

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL PARA LA PURIFICADORA DE ACEITE DE LA UNIDAD 3 DE GENERACIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA GUANGOPOLO

Sánchez, Elizabeth., Albuja, Byron.
{lizzie_sago, byron_albuja_sms969}@hotmail.com
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE

Resumen—En el presente artículo se presenta primeramente una descripción del contexto en el cual se desarrolla el trabajo realizado y posteriormente se describe al sistema que fue automatizado detallando brevemente los aspectos tomados en cuenta para la automatización y las características del sistema de control. Finalizando con las pruebas realizadas al sistema y las conclusiones del proyecto

Índice de Términos—

Carbonilla: Partícula de carbón a medio quemar.

Peso específico: El peso específico de una sustancia es la relación entre su peso y su volumen.

RMS: Siglas en inglés para el Valor Cuadrático Medio (RootMeanSquare). En corriente alterna se refiere a la magnitud equivalente de una corriente constante que al circular por una determinada resistencia óhmica pura produce los mismos efectos caloríficos o potencia disipada que la corriente alterna.

Rpm: Abreviatura para Revoluciones por Minuto, es una unidad de medida de frecuencia que comúnmente se usa como unidad de medida de velocidad angular.

Grado de Protección IP: Hace referencia a la norma DIN EN IEC 60529 e indica el grado de protección contra el ingreso de cuerpos sólidos y líquidos que posee un equipo.

I. INTRODUCCIÓN

La Central Termoeléctrica Guangopolo se encuentra ubicada en el Valle de los Chillos, Provincia de Pichincha, inició su operación en generación termoeléctrica en abril de 1977. Actualmente cuenta con una potencia instalada de

33MW, distribuida en 6 unidades marca Mitsubishi MAN y una unidad de marca Wartsila; de las cuales solo se encuentran en funcionamiento las unidades 1, 3, 4 y la unidad Wartsila.

La central utiliza diésel y residuo de petróleo como combustible para la generación de energía eléctrica, este último proviene de los residuos de la refinería Shushufindi. La central entrega la energía producida a través de la Subestación La Vicentina.

En el proceso de combustión tanto el aceite como sus aditivos se queman por lo que el aceite se torna un aceite básico y se contamina con los residuos de la combustión, por lo cual es indispensable el buen funcionamiento de estas máquinas para que purifique el aceite e ingrese de nuevo al generador. Si el aceite llega a absorber humedad esto ocasiona una disminución de su rendimiento además de aumentar los riesgos de sobrecalentamiento y corrosión. El propósito de usar una purificadora centrífuga en el proceso de generación es el de eliminar las partículas de agua y los sólidos ajenos al aceite que lubrica los mecanismos del motor de generación.

Las máquinas de purificación centrífuga se encienden conjuntamente con el motor de generación eléctrica al que están asociadas; es decir que funcionan a la par. Un generador puede pasar encendido hasta 3000 horas de forma continua y de igual manera las purificadoras, esas últimas cuentan con un ciclo de trabajo repetitivo que consta de 2 horas de purificación y posteriormente de 15 a 30 minutos en los cuales un operador debe realizar el

lavado de la purificadora y la preparación para el reinicio del ciclo.

La purificadora aumenta el tiempo de vida útil del aceite y del motor del generador además de permitir un ahorro en la compra de aceite. Cada motor consume unos 200 litros de aceite cuando se le ha hecho el over-hall (mantenimiento completo a las 8000 horas de trabajo) y puede llegar hasta 500 litros cuando está cerca al over-hall, con esto se ve claramente que la purificación es vital dentro del proceso de generación eléctrica ya que no solo mantiene la calidad del aceite sino que disminuye costos de generación.

Las purificadoras centrífugas no están exentas de fallas ya sean de tipo mecánico o de tipo humano; una mala operación de las válvulas puede llevar a un mal funcionamiento de la máquina e inclusive puede provocar la pérdida de varios litros de aceite. Si la válvula que controla la apertura y cierre de la bola centrífuga no se opera adecuadamente la bola puede no cerrarse provocando que el aceite sea desechado hacia el tanque de desechos de donde ya no es posible recuperarlo; este tipo de fuga solo puede ser detectada si el operador observa una disminución anormal en el nivel del tanque contenedor de aceite.

Otra falla muy común es que el sello de agua de la purificadora centrípeta no se realice correctamente provocando que el aceite se deseche por donde debería desecharse el agua, este tipo de falla solo puede detectarse si el operador observa por una mirilla de la tubería el escape de aceite o si un dispositivo mecánico detiene la purificadora por fuga de aceite. Este dispositivo mecánico llamado Dispositivo de Emergencia depende en gran medida del personal que lo calibra, si no está bien calibrado no detectará la fuga de aceite.

II. FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA

A. Funcionamiento

La máquina usa la fuerza centrífuga para separar las partículas no deseadas del aceite lubricante, para llegar a obtener la magnitud de la fuerza centrífuga necesaria para realizar este trabajo la bola (contenedor del aceite purificar) de la purificadora

debe girar a altas revoluciones entre 4000 a 9000 rpm, la separadora ALFA LAVAL tipo MPAX 207S -20 que se utiliza para este proyecto, hace girar la bola a 6000 rpm por medio de un motor eléctrico de 1800 rpm y una transmisión multiplicadora de velocidad.

Para la purificación primeramente se calienta el aceite entre 70 y 80°C ya que a altas temperaturas el proceso de purificación es mejor, luego a la bola se ingresa agua que por su densidad mayor a la del aceite actuará como un sello que separa al aceite de las paredes de la bola, si se ingresa demasiada agua el exceso se desborda por la tubería de descarga de agua.

Posteriormente se ingresa aceite y por acción de la fuerza centrífuga las partículas más densas serán llevadas hacia la periferia de la bola quedando así purificado el aceite, el aceite que ingresa luego de purificarse por acción de la fuerza centrífuga sale por una tubería destinada para su salida. (Ver figura 1).

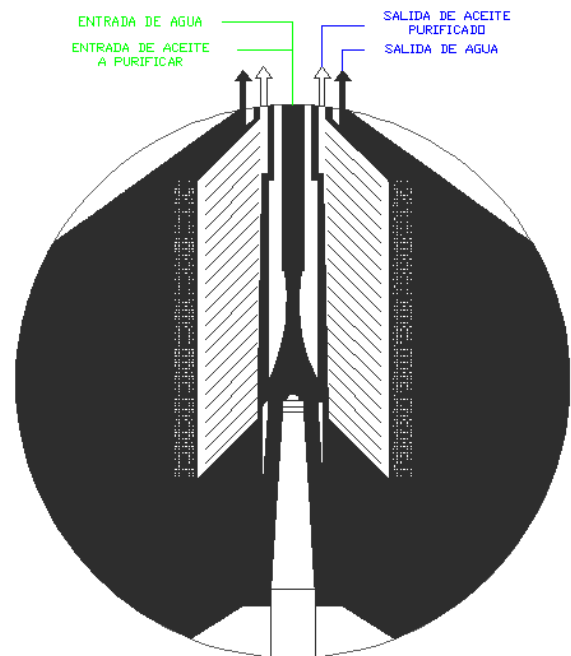


Figura 1. Esquema de la bola de la purificadora

Luego de dos horas de purificación se cierra el ingreso de aceite y se abre la bola para desechar los residuos de la purificación por la tubería llamada de descarga de lodos; este es el proceso conocido como

lavado. Cuando finaliza el lavado se repite el proceso para mantener el aceite libre de impurezas.

B. Problemas encontrados

En el tablero de control la lógica de contactos solo considera como alarma el accionamiento del dispositivo de emergencia.

Para el disparo de la máquina solo se consideran el accionamiento de los guarda motores y la activación del dispositivo de emergencia.

Si por alguna razón la bola se abre de forma mínima durante la purificación se irá perdiendo el sello de agua por lo que el aceite dejará de salir y escapará por la tubería de salida de agua, para detectar esta falla solo se cuenta con el dispositivo de emergencia. Pero si este se encuentra mal calibrado o el operador no se encargó de permitir la el paso de la señal de este dispositivo hacia el tablero con el uso de un switch no se tendrá aviso de la fuga de aceite.

Puede darse el caso que durante la purificación la bola se abra completamente por lo que el aceite no escapará por la tubería de salida de agua sino que se irá directo hacia la tubería de descarga de lodos; ante esta falla no se tiene ningún dispositivo de alarma.

La operación de las válvulas manuales en el proceso es un problema ya que si el operador se olvida de abrir o cerrar una válvula el aceite no ingresará a la purificadora.

Como los operadores tienen otras tareas que realizar por lo general la purificadora no está en constante supervisión, y solo la revisan cuando realizan un lavado es decir cada 2 horas. Razón por la cual si existen fugas de aceite estas no son detectadas a tiempo provocando la pérdida de hasta 300 litros en cada descuido.

III. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA

Para la automatización se consideró las fallas anteriormente expuestas, para el monitoreo y operación del sistema de purificación se utiliza la pantalla táctil Magelis y el sistema SCADA de la empresa (por lo cual se necesita de los software Vijeo Designer y software Intouch

respectivamente).

A. Instrumentación a utilizar (ver figura 2)

- **Electroválvulas (V14, V16 Y V17):** Una de ellas está destinada a llenar la bola de agua para realizar el sello, la segunda para el agua que permite manejar la apertura y el cerrado de la bola y la tercera se usa para el manejo del actuador neumático descrito a continuación.
- **Actuador neumático:** Se usa para manejar la válvula de 3 vías que permite ingresar aceite hacia la purificadora.
- **Unidad de Mantenimiento:** Consiste en un conjunto de filtro, regulador y lubricador para el aire comprimido usado por el actuador neumático.
- **Válvula de Globo (V15):** Ubicada en la salida de aceite purificado permite regular la salida de aceite con el fin de poder medir la presión de salida de aceite de la purificadora.
- **Sensor Inductivo (SE):** Se usa para medir la velocidad de giro del motor eléctrico de la purificadora, de esta manera se asegura su completo arranque antes de empezar la purificación.

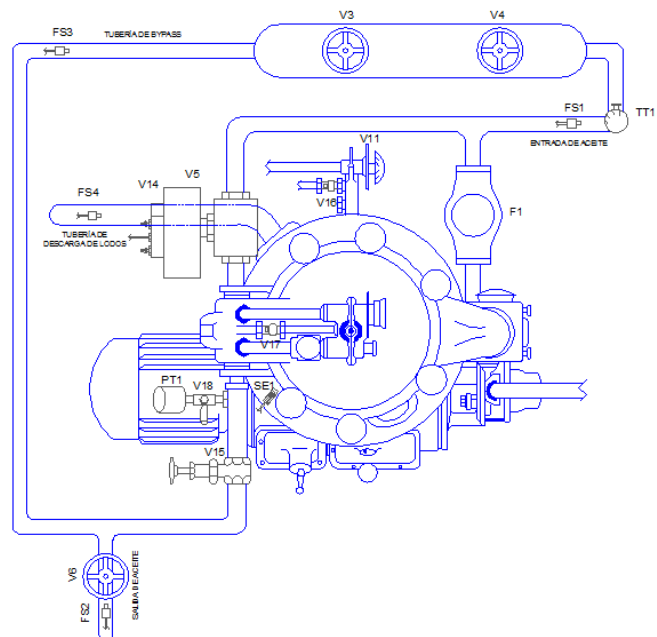


Figura 2. Ubicación de la instrumentación.

- **Transmisor de presión (PT1):** Ubicado en la

salida de aceite purificado permitirá detectar fugas de aceite, ya que si existen fugas la presión de salida de aceite cae.

- **Transmisor de temperatura (TT1):** Se usa para medir la temperatura del aceite que ingresa hacia la purificadora.
- **Switich de flujo (FS1, FS2, FS3 y FS4):** Se colocarán en cuatro lugares para poder informar al sistema sobre el estado (abierto o cerrado) de las válvulas de accionamiento manual. Se ubican en la tubería de ingreso de aceite hacia la purificadora, en la tubería usada para calentamiento de aceite, en la salida de aceite purificado y en la tubería de descarga de lodos, este último permite detectar fugas de aceite por esta tubería.
- **PLC:** Se usará un controlador con comunicación MODBUS TCP/IP por preferencias de la empresa.

B. Características del sistema de control (ver figura 3)

- En el tablero de control se muestra el estado de los motores y del actuador neumático.
- Se tiene un multímetro digital que muestra la corriente consumida por el sistema por lo que se puede usar para detectar fallas en los motores eléctricos.
- Se implementó un botón de parada de emergencia ya que el sistema original no lo tenía.
- Existe la posibilidad de manejar el sistema de forma manual si el PLC llega a dañarse.
- Se informa de forma oportuna de fallas y alarmas a los operadores.
- El estado del sistema se puede observar en una pantalla táctil o en el sistema SCADA de la empresa.
- Se presenta al operador resúmenes de alarma sobre las fallas ocurridas.
- Se tienen tres modos de operación: automático, semiautomático y manual.
- En el modo automático el proceso repetitivo de purificación se realiza de forma automática.
- En el modo semiautomático el operador realiza

el proceso y el PLC toma en cuenta todas las alarmas.

- En el modo manual se puede manejar la purificadora cuando el PLC no esté disponible.
- Se lleva una cuenta de horas de trabajo de la purificadora.
- Se tiene un registro de la fecha y hora en la que se realiza un lavado para que los operadores lleven un registro de los mismos.

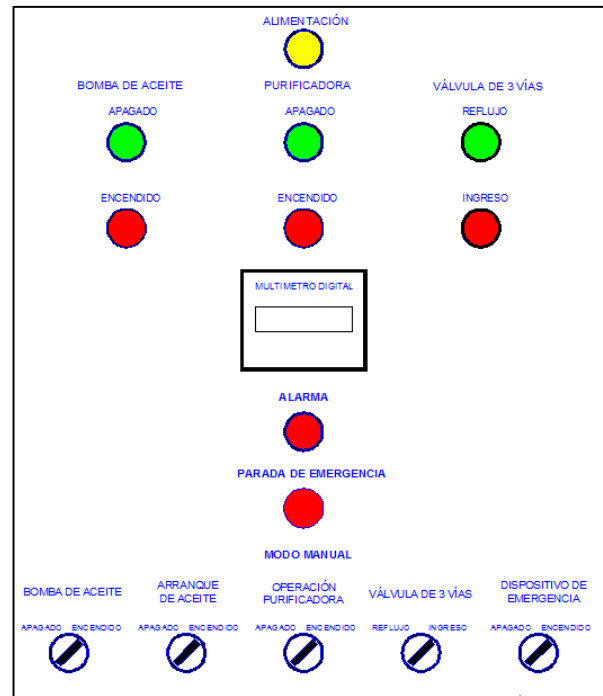


Figura 3. Tablero de control Implementado.

C. Alarmas implementadas

El sistema implementado cuenta con tres mensajes de alerta y diecisiete alarmas, los mensajes de alerta son los siguientes:

1. Reconocer alarmas para restablecer el PLC, indica que las alarmas no han sido reconocidas.
2. Flujo en la tubería de bypass durante la purificación.
3. Horas de trabajo al límite, realizar mantenimiento; aparece luego de las 720 horas de trabajo.

Las alarmas que posee el sistema son:

1. Caída de presión en la línea de salida de aceite.

2. Temperatura fuera de rango para purificación.
3. Baja velocidad en el motor de la purificadora.
4. Parada de emergencia activada.
5. Disparo por el dispositivo de emergencia.
6. Ausencia de flujo en la entrada de aceite.
7. Ausencia de flujo en la salida de aceite.
8. Flujo en la tubería de descarga de lodos.
9. Ausencia de flujo en la salida de aceite durante calentamiento.
10. Ausencia de flujo en bypass durante calentamiento.
11. Ausencia de flujo en la entrada de aceite durante purificación.
12. Falla en contactor KM1.
13. Falla en contactor KM2.
14. Falla en contactor KM3.
15. Disparo del relé térmico de KM1.
16. Disparo del relé térmico de KM2.
17. Disparo del relé térmico de KM3.

IV. PRUEBAS REALIZADAS

Previo a la instalación del sistema se simuló el programa del PLC usando el software de supervisión Intouch y el software Vijeo Designer de la pantalla táctil a utilizar para el desarrollo de los HMI. Además se comprobó el buen estado de toda la instrumentación a utilizar.

Con el sistema implementado se realizó primeramente pruebas en el modo manual para determinar los tiempos de arranque de los motores, el tiempo de llenado de agua de la bola y el tiempo para apertura de la bola.

Se usó el modo automático para probar los tiempos de cerrado de la bola y el tiempo que se debe enviar agua para mantener cerrada la bola durante la purificación.

Y finalmente se probaron todas las alarmas y alertas en los tres modos de operación.

V. CONCLUSIONES

- El objetivo de una purificadora es separar dos elementos en este caso el aceite de las impurezas, para ello se utiliza la fuerza centrífuga.

- En el proceso de purificación se consideraron todas las posibles fallas y equivocaciones por parte de los operadores al momento de realizar la supervisión y la lógica de control.
- El diseño de la supervisión y control se basa en las necesidades de los operadores y de la máquina en sí misma.
- Para escoger la instrumentación se consideró las necesidades dentro del proceso como el grado de protección, el fluido al que estarán expuestos, la presión de trabajo y temperatura de trabajo.
- Las interfaces desarrolladas son amigables e intuitivas para facilitar su entendimiento.
- El sistema de purificación implementado facilita la supervisión del proceso y permite tener conocimientos de las fallas dentro del proceso.
- Una correcta documentación permite tener un mejor entendimiento de la funcionalidad de la purificadora después de la automatización.
- La automatización libera a los operadores de la tarea repetitiva de supervisar y manejar la máquina.
- La nueva instrumentación permite controlar el sistema y reduce el riesgo de pérdida de aceite.
- El sistema de supervisión permite observar el buen funcionamiento de la instrumentación.
- Las alarmas implementadas permiten tener mayor confiabilidad del sistema.
- Las pérdidas de aceite causan repercusiones económicas para la empresa, por lo cual este sistema automatizado disminuye estas pérdidas y considera todas las posibles fugas de aceite.

REFERENCIAS

- [1] ALFA LAVAL. (1970). Libro de instrucciones Separadora MAPX 207S-20. Tumba.
- [2] ALFA LAVAL. (1975). Manual de Instrucciones de manejo, Separadora de Aceites Minerales. Tumba.
- [3] FESTO. (2013). FESTO. Recuperado el 18 de 12 de 2013, de FESTO: <http://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/software-e-learning/software-de-visualizacion-de-procesos/intouch.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC41NzIuMzg5MA>
- [4] Ponsa, P., & Granollers, A. (s.f.). UNIVERSIDAD DE CATALNIA. Recuperado el 20 de 12 de 2013, de DISEÑO DE PANTALLA:

<http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/pantalla.pdf>

- [5] Schneider Electric. (2010). Vijeo Designer Manual de Información. Intituo Schneider Electric de Información.
- [6] Schneider Electric. (2011). Módulo de comunicación, Guía de hardware.
- [7] Schneider Electric. (2011). TwidoSuite V2.3, Guía de programación.
- [8] Wonderware. (2007 - 2009). Wonderware. Recuperado el 18 de 12 de 2013, de Wonderware:
<http://www.wonderware.es/contents/WonderwareInTouchHMI.asp>

Autores

Breve referencias sobre la formación académica del autor y su experiencia.

Elizabeth Verónica Sánchez Gómez: Nacida el 17 de Febrero de 1989, desde la niñez mostró facilidad e interés por las matemáticas. Estudió en la Escuela Carlos Enrique Acosta Hermanas Marianita y posteriormente en la secundaria Santa Marianita de Jesús. Actualmente es egresado de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE en la carrera de Ingeniería Electrónica en Automatización y Control.



Byron Mauricio Albuja Sánchez: Nació en Quito el 9 de Febrero del año de 1991. Cursó sus estudios de primaria en la Escuela Borja 3 – Cavanis y la secundaria en el Colegio San Gabriel donde se graduó el 17 de junio del 2008 con el título de Bachiller con especialidad Físico Matemático. Actualmente es egresado de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE en la carrera de Ingeniería Electrónica en Automatización y Control.

