

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADO DE GRASA DE LAS CAJAS DE LAMINACIÓN DEL TREN DOS DE LA EMPRESA GERDAU DIACO PLANTA TUTA- BOYACÁ (Febrero 2016)

Barrios Aguilar María Camila, kmilabarrios@gmail.com;

Abstract— In the following article the work done in the company Gerdau Diaco Tuta plant final degree project is presented. This project was carried out according to the needs of the company in order to improve the quality of lubricating grease in the bearings of the roll stands for operation either manually or automatically and likewise avoid waste of material.

It was initiated by a technical and mechanical study of the team that was to be implemented in the same way were identified and investigated by manual operation and software tools used by the PLC PACSystems RX3i and took into account that programming graphical interface logic and had a clear language and be visually pleasing to the user.

Finally it developed a training system implemented operators lubrication, electrical, mechanical train two rolling and engineering area, also a maintenance stop train two were asked to perform tests of manual or automatic selector manipulated directly from the Quick Panel or from the electrical box to be handled by operators in an emergency, focusing primarily on system alarms and set parameters programming

Resumen— En el siguiente artículo se presenta el trabajo realizado en la empresa Gerdau Diaco planta Tuta como proyecto final de grado. Este proyecto fue realizado de acuerdo a las necesidades de la empresa con el fin de mejorar la calidad de lubricación de grasa en los rodamientos de las cajas de laminación para que su funcionamiento sea de manera manual o automática y así mismo evitar desperdicios del material.

Se inició por medio de un estudio técnico y mecánico del equipo que se iba a implementar, de la misma manera se identificó e investigó por medio de manuales el funcionamiento y herramientas del software utilizado por el PLC PACSystems RX3i y se tuvo en cuenta que la programación lógica y la interfaz gráfica tuviera un lenguaje claro y fuera agradable visualmente al usuario.

Finalmente se desarrolló una capacitación sobre el sistema implementado a los operarios de lubricación, eléctricos, mecánicos del tren dos de laminación y al área de ingeniería, así mismo se solicitó una parada de mantenimiento del tren dos para realizar las pruebas del selector manual o automático

manipulado directamente desde la Quick Panel o desde la caja eléctrica, para ser manejado por los operarios en caso de emergencia, enfocando principalmente en las alarmas del sistema y los parámetros ajustados en la programación.

Index Terms— Lubricating, grease, roll stands, pressure, ladder programming, QuickPanel, Proficy Machine Edition, GE Fanuc, call time, waiting time, bearings.

I. INTRODUCTION

LA empresa Gerdau Diaco, planta Tuta se encuentra ubicada en el departamento de Boyacá y es una de las principales plantas donde se llevan los procesos de: Acería, laminación, mantenimiento y logística.

El proceso de laminación consiste en modificar la sección de una barra de metal al pasar entre dos cilindros, obteniéndose un espesor menor, la palanquilla se hace pasar entre una serie de rodillos metálicos colocados en pares que lo aplastan hasta darle la forma y tamaño deseados. La distancia entre los rodillos va disminuyendo a medida que se reduce el espesor del acero, de igual manera debe reducir el tamaño de la cavidad de cada paso.

Las cajas de laminación al estar expuestas a realizar estos trabajos y a velocidades diferentes, es necesario implementar un sistema de lubricación para evitar el desgaste de las piezas de los cilindros y así crear una capa de lubricante entre ellas.

Una de las principales herramientas que permite aumentar la vida útil de estos equipos es la lubricación aplicada principalmente a los rodamientos de los cilindros, que si se garantiza una lubricación constante y a puntos difíciles se mejorará el funcionamiento de la caja de laminación. Por esta razón se deberá implementar un sistema de lubricación centralizado de grasa para que las 10 cajas de laminación trabajen de forma manual o automática y cuenten con un sistema de alarmas en caso que algo falle.

Se debe capacitar a los operarios acerca del nuevo sistema de lubricación centralizado para un mejor funcionamiento y

mantenimiento del mismo, teniendo en cuenta las recomendaciones dadas tanto para el equipo como para la programación y así crear un sistema automatizado y confiable.

II. SISTEMA DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADO DE GRASA TREN DOS

En la empresa GERDAU DIACO planta Tuta, en el proyecto mejoras del tren dos se requiere implementar un sistema de lubricación de grasa automático para las cajas de laminación, por medio de la programación de un controlador lógico programable de referencia PACSystems RX3i de la marca GE Fanuc; Con la finalidad de controlar el tiempo de parada y ejecución de la lubricación,

Así mismo es necesario implementar y diseñar una interfaz gráfica en una Quick Panel donde se mostrarán los tiempos de ejecución de la estación central de bombeo, para así ser monitoreado el proceso por un operario en caso de emergencia o falla en el sistema.

El problema se enfoca en la necesidad de evitar pérdidas excesivas de grasa ya que este un sistema a perdidas sin retorno y este material es desechado a la piscina de sedimentación del tren dos, el cual se encarga de almacenar las aguas residuales recolectas del tren laminador (desbaste y tren continuo) .

El sistema de lubricación centralizado se compone de tres partes: Potencia, Instrumentación y control, principalmente en proyecto se enfoca en la parte de instrumentación y control como se observa en la Imagen 1.

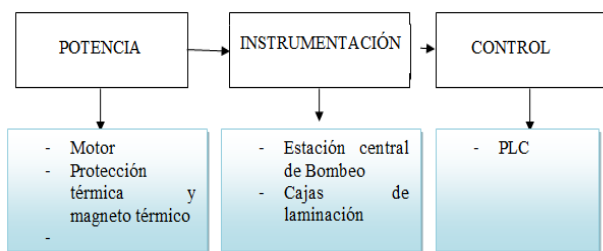


Imagen 1. Componentes sistema de lubricación centralizado de grasa. Fuente: Barrios A. María Camila, año 2015.

La etapa de potencia consta de las protecciones térmicas y magneto térmica del motor con el principal propósito de proteger la vida de los colaboradores de la empresa y proteger los equipos de sobrecargas o sobre intensiones que se presenten durante su funcionamiento. El motor esta alimentado a 440V a 60Hz trabajando a 1730 rpm.

La etapa de instrumentación esta orientada al funcionamiento mecánico de la estación central de bombeo identificando los sensores con los que cuenta el sistema, para una correcta programación del sistema.

La estación central de bombeo tiene un sistema distribución de doble línea el cual facilita el llenado de las salidas y de ahí se ramifica a las 10 cajas de laminación. La estación central de lubricación ECB-DC-42 cuenta con una unidad de bombeo de doble pistón, accionada mediante un motor eléctrico y un reductor de sinfín-corona, que mediante el movimiento de los pistones es succionado el lubricante desde el reservorio e impulsándolo hacia la líneas de salidas de la bomba.

La descarga del lubricante se conecta a la válvula de retención a bola y luego esta es conectada a la válvula de alivio de presión el cual posee un filtro de malla interno o recarga, y esta ayuda a aliviar la presión de las salidas de la válvula inversora que es la encargada de direccionar la presurización y el alivio alternativamente en ambas líneas del sistema de distribución. Las señales captadas de la estación central de bombeo son la del sensor de nivel y el sensor de presión:

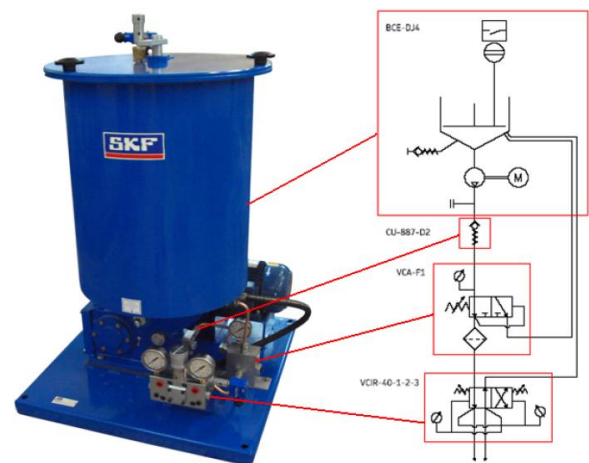


Imagen 2. Estación central de bombeo ECB-DC-42 Fuente: BERTORA, S. (2011) ECB-DC-42 Manual de instrucciones Estación central de bombeo Modelo ECB-DC-42 Marca SKF.

El sensor de nivel con el que cuenta la estación central de bombeo es de tipo switch eléctrico de flotante, es el encargado de medir la cantidad de lubricante que se encuentra en el tanque. El sensor de nivel se compone de tres partes principales; la placa de empuje, el vástago de accionamiento y el microswitch como se observa en la Imagen 3.

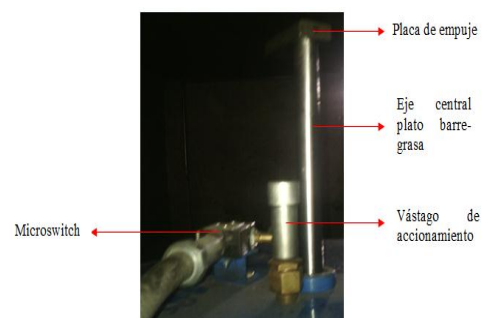


Imagen 3. Sensor de Nivel de la estación central de bombeo. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, visita estación central de bombeo tren dos, año 2015.

El sensor de presión es el encargado de realizar el llenado de las líneas de salida de la estación, al encenderse la bomba comienza a alimentar lubricante a través de la válvula inversora a la línea 1. La grasa se acumulará en la línea principal desplazando el lubricante hacia las ramas secundarias y luego a los distribuidores de doble línea.

La presión entonces comenzará a incrementarse hasta llegar a 150 bares, esta presión es el valor prefijado en la VCIR-40, cuando se llegue a esta presión en la línea 1 se hace el cambio mediante el movimiento de su pistón de comando y re direccionará la presión de la bomba enviando ahora hacia la Línea 2. Cuando se llenan las líneas éstas automáticamente comienzan a bajar ya que la VCIR-40 conectará dichas líneas directo al tanque, aliviando la presión y permitiendo un pequeño desplazamiento de lubricante hacia el reservorio

Una vez que todos los puntos han sido alimentados se produce el cierre hidráulico en la Línea 2, lo que resulta en un incremento posterior de la presión. Imagen 4



Imagen 4. Válvula inversora VCIR-40. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, Visita estación central de bombeo tren dos, año 2015

- 1- Tornillo de ajuste de presión de cambio
- 2- Manómetro Línea 1
- 3- Manómetro Línea 2
- 4- Salida a Línea 1
- 5- Salida a Línea 2
- 6- Indicador de ciclos y microswitch

Los elementos que se van a lubricar son los rodamientos de los cilindros de las cajas de laminación, con la finalidad que el lubricante evita el desgaste y proteja las superficies contra la corrosión. La caja de laminación cuenta con 8 puntos de lubricación radial y 2 puntos de lubricación axial, como se observa en la Imagen 5.

Los rodamientos implementados son de tipo rodillos cilíndricos fabricados por la marca RKB Bearing Industries cada rodamiento presenta una vida útil aproximadamente de 120.000 toneladas.

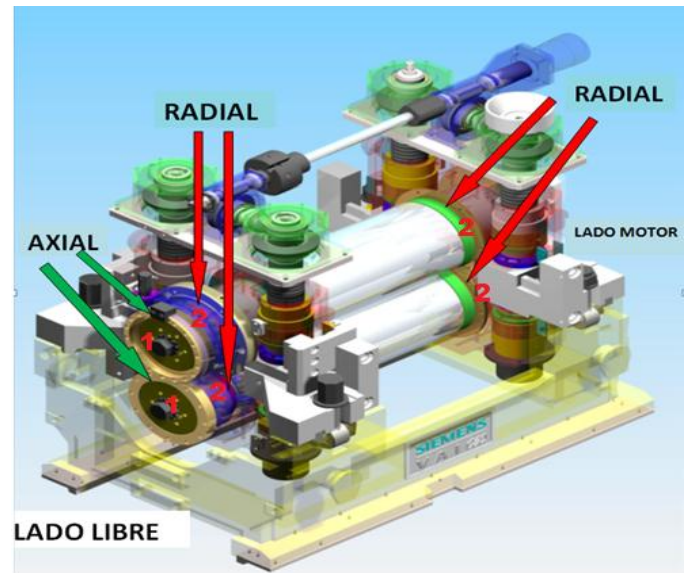


Imagen 5. Ubicación de los rodamientos en la caja laminadora Fuente: Manual Siemens visita taller de guías, área laminación tren dos, año 2015.

Luego de realizar un estudio detallado de la parte física del sistema que se implementó entramos en la etapa de control.

En esta etapa se tiene la información para poder llevar a cabo una secuencia de pasos, siendo el sistema de mando PLC. Para realizar el diseño e implementación de la programación se hizo uso de los métodos de especificación funcional y un estudio detallado del funcionamiento de la estación central de bombeo, teniendo en cuenta el ciclo que debe hacer el sistema.

Se realizaron dos métodos de especificación funcional para realizar la lógica adecuada y evitar fallas en el desarrollo de la programación. El primero fue el diseño el esquema grafico de funcionamiento de acuerdo a las especificaciones dadas por la empresa y la proveedora del equipo.

Se definieron las siguientes variables:

- Pulsador: Señal de encendido y/o apagado de la Bomba
- Temporizador Apagado: Tiempo que transcurre 12 segundos y apaga la bomba automáticamente.
 - M1: Tiempo de guardia o tiempo de lubricación
 - M2: Tiempo de espera
 - M00027: Finalización tiempo de lubricación o de guardia
 - TEMPORIZADOR: Tiempo para sonar la alarma después de terminar el tiempo de guardia.

Luego de definir las variables procedemos a realizar el diseño de la lógica manual el cual va a funcionar de la siguiente forma:

La bomba se energiza con el pulso o flanco de subida que es originado del pulsador marcha y al mismo tiempo se activa el temporizador de 120 segundos, en caso de que en este tiempo no se oprima de nuevo el pulsador de apagado, esta se apagará automáticamente al finalizar los 120 segundos y se des

energizará la bomba. Como se presenta en la Imagen 6.

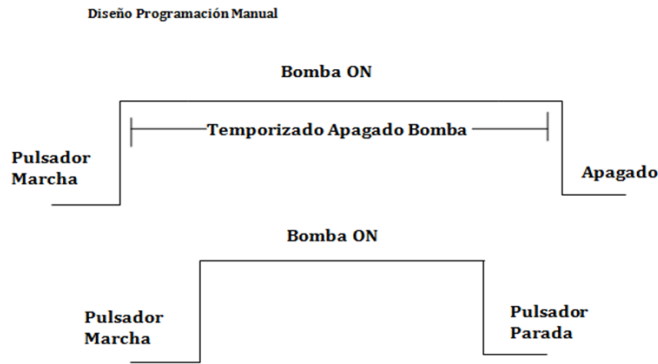


Imagen 6. Diseño Programación Manual. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, 2015.

El diseño de la lógica automática consiste en que cuando la caja 2 del tren dos este encendida active el tiempo que nos indicara en que tiempo se encuentra la central de bombeo. Si nuestro tiempo se encuentra en el tiempo de guardia o tiempo de lubricación, al estar activo este tiempo se debe recibir el pulso de la válvula inversora.

Cuando se reciben las señales de flanco de subida y flanco de bajada y la presión de las dos salidas están en el punto calibrado se des energiza la bomba.

Cuando se detecta la señal baja del final del tiempo de guardia (M00027) y se ha cumplido los dos ciclos para la lubricación, se activa un temporizador para que pueda terminar el proceso de llenado y no se active la alarma, de lo contrario se activa la alarma y se detiene la bomba y los tiempos siguen igual para evitar perder la próxima lubricación.

Luego de terminar el proceso de llenado satisfactoriamente comenzará al tiempo de espera. Una vez culminado el tiempo de espera el PLC enviará una señal energizando el contactor correspondiente a la bomba y se volverá a realizar el proceso. Como se observa en la imagen 7.

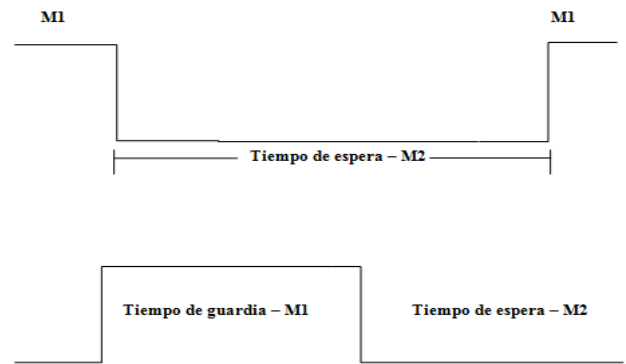
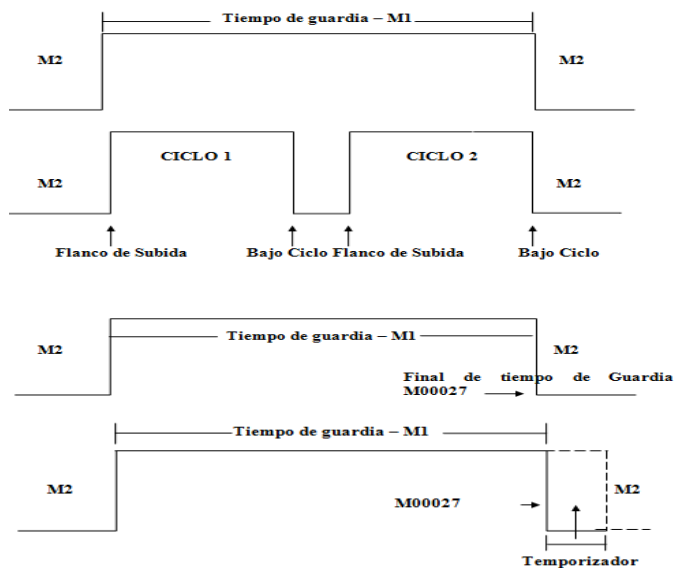


Imagen 7. Diseño de la programación del funcionamiento Automático de la central de bombeo de grasa. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, 2015.

El segundo método fue el diseño del GRAFCET el cual es un diagrama funcional que describe los procesos a automatizar, teniendo en cuenta las acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones. Para la realización del grafcet es de gran importancia definir las etapas y acciones del proyecto para identificar fácilmente el proceso que se va a realizar.

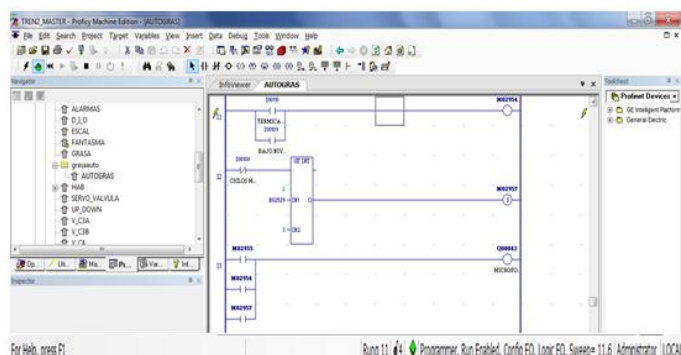
Como primera etapa el equipo se encuentra en reposo una condición para continuar con la transición es que ninguna de las alarmas este activa, luego se elige una secuencia entre las dos ya sea manual o automático.

Al seleccionar manual la bomba se enciende oprimiendo el pulsador de marcha manual, este inmediatamente activa un temporizador con un tiempo determinado de apagado o hasta que se vuelva a oprimir el off de la marcha la bomba se apagará.

Al seleccionar automático este entra a la subrutina Automático grasa del programa Master del tren dos en el PLC, este verifica que la caja 2 este encendida. Luego se activa una variable Tiempo Min que es la encargada de activar ya sea el tiempo de espera o el tiempo de guardia es decir guarda el tiempo en caso de que la caja 2 se haya apagado por algún momento. Inmediatamente se elige una secuencia M1 (encendida) o M2 (apagada).

Si se activa M1 este empieza el conteo del tiempo de guardia y se empieza a llenar las salidas del sistema, si se detecta dos flancos de subida y dos flancos de bajada se asegura que el sistema lubricó correctamente y en seguida se activa un temporizador de 120 segundos para evitar que suene la alarma de ciclo y se apaga la bomba, inmediatamente comienza el conteo del tiempo en espera. Si en dado caso no se detecta los dos ciclos es decir los flancos de subida y bajada la alarma de ciclo se activa y solo se puede apagar dando reset alarma pero si continuo con la falla volverá a sonar.

Si se activa M2 este comenzara el conteo del tiempo de espera y al terminar regresa a la transición de verificar si la caja 2 está encendida. Y si el proceso se cumplió



Fuente: Autor, BARRIOS A, MARIA CAMILA, Tren 2 de laminación, 2015.

Imagen 12. Continuación programa automático. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, 2015.

Se procede a realizar el diseño de la Quick Panel el cual todas las imágenes fueron extraídas de un programa llamado Symbol Factory Wxp, en el cual se encuentra una gran variedad de categorías y figuras industriales permitiendo la visualización previa de la imagen, con la opción de cambiar el color de la figura, rotar la imagen entre otros.

En la Quick Panel se encuentran los botones selectores de manual, automático, marcha, parada y reset alarma para tener el control del sistema. También tiene los indicadores de caja 2 de laminación encendida y lubricación OK para saber si se está lubricando el sistema.

Se visualiza el tiempo de espera, tiempo de lubricación y el número de ciclos que realiza el sistema así como la última fecha en que lubricó. De la misma manera existe una imagen de sirena y muestra el nombre de la alarma que está activa. Cuando la alarma de nivel se activa se muestra en el grafico el tanque sin lubricante y cuando el motor está apagado el centro se encuentra de color rojo y si esta encendido de color verde. La interfaz gráfica de la Quick Panel se muestra en la Imagen 13.

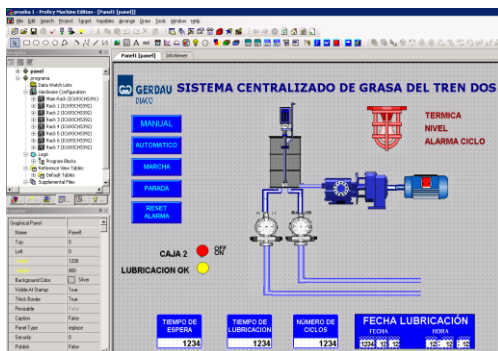


Imagen 13. Quick Panel del sistema de lubricación centralizado de grasa. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, 2015.

Luego de realizar la programación se implementó y se cargó la programación del PLC del sistema de lubricación centralizado de grasa en el tren dos de laminación planta tuta. Primero se procedió a instalar el pulsador de marcha y parada el cual cumple con la función de ser utilizada manualmente y así mismo se manipulada directamente por los lubricadores en caso de emergencia o para hacer pruebas en las cajas de laminación. El pulsador se encuentra al lado derecho de la

bomba, al ser pulsado una vez se encenderá la bomba del motor y al pulsarlo dos veces se apagará como se muestra en la Imagen 14.



Imagen 14. Pulsador marcha/parada. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, estación central de bombeo, 2015.

Ya con el programa automático y manual en el PLC MASTER del tren dos se procedió a cargar la interfaz gráfica a la pantalla de la Quick Panel del tren continuo del T2, añadiendo una ventana adicional al menú con el nombre de circuito grasa tren continuo que se encuentra en la parte final del menú, al oprimir en esta ventana encontramos el diseño de la panel del sistema, Imagen 15.



Imagen 15. Menú principal Quick Panel tren continuo T2. Fuente: Cabina tren continuo tren dos, 2015.

En la pantalla del sistema centralizado de grasa se puede observar que el sistema está trabajando en automático, la condición principal si la caja 2 está encendida, si se está realizando la lubricación, el tiempo de espera, el tiempo de lubricación, el número de ciclos que realizo durante el tiempo de lubricación, la fecha de la última lubricación y si tiene alguna alarma y activa y el botón para regresar al menú principal. Este proceso se visualiza en tiempo real en la Imagen 16.

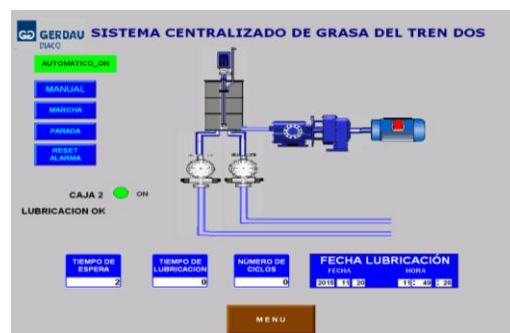


Imagen 16. Sistema centralizado de grasa apagado / tiempo de espera ON. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, Tren 2 de laminación, 2015.

La Quick Panel se encuentra en la cabina del tren continuo del tren dos donde el operario puede monitorear todo el proceso y funcionamiento de las cajas de laminación, y puede hacer el paro de emergencia en caso de falla de cualquier sistema implementado, como se muestra en la Imagen 21.

Después de instalar el programa en una semana se comprobó que el desperdicio de grasa había bajado notablemente en comparación con el sistema anterior, se hizo una inspección con los operarios en los rodamientos de las cajas de laminación cuando la planta se encontraba en una parada de mantenimiento como se observa en la imagen 17.



Imagen 17. Inspección rodamientos. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, Cajas de laminación del tren continuo del tren 2 de laminación, 2015.

Se comprobó que el reservorio estaba lleno por medio del sensor de nivel como se muestra en la Imagen 18 ya que la placa de empuje estaba completamente arriba y el plato barre grasa de igual manera. Se hizo esta inspección para evitar fallas en el sistema y que de pronto la bomba estuviera siendo expuesta a un arranque sin lubricante. Estas pruebas se hicieron como recomendaciones generales de los fabricantes de la estación central de bombeo.



Imagen 18. Pruebas sensor de Nivel. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, Estación central de bombeo tren continuo tren dos, 2015

Se realizó una capacitación a los colaboradores encargados de la Lubricación y la cabina del tren continuo del tren 2, con la finalidad de presentarles el proyecto y el funcionamiento del programa con sus respectivas funciones en la quick panel.

Se contó con la asistencia de los lubricadores, eléctricos, mantenimiento, operadores del tren dos de laminación, analista de automatización, el jefe de ingeniería de la empresa Gerdau Diaco Tuta y docentes de la Universidad Santo

Tomás. En la Imagen 19 se presenta el listado de asistentes a la capacitación el día 03 de diciembre de 2015 en la empresa Gerdau Diaco planta tuta.

No.	Nombre Completo	Cargo	Presencia	Observaciones
1	Andrés A. Barrios A.	OP Tren Laminación		
2	Andrés A. Barrios A.	Subgerente		
3	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
4	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
5	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
6	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
7	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
8	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
9	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
10	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
11	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
12	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
13	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
14	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
15	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
16	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
17	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
18	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
19	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
20	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
21	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
22	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
23	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
24	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
25	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
26	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
27	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
28	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
29	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
30	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
31	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
32	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
33	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
34	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
35	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
36	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
37	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
38	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
39	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
40	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
41	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
42	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
43	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
44	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
45	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
46	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
47	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
48	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
49	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
50	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
51	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
52	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
53	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
54	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
55	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
56	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
57	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
58	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
59	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
60	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
61	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
62	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
63	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
64	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
65	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
66	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
67	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
68	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
69	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
70	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
71	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
72	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
73	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
74	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
75	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
76	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
77	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
78	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
79	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
80	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
81	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
82	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
83	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
84	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
85	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
86	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
87	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
88	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
89	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
90	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
91	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
92	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
93	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
94	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
95	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
96	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
97	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
98	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
99	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		
100	Andrés A. Barrios A.	Analista de Automatización		

Imagen 19. Listado asistentes capacitación. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, Listado de asistentes capacitación sistema centralizado de grasa, GERDAU Diaco planta tuta, área Ingeniería, 2015.

Durante la capacitación se hizo una introducción a la parte mecánica de la estación central de bombeo, la lógica de funcionamiento del programa, la programación en ladder y la pantalla gráfica. Fue importante mostrar y visualizar los métodos específicos funcionales utilizados en la programación y la lógica que se tuvo en cuenta al momento de diseñar el sistema.

Se mostró el diseño de la interfaz gráfica a los asistentes de la capacitación, indicando el funcionamiento y las variables que se van a visualizar en el programa, así mismo las alarmas en el momento en que suenen y que se debe hacer en caso de emergencia, como se presenta en la Imagen 20.



Imagen 20. Explicación interfaz gráfica sistema centralizado de grasa. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, Capacitación sistema centralizado de grasa, GERDAU Diaco planta tuta, área Ingeniería, 2015

Al implementar el sistema de lubricación centralizado de grasa se logró comparar el sistema antiguo con el sistema implementado y la lubricación de grasa para las cajas de laminación tuvo un gran avance presentado ganancias a la producción de la empresa, en la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos con el sistema.

SISTEMA DE LUBRICACIÓN MANUAL (ANTIGUO)	SISTEMA DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADO (IMPLEMENTADO)
Se realizan paradas programadas del tren de laminación para lubricar los rodamientos de las cajas de laminación. Actividad realizada por los lubricadores.	El sistema lubricará automáticamente sin realizar parada del tren y será constante.
El tiempo implementado en la lubricación se realiza cada 3 días con duración de 1 hora.	El tiempo en que se lubricará depende de la presurización de las salidas aproximadamente es de 1 minutos cada 2 horas.
Se aplica la grasa a cada rodamiento sin tener una cantidad precisa solo hasta que salga grasa en el rodamiento.	Se ajustará la cantidad de grasa inyectada a los rodamientos por medio de los distribuidores.
No cuenta con sistema de alarmas, porque la lubricación es manual.	Cuenta con un sistema de alarmas para identificar falta de lubricación, disparo de la protección térmica, falta de lubricante en el depósito
Se tienen que realizar 3 lubricaciones a la semana.	No se realizan paradas programadas a la semana, se eliminará la actividad de lubricación de las cajas de laminación.
Se afecta los tiempos de producción.	No se afecta los tiempos de producción.
Tiene un alto consumo de grasa porque existe desperdicios de los rodamientos.	Se logró disminuir en una semana la cantidad de grasa aplicada y se eliminó los desperdicios de los rodamientos.

Tabla 1. Resultados obtenidos sistema de lubricación centralizado de grasa del tren dos. Fuente: Autor, Barrios A, María Camila, colaboradores Gerdau Diaco, 2015

III. CONCLUSIONES

- Se logró diseñar el sistema de lubricación centralizado de grasa para las cajas de laminación por medio de métodos de especificación funcional de acuerdo a las necesidades de la empresa y las recomendaciones dadas por la empresa proveedora del equipo, y se programó el código mediante lenguaje ladder en el software Proficy Machine Edition teniendo en cuenta las alarmas del sistema y los tiempos de lubricación y de espera.
- Se entendió y se conoció el funcionamiento de la parte mecánica de la estación central de bombeo de grasa por medio de los planos de ruteo de las tuberías de grasa, el manual técnico del equipo, planos mecánicos de las cajas de laminación, visitas técnicas a la planta en compañía de personal a cargo del sistema, conocimientos generales y técnicos de la lubricación utilizada en la empresa Gerdau Diaco proporciona por diferentes áreas de la planta.
- Se realizó un graficet de nivel 1 o funcional, graficet de nivel 2 o tecnológico y se definieron las variables que se utilizaron en el diseño de la programación, para ejecutar la lógica del programa correcta y obtener un resultado próspero y exitoso respondiendo a las necesidades solicitadas por el usuario y la empresa.
- Se conoció y se interpretó la lógica de programación que utiliza el software Proficy Machine Edition ya que es un software aplicado a los PLC marca GE Fanuc, y se programó mediante lenguaje ladder concluyendo que los PLC GE Fanuc tiene una lógica de programación más directa ya que no se necesita demasiadas líneas de programación para realizar un proceso.

- Se diseñó e instaló una interfaz gráfica en la cabina del tren continuo del tren dos donde puede ser controlado el funcionamiento del sistema ya sea de modo manual o automático, donde se visualizan los tiempos de ejecución de la estación central de bombeo.
- Se logró disminuir en una semana el desperdicio de grasa porque se comprobó que el sistema realiza la presurización de las salidas en 1 minuto y cumple con 2 ciclos, por lo tanto se está inyectando la grasa necesaria para los rodamientos en comparación con el sistema de lubricación antiguo.
- Se implementó e instaló un pulsador manual al lado de la estación central de bombeo para que pueda ser manipulado por los lubricadores en caso de que necesiten hacer mantenimiento o comprobar que la grasa está llegando correctamente a las cajas de laminación y se esté lubricando, cuando el sistema se encuentra en tiempo de espera.

REFERENCIAS

- Sistemas de Lubricación [En línea] 28 de agosto de 2015 Disponible en: <http://www.skf.com/cl/products/lubrication-solutions/lubrication-systems/index.html>
- Sistemas de Lubricación centralizada [En línea] 31 de agosto de 2015 Disponible en: http://www.ilcube.com/wp-content/uploads/ILC-SISTEMAS-DE-LUBRICACION-CENTRALIZADA-SISTEMAS-DE-LUBRICACION-PROGRESIV_2014.pdf
- QuickPanel View Operator interface for machine OEMs and industrial applications [En línea] 02 de septiembre de 2015 Disponible en: <http://www.geautomation.com/products/quickpanel-view>
- GONZALEZ, D. (2015). Mantenimiento de sistemas de refrigeración de los motores térmicos. Madrid, España: Ediciones Paraninfo S.A.
- BERTORA, S. (2011) ECB-DC-42 Manual de instrucciones ESTACIÓN CENTRAL DE BOMBEO MODELO ECB-DC-42 MARCA SKF.
- GE Consumer & Industrial. Automatismos y Control Comunicaciones Automatas Programables.
- GROOVER, Mikell P., “Fundamentos de manufactura moderna”, McGrawHill, 3ra edición, México, 2007
- Lubricación de Rodamientos. [En línea] Editorial FAG Sales Europe Iberia – España. Disponible en: http://www.schaeffler.com/remotemedien/media/_shared_media/08_media_library/01_publications/schaeffler_2/publication/downloads_18/wl_81115_4_es_es.pdf
- Automatismos industriales [En línea] 30 de septiembre de 2015 Disponible en: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.rele.termico.pdf>
- Apuntes de máquinas eléctricas. [En línea] 1 de octubre de 2015 Disponible en: http://ramonmar.mex.tl/850627_CALCULO-DE-FUSIBLES-Y-PROTECCION.html
- Sistema de lubricación centralizada para máquinas agrícolas. [En línea] 5 de octubre de 2015 Disponible en: <http://www.ilcube.com/wp-content/uploads/ILC-Lube-Lubrication-Farm-machinery-ES.pdf>
- Protecciones eléctricas [En línea] 16 de noviembre de 2015 Pag 13. Disponible en: https://www.uclm.es/area/ing_rural/Instalaciones/Protecciones.pdf
- Rodamientos, Cap 6- DPTO. INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES, 2004 V. Badiola [En línea] 25 de noviembre de 2015 Disponible en: http://www.imac.unavarra.es/web_imac/pages/docencia/asignaturas/DyCDM/DyCDM_Cap6.pdf
- Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales. Harper Enríquez [En línea] 07 de febrero de 2016 Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=w7HcrKdI4wQC&pg=PA347&dq=QUE+SON+LAS+protecciones+termicas+para+motores&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj729m4uujKAhWKsh4KHQJUBN0Q6AEIHZAB#v=onepage&q=QUE%20SON%20LAS%20protecciones%20termicas%20para%20motores&f=false>



Barrios A. María Camila nacida el 04 de enero de 1992 en la ciudad de Tunja, obtuvo certificación de sus estudios de primaria en el año 2002 del Colegio Selección de Tunja, luego terminó sus estudios de secundaria en el colegio de Boyacá Tunja, obteniendo el título de Bachiller Académica 2008. Cursó la carrera de Ingeniería Electrónica en la Universidad Santo Tomas Tunja, realizando su pasantía en la empresa Gerdau Diaco planta Tuta y actualmente está presentado su trabajo de grado para graduarse el 29 de Abril de 2016.