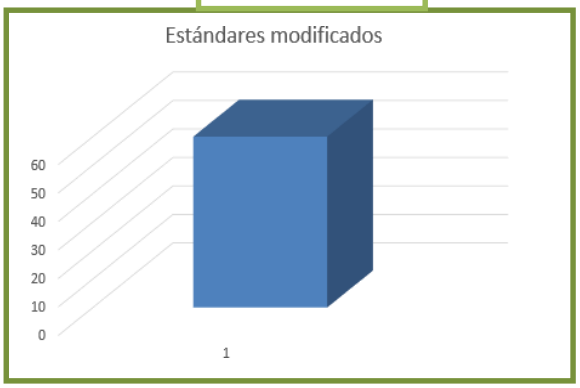
ANTES

DESPUES

8. Las siguientes graficas muestran los estándares modificados en la empresa MAHLE

ANTES

DESPUES



5. CONCLUSIONES

La aplicación del proyecto fue un éxito, desde la construcción del tablero hasta la programación del PLC, fue aplicada correctamente y funciona bajo los estándares que la máquina y el proceso de producción requiere, el análisis que se realizó con anterioridad para recrear el funcionamiento del tablero antiguo fue correcto.

Este tipo de proyectos aunque parezcan sencillo requieren mucho tiempo de planificación y de trabajo, ya que el actualizar y reconstruir una máquina no es tarea de un día ni de un solo hombre, se requiere de diversos análisis para determinar si la actualización es una opción viable, tanto por funcionamiento, espacio, costo y estética.

Puedo decir que la aplicación de los conocimientos aprendidos en mi formación como ingeniero fue aplicada de manera correcta, aunque también influye en gran manera los conocimientos que se aprenden trabajando en las máquinas, Solo me queda agradecer tanto al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga como a la empresa Mahle por darme la oportunidad de vivir esta experiencia.

Una empresa debe mantenerse en condiciones adecuadas para su correcto funcionamiento. Muchas de estas herramientas fueron modernizadas o han evolucionado al paso de los años según las necesidades presentadas y con ellas la mentalidad de las personas hacia estas herramientas, esto es lo que busca el mantenimiento productivo total o por sus siglas en ingles TPM que más que ser una herramienta es una filosofía o cambio de mentalidad.

TPM es en gran medida importante para las empresas ya que involucra distintos aspectos de mantenimiento que son indispensables para una empresa, como lo es el mantenimiento preventivo, que como se estuvo hablando este mantenimiento ayuda no solo a prevenir fallas sino a mantener un área de trabajo segura, pues si un tornillo de una máquina se encuentra flojo, con las vibraciones o altas revoluciones puede provocar que salga disparado el tornillo o partes de la misma máquina poniendo en riesgo la seguridad del personal, sin mencionar los tiempos muertos que se generan tras una avería por una mala inspección o un mantenimiento preventivo no adecuado.

6. CONCLUSIONS

The implementation of the project was a success, since the construction of the board to the PLC programming, it was applied correctly and operates under the standards that the machine and the production process requires, the analysis made previously to recreate the board operation old was correct.

Even that this projects seem simple it requires time-consuming planning and working, as the upgrade and rebuild a machine is not a task for one day or one man, it requires various analyzes to determine whether the update is a viable option , thus functioning, space, cost and aesthetics.

I can mention that the application of the knowledge learned in my training as an engineer was applied correctly, but also influences greatly the knowledge I learned working on the machines, I can only thank both the Technology Institute of Pabellón de Arteaga as the company Mahle for giving me the opportunity to live this experience.

Within a company and materials in appropriate conditions for proper operation. Many of these tools were modernized or have evolved over the years as the needs presented and with them the mentality of people towards these tools that you look for total productive maintenance or for its acronym in English TPM that rather than being a tool is a philosophy or change of mind.

TPM is very important measure for businesses because it involves different aspects of maintenance are essential for a company, as is the preventive maintenance, which has been talking, this maintenance helps not only to prevent failures but to maintain a work area sure, because if a screw machine is loose, with vibrations or high revs can cause outshot the screw or parts of the machine by putting staff safety at risk, not to mention downtime generated after a breakdown by poor or inadequate inspection preventive maintenance.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CALENDARIZACIÓN POR QUINCENA										
	Enero		***Febrero***		***Marzo***		***Abril***		***Mayo***	
Actividad	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
• Investigación de materiales requeridos										
Requisiciones del material requerido										
Cableado y Etiquetado • Programación del PLC • Elaboración del programa HMI para PanelView C600										
• Pruebas de Calibración para los sensores • Realización de pruebas del programa del PLC										
Armado de tablero de control • Colocación del tablero de Control Pruebas finales y alta del equipo										
• Modificación de Estándares de Mantenimiento • Actualización de planes preventivos • Actualización del sistema (SAP) para planes preventivos										
Pruebas del sistema (SAP) y modificaciones necesarias										

REFERENCIAS

- Mahle – Manual de operación: Desoxidado de Anillos – No. Documento W-3571-491241-es
- Elementos y Equipos Eléctricos: Controlador PLC: http://www.efn.uncor.edu/departamentos/electro/cat/eye_archivos/apuntes/a_practico/CAP%209%20Pco.pdf
- Introducción a las HMI: http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf
- MicroLogiz 1200 RTD/Resistance Input Module Publication 1762-IN04B-EN-P July 2003 – http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/1762-in014_-en-p.pdf
- Controladores Programables Micrologix 1200 y Micrologix 1500. Boletines 1762 y 1764.
- Mantenimiento Preventivo: http://www.slideshare.net/alejandroserna71/maintenance-history-and-evolution
- Mantenimiento Predictivo: http://www.petersonpredict.com/about_history_links.php
- Lubricación: http://www.ewp.rpi.edu/hartford/~ernesto/F2012/FWM/Notes/ch07.pdf