| | |
|---|---|
| Versión | 1 |
| Documento | PRI-351_INF-MANTENIMIENTO SISTEMA DE CONTROL DE TRANSFERENCIA Y SINCRONISMO |

# EDIFICIO CORPORATIVO 7 27

**PRI-351_INFORME MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA DE CONTROL DE TRANSFERENCIA Y SINCRONISMO EDIFICIO**

Documento: PRI-351_INF-MANTO SISTEMA DE CONTROL TRANSFERENCIA Y SINCRONISMO. docs. (.pdf)

| Versión | Modificaciones | Fecha |
|---|---|---|
| 1 | Emisión original | 9/03/2025 |
| | | |

| Elaboración – Revisión – Aprobación | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Revisión | Elaboró: | | Revisó: | | Aprobó: | |
| 1 | JVC | Firma | ADH | Firma | ADH | Firma |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Los derechos de autor de este documento son de Demo Ingeniería Ltda., quien queda exonerada de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado.

**TABLA DE CONTENIDO**


1. ABREVIATURAS. ..... 3
2. OBJETIVO..... 3
3. PERSONAL Y EQUIPOS UTILIZADOS. ..... 3
4. ACTIDADES DESARROLLADAS. ..... 4
5. RECOMENDACIONES ..... 41
6. CONCLUSIONES ..... 42

## 1. ABREVIATURAS.

| | |
|---|---|
| A | Amperio |
| c.a. | Corriente alterna |
| c.c. | Corriente continua |
| Hz | Herz, unidad de frecuencia. |
| kW | kilovatios |
| kVA | kilovoltamperios |
| PLC | Programmable Logic Controller |
| MT | Media tensión |
| BT | Baja tensión. |
| V | voltio |
| VA | Voltamperio |

## 2. OBJETIVO.

Realizar mantenimiento preventivo, diagnóstico técnico y pruebas funcionales en los sistemas de control de transferencia, combustible y sincronismo del edificio, con el objeto de garantizar su correcta operación, confiabilidad y continuidad en el servicio de electricidad de respaldo.

## 3. PERSONAL Y EQUIPOS UTILIZADOS.

### 3.1. Grupo humano.

El personal que se encargó de las labores de campo y elaboración del informe estuvo a cargo de:

Tabla 1. Personal técnico

| NOMBRE | EMPRESA |
|---|---|
| Norberto Flórez | Demo Ingeniería Ltda. |
| Brayan Estupiñán | Demo Ingeniería Ltda. |
| Jorge Chala | Demo Ingeniería Ltda. |
| Miller López | Demo Ingeniería Ltda. |
| Javier Velásquez Castro | Demo Ingeniería Ltda. |

3.2. Equipo utilizado.

- Pinza Fluke 376.
- Computadoras.
- Cámara fotográfica.
- Elementos de protección personal (EPP).

## 4. ACTIDADES DESARROLLADAS.

4.1. Inspección de equipos.

El personal técnico de DEMO Ingeniería se procede con la inspección de equipos críticos, como son: PLC, sincronismo, transferencias de baja tensión, celdas de media tensión, transformadores de media a baja, PLC combustible, de igual forma con el apoyo de los técnicos de UPS´s y generadores se revisa el estado de las UPS`s del edifico y generadores, con el objeto de garantizar que al realizar la transferencia y retransferencia, no se afecte la continuidad de servicio de electricidad en el edificio.

4.2. Inspección de celdas de media tensión

El personal técnico de DEMO Ingeniería Ltda., realiza inspección validando el estado de la transferencia de media tensión y el sistema de control de transferencia y sincronismo.



Figura 1. Inspección celdas de media tensión.

4.3. Revisión del PLC de control de transferencia.




Figura 2. PLC sin alarmas.

4.4. Revisión de UPS´s




Figura 3. UPS´s sin alarmas.

4.5. Revisión de generadores : se verifica que no hallan alarmas presentes, se revisan los niveles de aceite, refrigerante, temperatura del motor, entre otros




Figura 4. Generadores sin alarmas.

4.6. Revisión PLC combustible (ACPM)

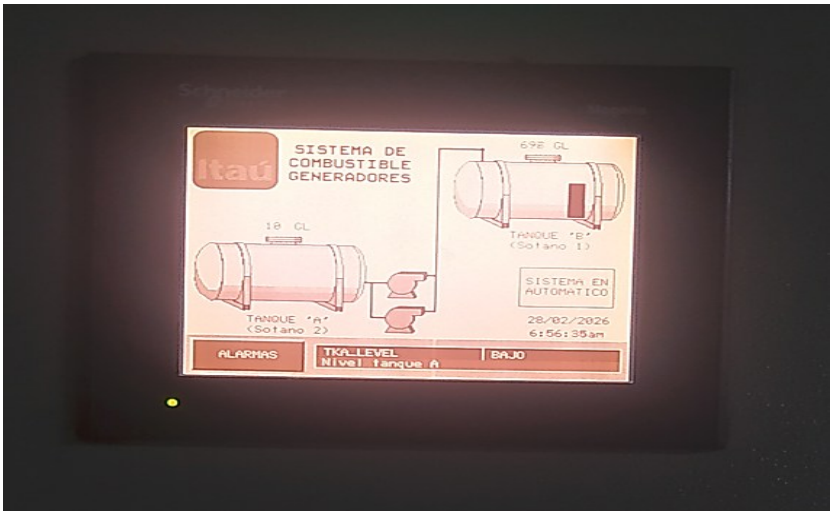



Figura 5. PLC combustible con ***ALARMA*** de bajo nivel

4.7. Revisión de Sincronismo




Figura 6. Control de Sincronismo en modo ***MANUAL***

***NOVEDAD***

*Al presentarse un corte de electricidad por parte del operador de red (ENEL) estando en modo MANUAL el sincronismo, la transferencia no opera, por ende, no encienden los generadores ocasionado que el edifico se apague.*

Se procede a pasar al modo AUTOMATICO el Sincronismo para poder proceder con las actividades de mantenimiento.

Se realiza reunión para recibir la retroalimentación de las inspecciones realizadas por cada uno de los técnicos para continuar con las demás actividades de mantenimiento.

4.8. Pruebas de transferencia y retransferencia

Luego de las respectivas inspecciones al sistema y equipos, se procede a realizar las pruebas de transferencia y retransferencia, abriendo la celda principal de media tensión .




Figura 7. Apertura celda de media tensión

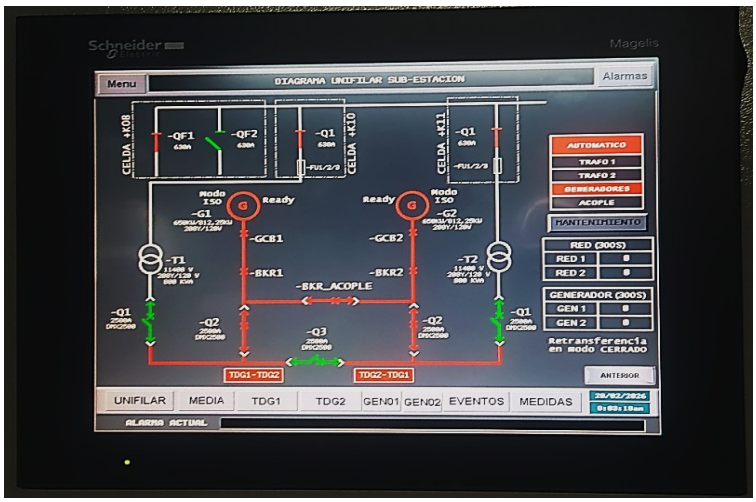



Figura 8. Sistema en emergencia

Con el objeto de validar la operación de equipos, se procede a realizar la inspección del PLC, generadores, sincronismo, UPS´S del edificio. Después de diez (10) minutos de prueba se hace la retransferencia cerrando la celda de media tensión. Nuevamente se revisan equipos y no se presentan novedades.

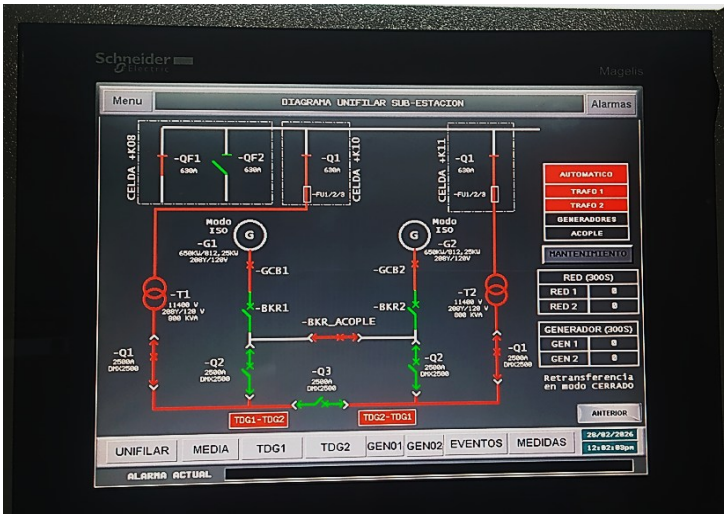



Figura 9. Sistema en Red

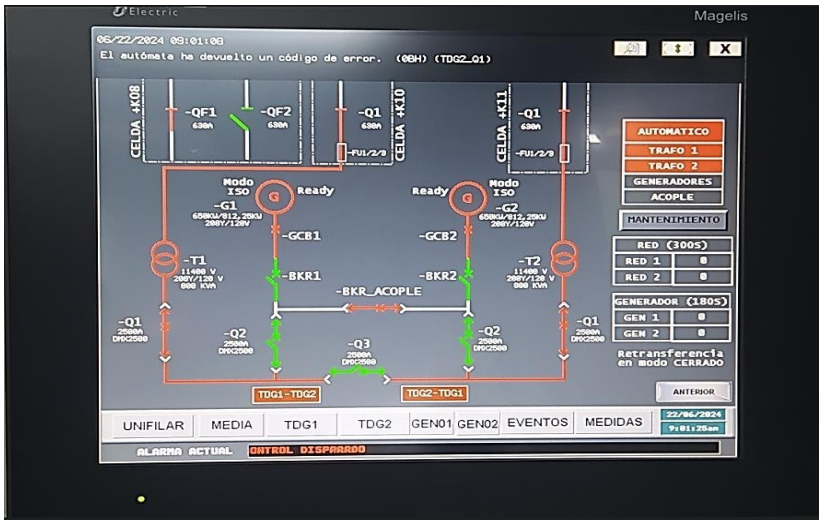


Figura 10. Sistema con red de Enel.

Con el objeto de validar el estado de los equipos luego de la retransferencia, se procede a realizar la inspección del PLC, sincronismo, generadores UPS´S del edificio, aires acondicionados, evidenciando que no se encuentran novedades. Por lo cual se continúa con las actividades del mantenimiento.

## 4.9. Backup de aplicaciones.

Continuando con las tareas programadas, se realiza copia de seguridad actualizada de las aplicaciones y configuraciones de los equipos que conforman el sistema de transferencia y generación, lo anterior con el fin de garantizar la disponibilidad de respaldo ante cualquier eventualidad técnica.

Se efectuó backup de los siguientes equipos:

- ✓ PLC de transferencia.
- ✓ HMI de transferencia.
- ✓ PLC de tablero de combustible.
- ✓ HMI de tablero de combustible.
- ✓ Aplicaciones de controladores de sincronismo Easy-Gen.

NOTA 1. En el siguiente enlace se pueden descargar los backup : https://1drv.ms/u/c/706e6a1a5b80f558/IQDtUQwGQqu_Tpy7ST-CCh0pAdXweDtNGS9qheylaL29H-w?e=2Ump8q

4.10. Mantenimiento tableros de control.

Actividades para realizar:

- ✓ Inspección general del estado físico del tablero
- ✓ Revisión de cableado de control y potencia
- ✓ Verificación de etiquetas y marcas en el tablero.
- ✓ Revisión de luces piloto y muletillas
- ✓ Inspección mecánica puertas y tapas verificando ajuste y cierre.
- ✓ Limpieza general externa e interna
- ✓ Inspección física de componentes, PLC, conectores, borneras.
- ✓ Revisión y ajuste de conexiones de todos los componentes.
- ✓ Inspección de relés y demás dispositivos de conmutación
- ✓ Revisión visual de tarjetas electrónicas

4.10.1. Tablero de control de transferencia

Este tablero contiene el PLC Schneider de transferencia y la pantalla HMI principal desde la cual se monitorea todo el sistema, se encuentra ubicado en la subestación eléctrica del edifico.



Figura 11. Tablero de control de transferencia

Se procede con el mantenimiento realizando las siguientes actividades:

- ✓ Backup de aplicaciones.
- ✓ Revisión y ajuste general de borneras de señales de control y potencia.
- ✓ Ajuste de conexiones en el cableado de control y potencia .
- ✓ Verificación del estado de Leds y módulos del PLC.
- ✓ Validación del funcionamiento de la HMI.
- ✓ Limpieza general interna y externa del tablero.
- ✓ Confirmación de estado operativo del sistema posterior al mantenimiento.



Figura 12. Inspección general.




Figura 13. Backup de aplicaciones



Figura 14. Luces pilotos sin novedades



Figura 15. Estado luego de mantenimiento

Terminado el mantenimiento, el tablero queda en condiciones operativas sin novedades.

4.10.1.1. Diagnóstico de rendimiento de PLC de control de transferencia

Se realizó verificación detallada del PLC principal de transferencia, incluyendo:

- ✓ Revisión de alarmas históricas y activas.
- ✓ Verificación de estado de CPU.
- ✓ Revisión de módulos de comunicación e I/O.
- ✓ Validación de estado de memoria interna y cartucho de expansión.
- ✓ Medición del tiempo de ciclo (scan time).

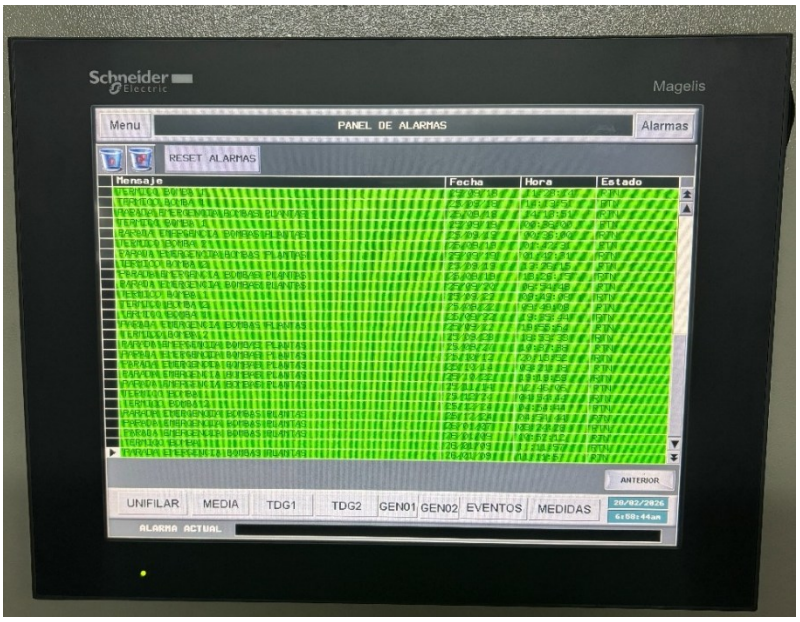



Figura 16. Alarmas y fallos del sistema de control de transferencia

El sistema de control de transferencia funciona en total normalidad y sin ninguna alarma presente. Los mensajes en verde se refieren a las últimas alarmas que se dieron y que en su momento fueron atendidas y solucionadas.



Figura 17. PLC Schneider operativo

En la Figura 30 se observan os leds de estado indicando que el PLC está operando de manera adecuada y sin novedades.

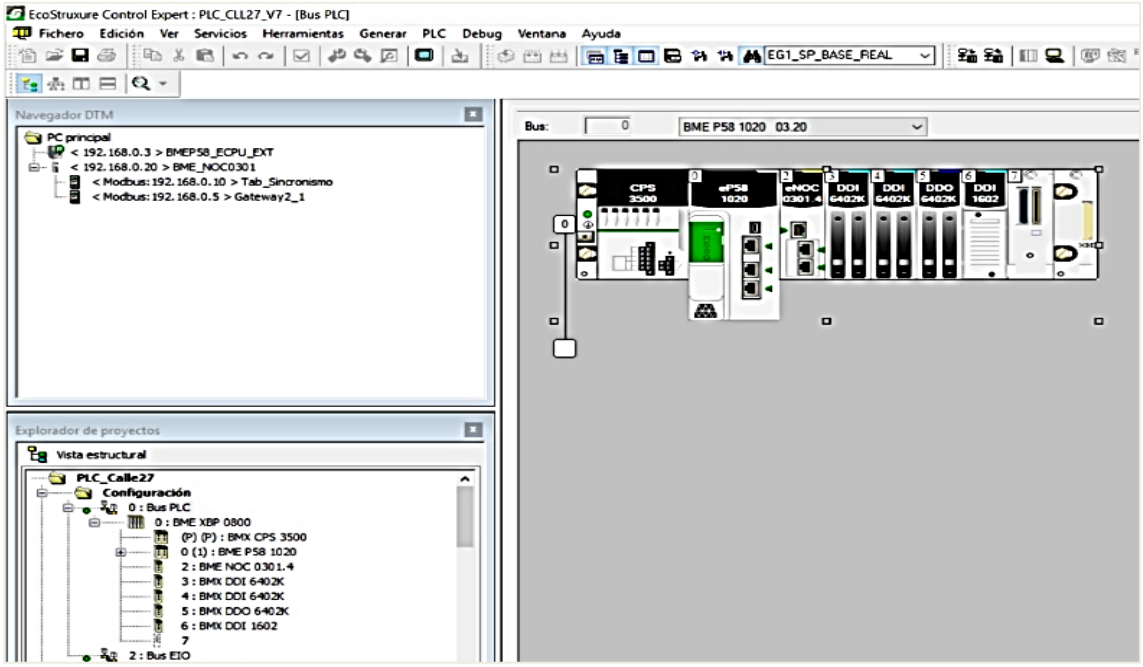



Figura 18. Hardware de PLC, tarjetas de comunicación e I/0.

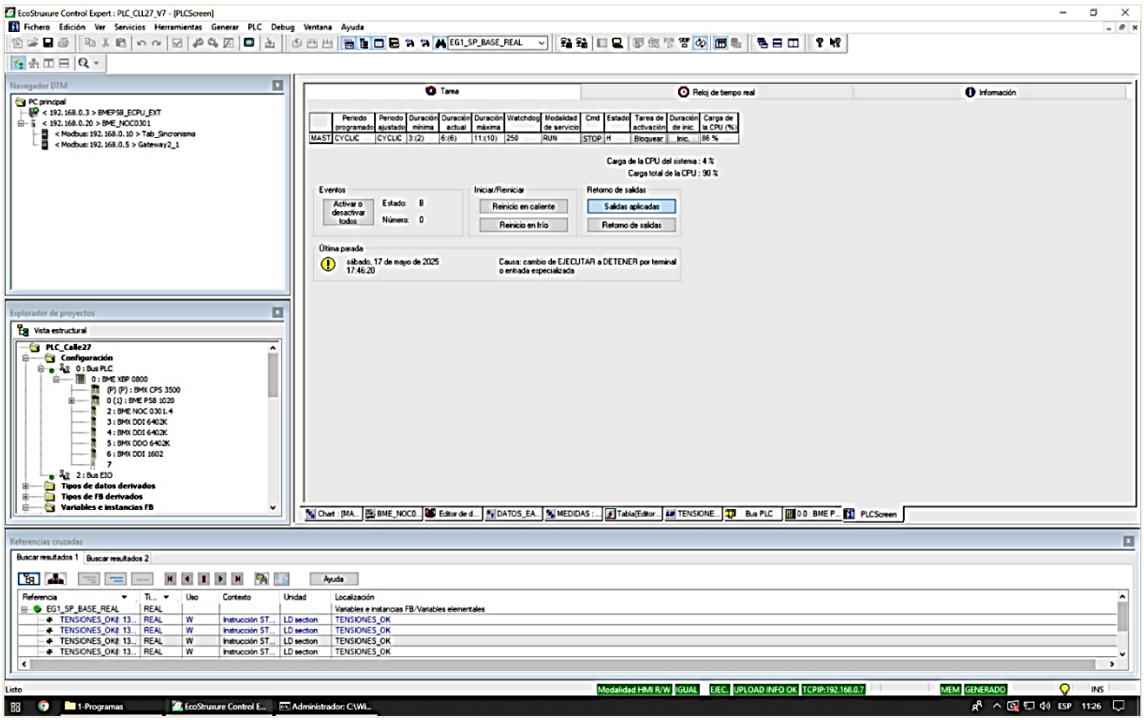


Figura 19. Estado de la CPU

La operación de la CPU no presenta novedades. El ciclo de scan tiene una duración de 6ms y no presentan alarmas, debido a que el tiempo de exploración tiene un máximo de 250ms.

En los diagnósticos se puede observar la presencia de la memoria interna y el cartucho de memoria de expansión, ambos funcionando adecuadamente.

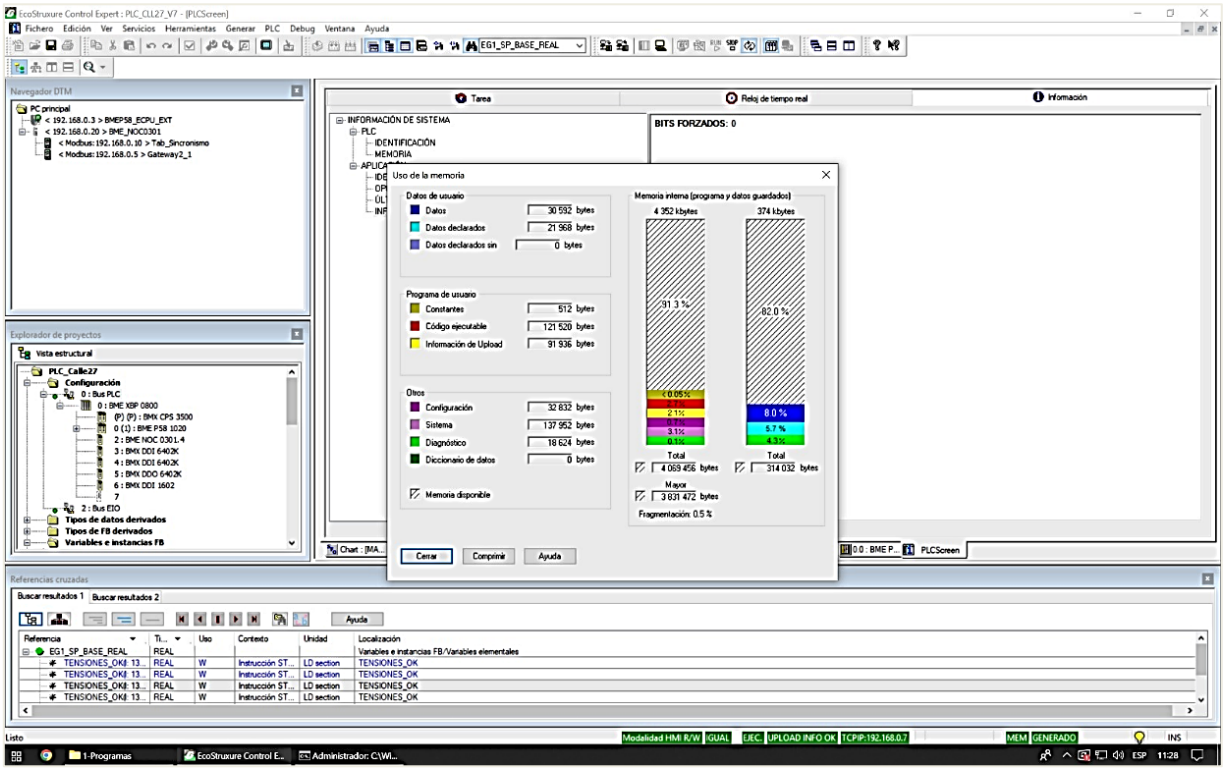



Figura 20. Ocupación de memoria

La copia de seguridad interna del PLC está actualizada, es decir, que se puede obtener el backup de la aplicación del PLC desde su memoria interna, incluyendo la base de datos de variables con su nombres completos y descripciones.

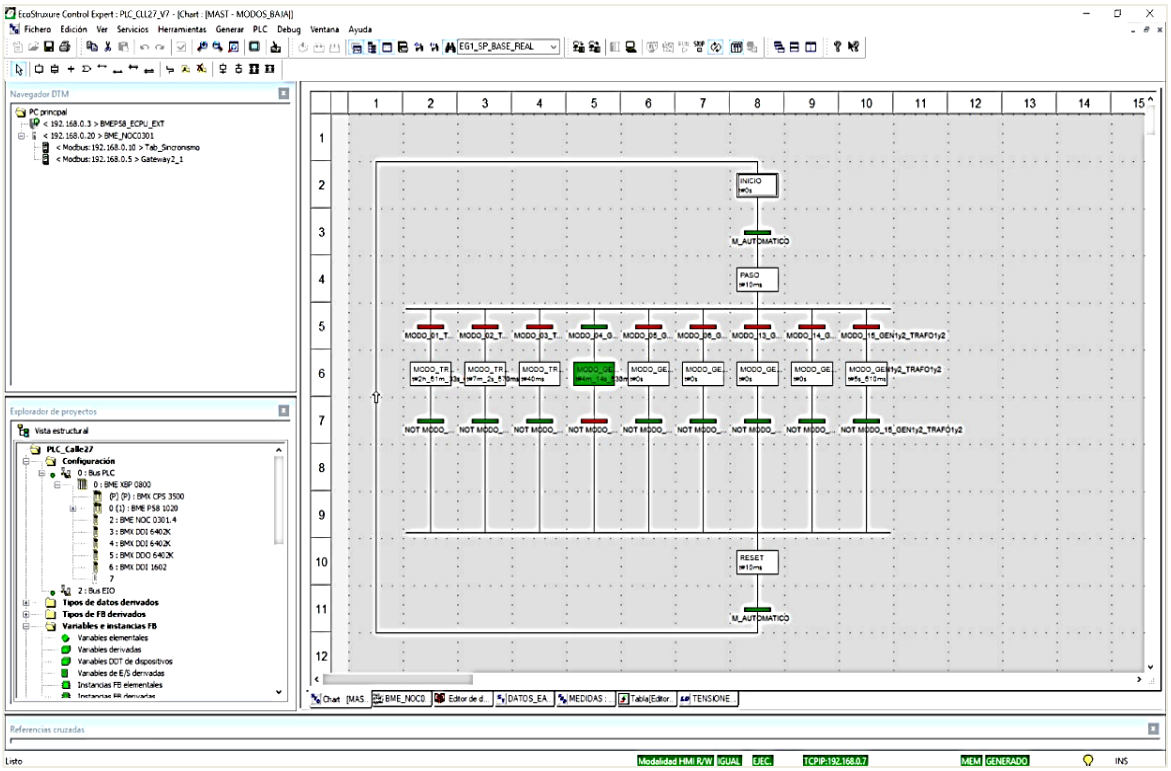


Figura 21. Sistema en modo generadores

4.10.1.2. Revisión y diagnóstico de comunicaciones

Existen comunicaciones entre el PLC de transferencia y los siguientes equipos:

- ✓ Medidores de energía.
- ✓ Interruptores Legrand.
- ✓ PLC de combustible.
- ✓ Controladores de sincronismo EasyGen.

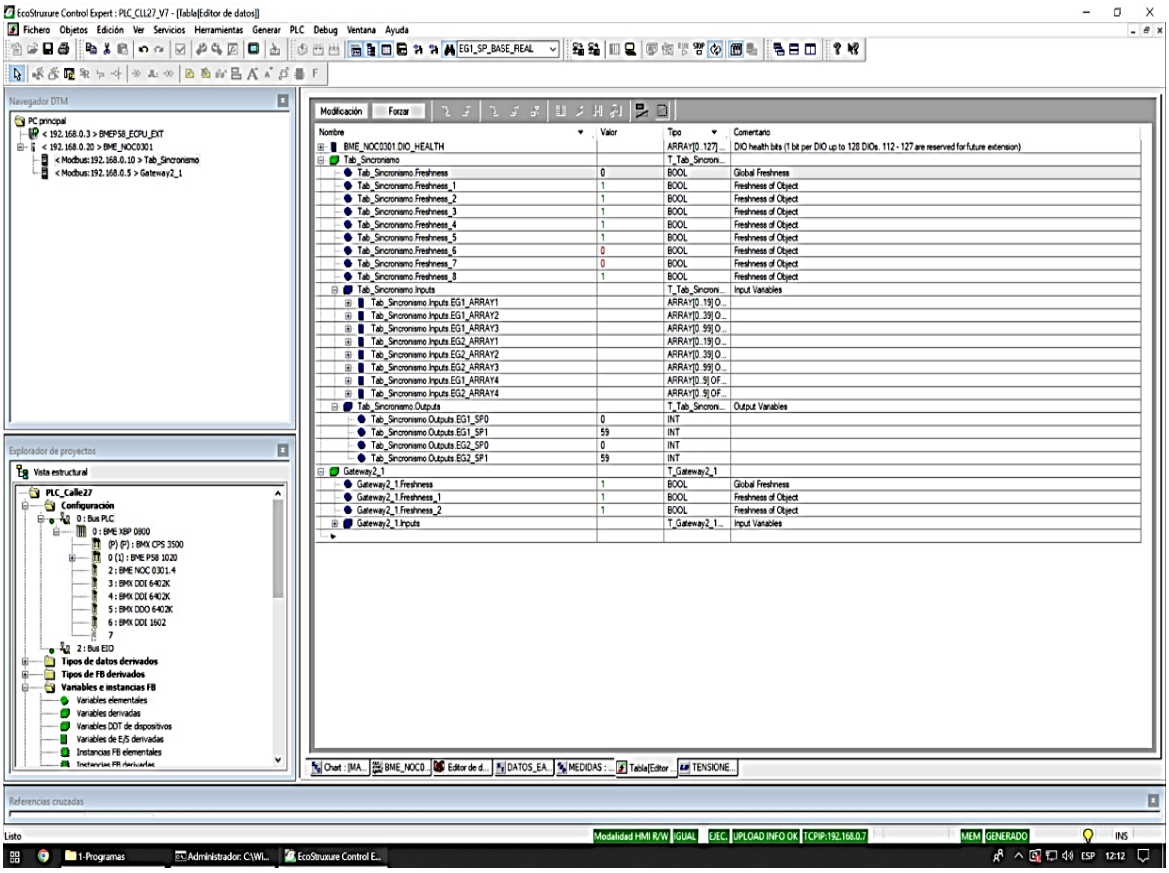



Figura 22. Diagnóstico de comunicaciones del PLC.

Se encuentra una intermitencia eventual en la comunicación con el Gateway de comunicación de monitoreo de datos que se dirige hacia los EasyGen. No obstante, se trata de algo eventual que no tiene incidencia sobre la operación normal del sistema.

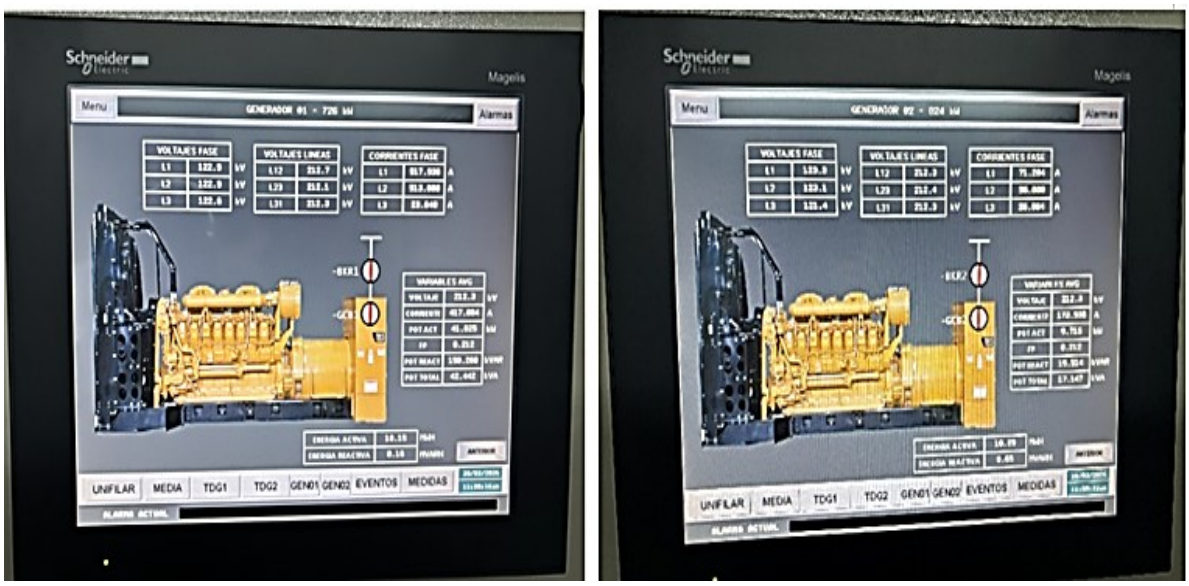



Figura 23. Datos de los generadores tomados por comunicación desde el EasyGen 1 y EasyGen 2.

4.10.1.3. Pruebas de transferencia y retransferencia

Con el objeto de validar la operación del sistema de control transferencia y sincronismo terminado el mantenimiento, se procede a realizar pruebas de transferencia y retransferencia abriendo la celda principal en media tensión.

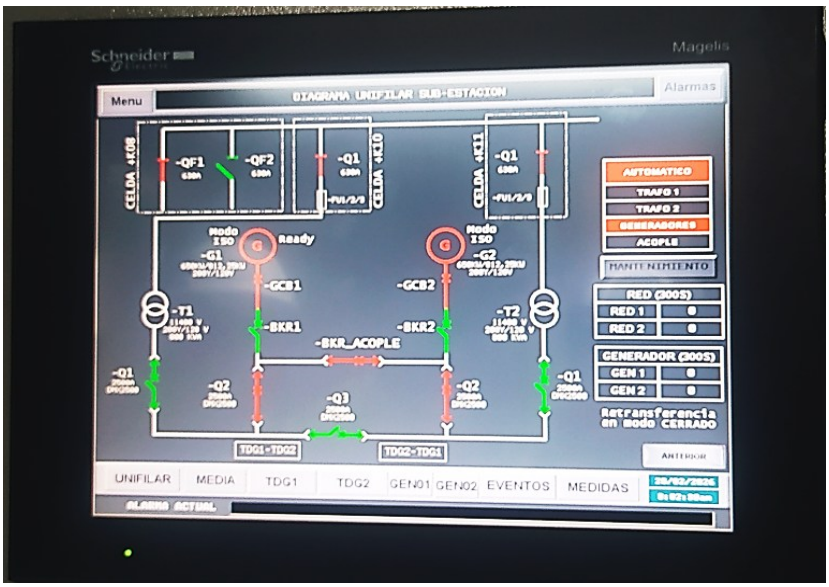



Figura 24. Prueba de transferencia

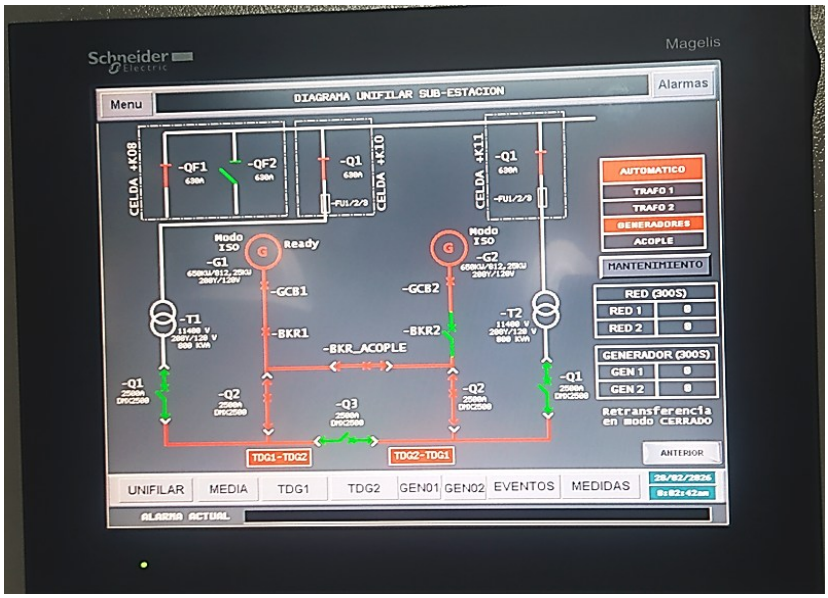



Figura 25. Prueba de transferencia

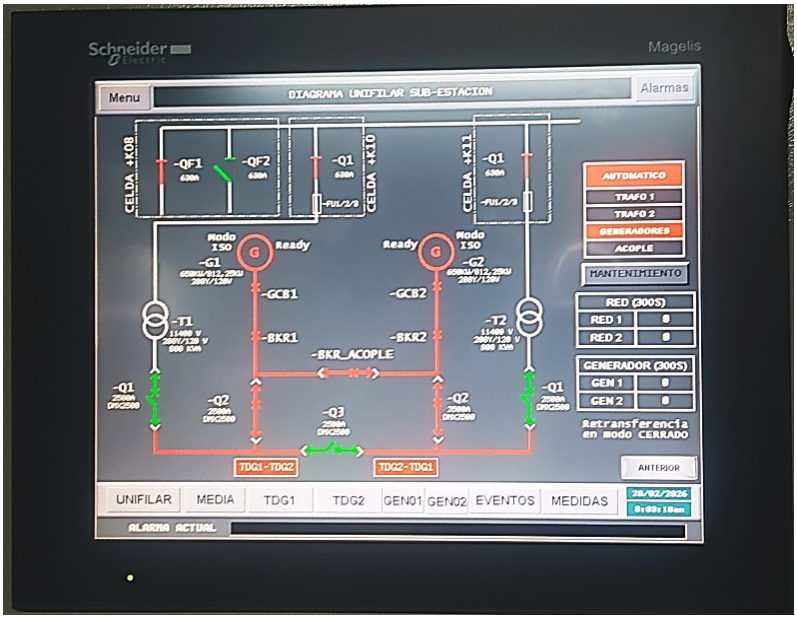



Figura 26. Sistema en emergencia (con generadores)

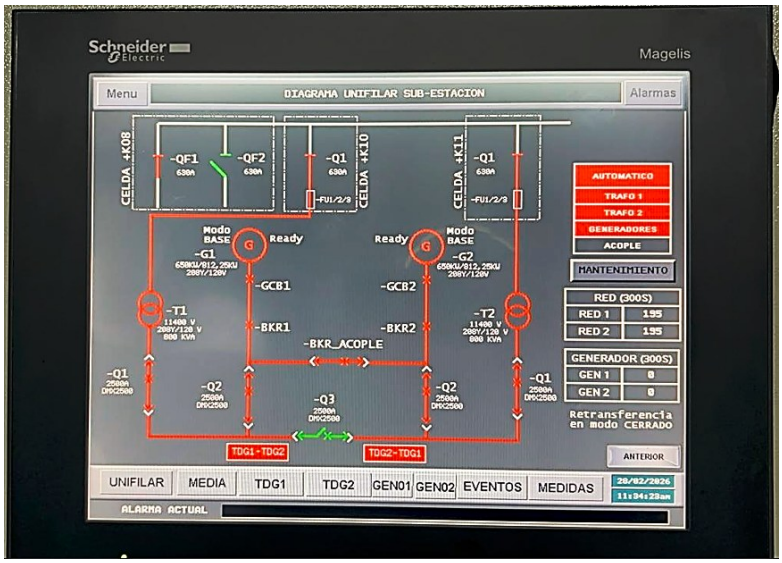



Figura 27. Sistema operando "Modo sincronizado" durante la prueba de transferencia.

En el desarrollo de la prueba se verifica:

- ✓ El arranque automático de grupos electrógenos.
- ✓ Sincronismo correcto entre generadores.
- ✓ Transferencia de carga con cruce por cero.
- ✓ Operación en modo sincronizado.
- ✓ Retransferencia a red sin cruce por cero.
- ✓ Retorno estable a condición normal de operación.

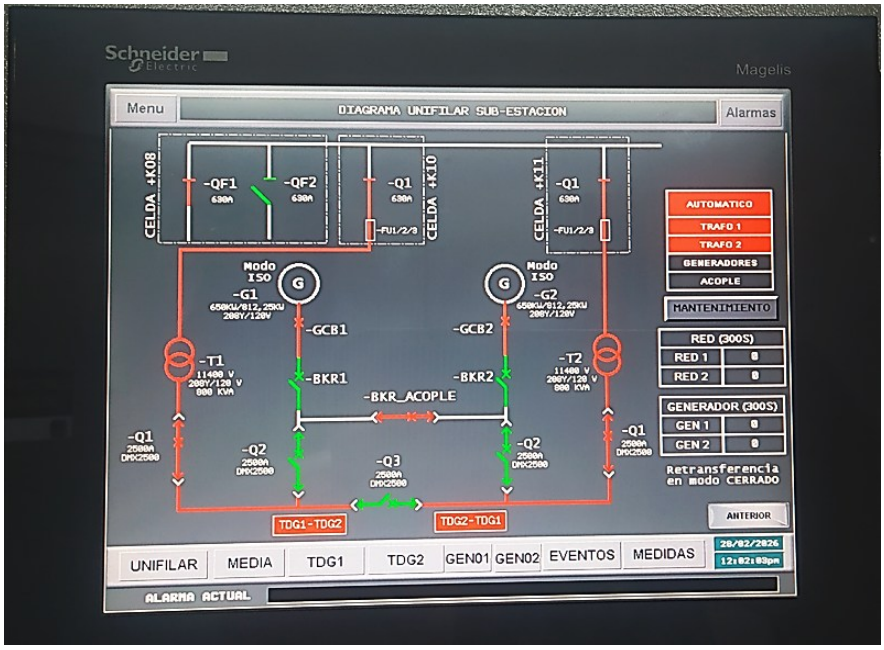



Figura 28. Sistema operando "Modo automático" luego de la retransferencia

El sistema queda operando en condiciones normales al finalizar las pruebas, se verifica que el PLC no tenga alarmas presentes.

### 4.10.2. Tablero de control de combustible

Tablero compuesto por el PLC y la pantalla HMI que permiten la supervisión y el control automático del suministro de combustible de los grupos electrógenos (generadores)

del edificio, él cual está ubicado en el parqueadero del sótano 1.

Actividades para realizar:

- ✓ Backup de aplicaciones.
- ✓ Revisión y ajuste general de borneras de señales de control y potencia.
- ✓ Ajuste de conexiones en el cableado de control y potencia .
- ✓ Verificación del estado de Leds y módulos del PLC.
- ✓ Validación del funcionamiento de la HMI.
- ✓ Limpieza general interna y externa del tablero.
- ✓ Confirmación de estado operativo del sistema posterior al mantenimiento.

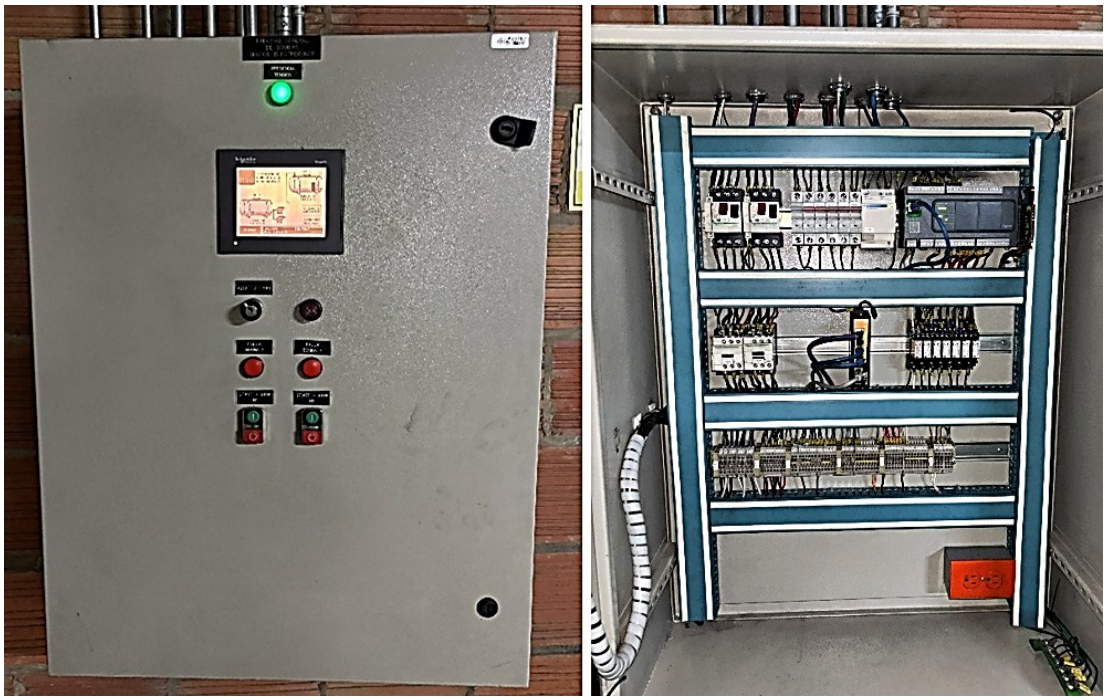


Figura 29. Estado luego de mantenimiento

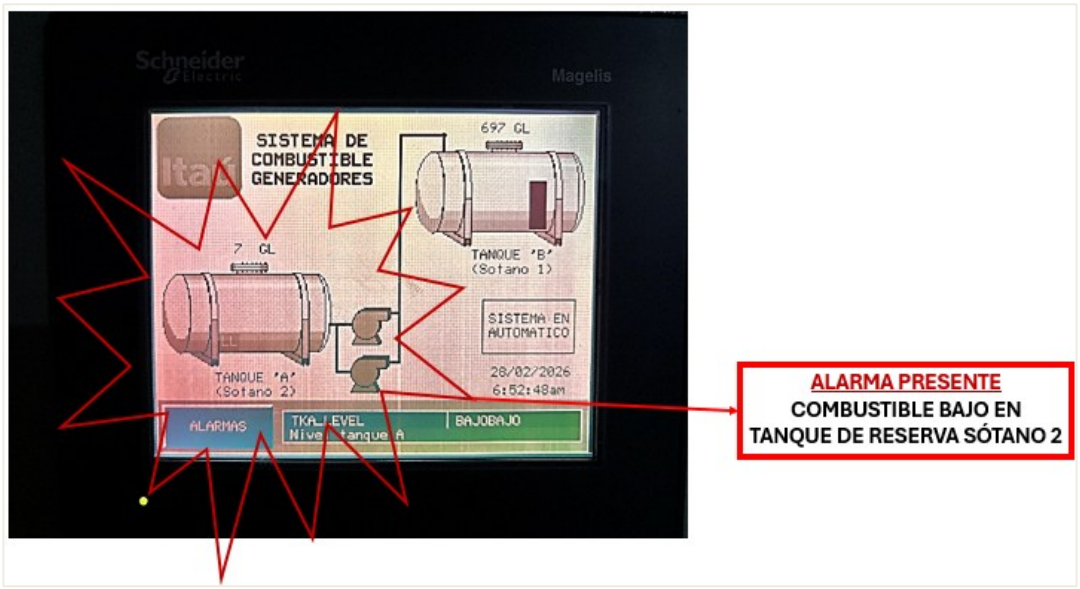



Figura 30. Tablero PLC combustible.




Figura 31. Tablero PLC combustible.

***NOVEDAD***

*En la revisión del PLC se observa que tiene una ALARMA presente de bajo nivel de combustible, Figura 17 .*

*Por otra parte, en la revisión de componentes se encontró que la alarma luz piloto sonora esta desconectada, Figura 18 .*



Figura 32. Mantenimiento general tablero PLC combustible.

Durante la revisión técnica de la HMI, se identifica que el equipo operaba con una versión de firmware desactualizada. Con el objeto de mejorar la estabilidad operativa, compatibilidad y soporte técnico del equipo, se procedió a realizar la actualización del firmware a la versión más reciente disponible.

Posterior a la actualización se verifica:

- ✓ Correcta carga del proyecto en la HMI.
- ✓ Operación de las pantallas de operación.
- ✓ Comunicación estable con el PLC.
- ✓ Operación adecuada de alarmas y variables de proceso.




Figura 33. Instalación firmware actualizado PLC combustible

Esta actualización permite mantener el equipo dentro de parámetros de soporte técnico vigentes y reduce riesgos asociados a fallos por versiones obsoletas.

Para corregir la alarma presente de bajo combustible:

- ✓ Se conecto nuevamente el cableado en el componente de luz piloto sonora
- ✓ Se modificó la lógica de alarma sonora.
- ✓ Se verifica el estado de alarmas activas.

En las Figura 21 y 22, se evidencia el estado del tablero posterior al mantenimiento

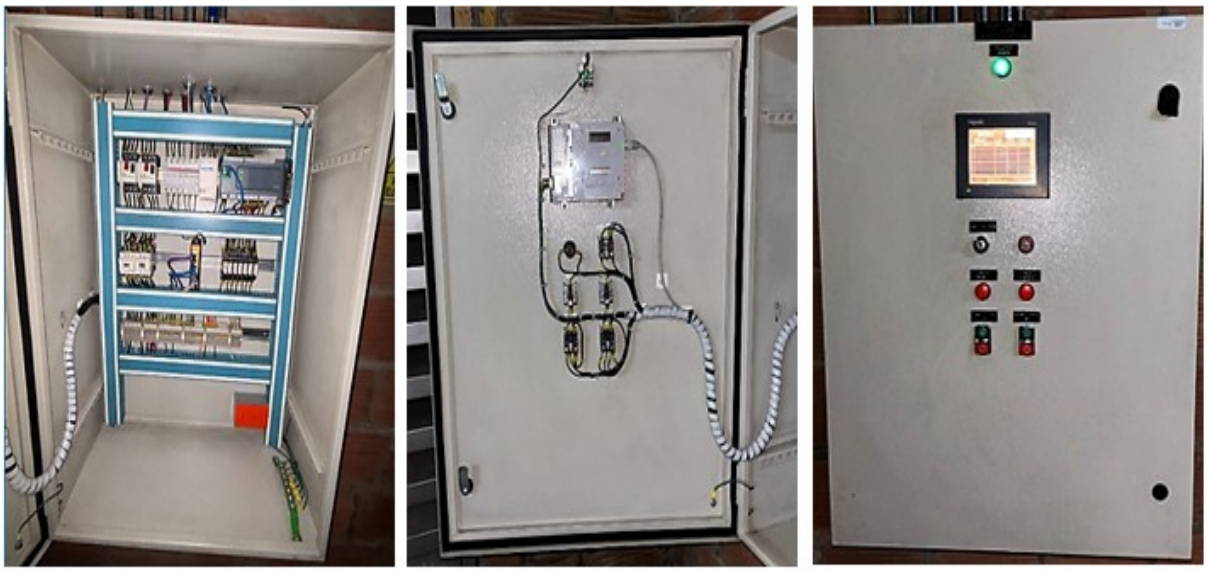


Figura 34. Tablero PLC combustible



Figura 35. Tablero PLC combustible.

4.10.2.1. Ajuste de lógica y descripción funcional de la HMI de combustible

Se realizó revisión integral de la lógica de activación de la luz piloto sonoro de alarmas, igualmente, se verifica la comunicación de la interfaz HMI asociada al sistema de combustible.

La pantalla HMI del tablero de control de combustible está diseñada para la supervisión del nivel de almacenamiento y gestión de alarmas del sistema.

La interfaz está compuesta por dos ventanas:

Ventana principal

En la cual se visualizan:

- ✓ Los tanques de almacenamiento de combustible.
- ✓ El nivel de combustible de cada tanque, mostrado de forma gráfica y numérica.
- ✓ La ubicación física de cada tanque (Sótano 1 y Sótano 2).
- ✓ Un banner inferior de alarmas activas.

En la parte inferior de la pantalla se dispone de un botón de acceso a la ventana de alarmas. Este botón permite desplegar el detalle de los eventos activos del sistema.

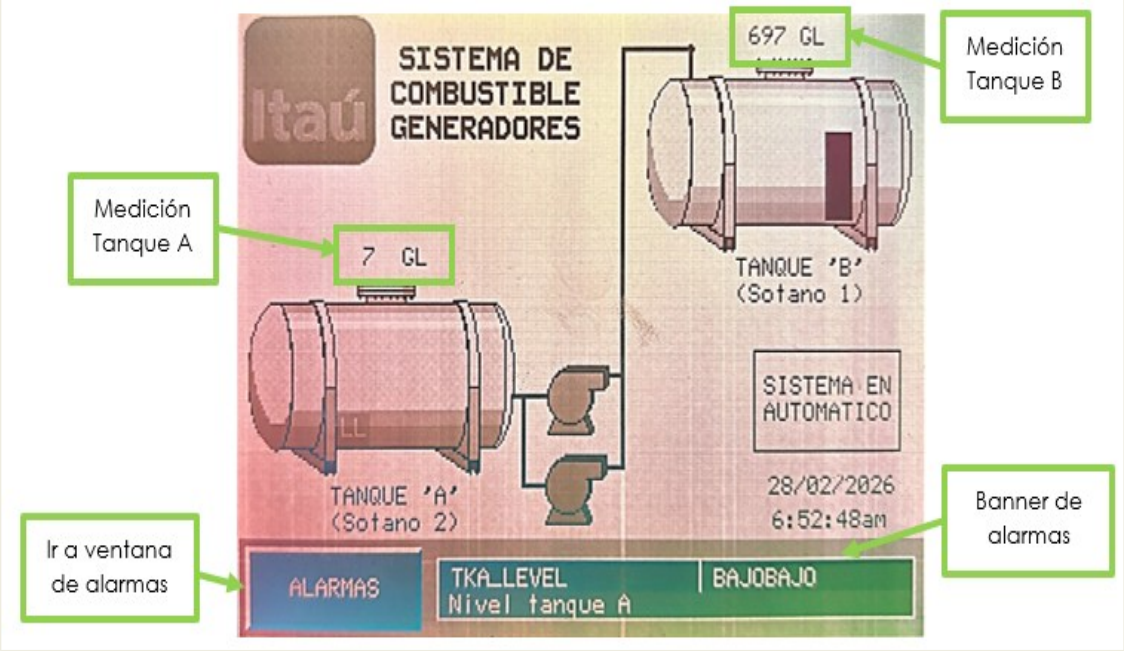



Figura 36. Ventana principal HMI combustible.

Ventana de alarmas

Al presionar el botón de alarmas:

- ✓ Se despliega el banner ampliado con el listado de alarmas activas.
- ✓ Se habilita el botón denominado "Silenciar alarmas".

Este botón permite al operador desactivar temporalmente el piloto sonoro en caso de que ya tenga conocimiento de la condición reportada.

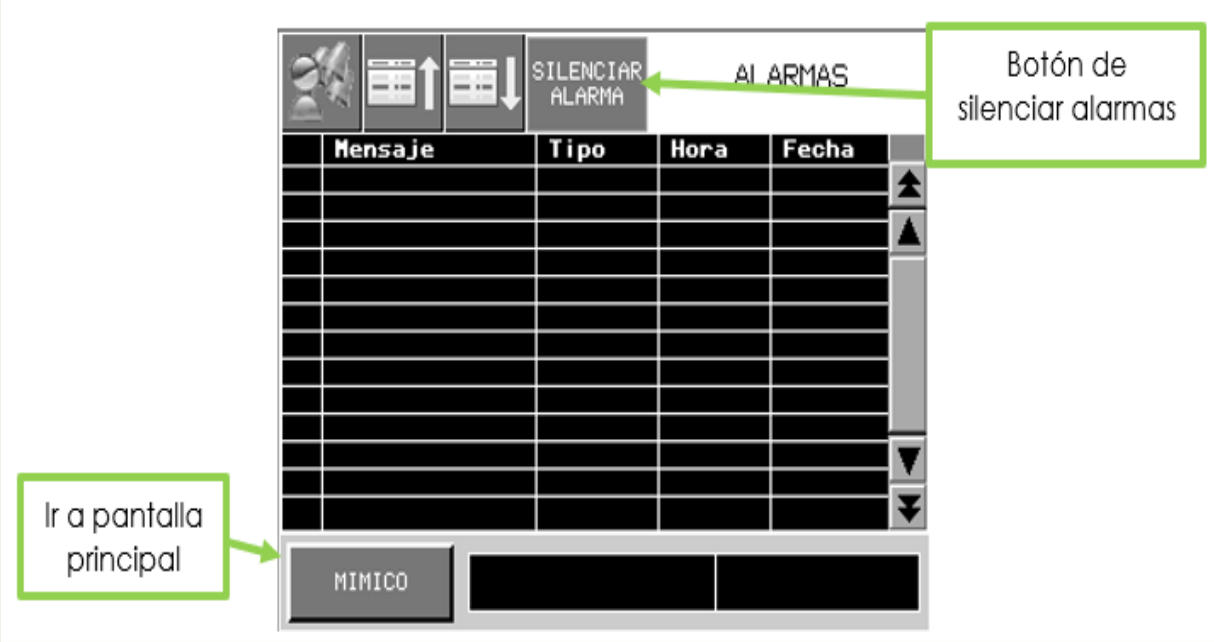



Figura 37. Ventana de alarmas de HMI combustible.

4.10.2.2. Ajuste realizado en la lógica del piloto sonoro

Durante la inspección inicial se evidenció que el piloto sonoro de alarma se encontraba desconectado. Es probable que esta condición se haya presentado debido a que la alarma acústica permanecía activada de manera continua, generando incomodidad y ocasionando su deshabilitación manual.

Con el fin de evitar que el piloto vuelva a ser desconectado físicamente y, al mismo tiempo, mantener un mecanismo efectivo de recordatorio ante alarmas persistentes, se realizó un ajuste en la lógica de control asociada al botón "Silenciar alarmas" de la HMI.

El sistema está programado para que, ante la activación de cualquier condición de alarma, se energice una variable interna del PLC que activa la salida digital encargada de comandar el piloto sonoro del tablero.

La lógica fue modificada para que opere de la siguiente manera:

- ✓ Al generarse una alarma, la luz piloto sonora se activa automáticamente.
- ✓ Al oprimir el botón "Silenciar alarmas" desde la HMI, el piloto se desactiva temporalmente por un período de siete (7) días.
- ✓ Si la condición que originó la alarma persiste una vez transcurrido dicho período, el sistema reactiva automáticamente el piloto sonoro.

Mejoras en la en la lógica:

- ✓ Evitar la desconexión física del piloto.
- ✓ Reducir la molestia por activaciones prolongadas.
- ✓ Mantener un recordatorio periódico de que existe una condición pendiente por atender.

De esta manera, el sistema conserva su carácter preventivo, garantizando que las alarmas no queden indefinidamente ignoradas sin intervención técnica.

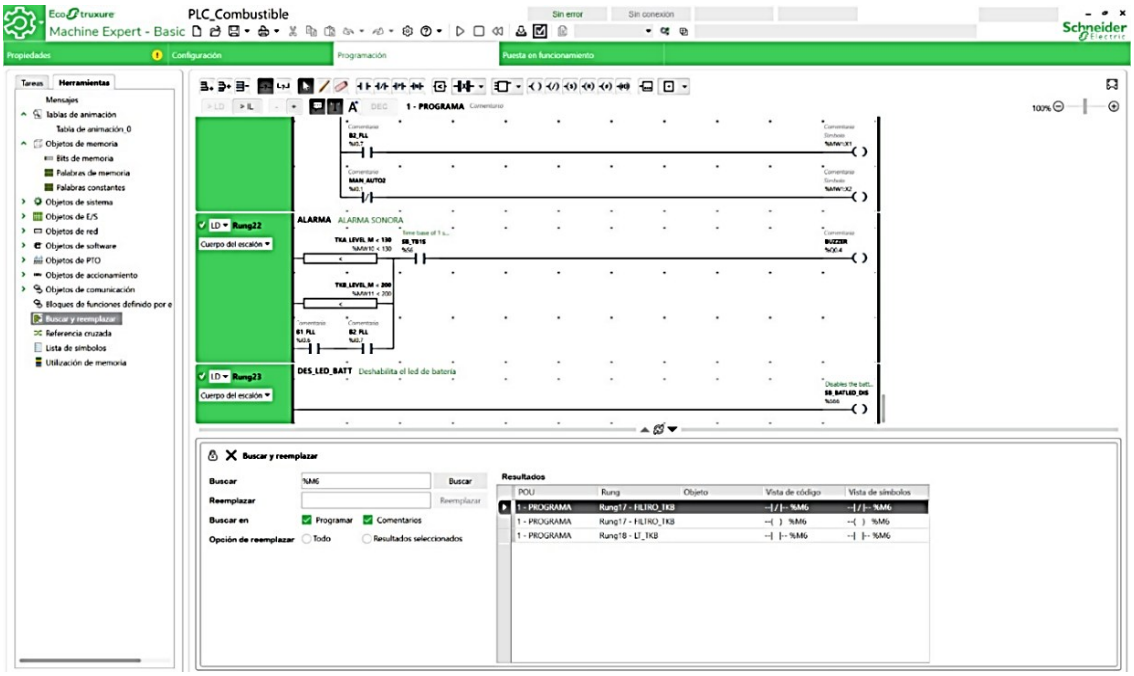



Figura 38. Lógica para silenciar el piloto (1).

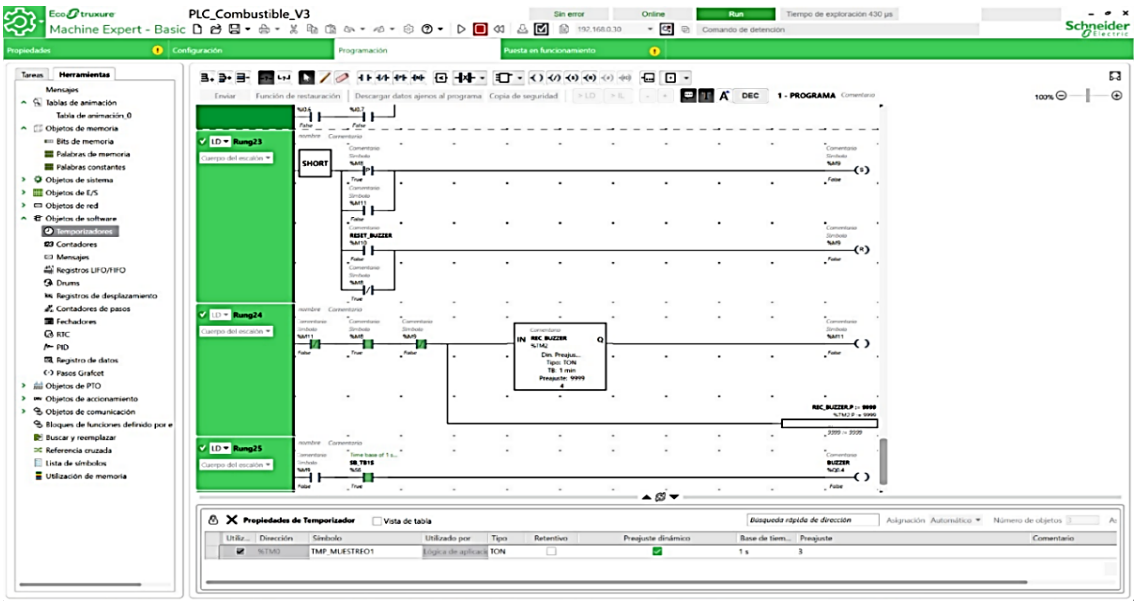



Figura 39. Lógica para silenciar el piloto (2).

4.10.2.3. Diagnóstico de rendimiento de PLC de control de combustible

Como parte del mantenimiento preventivo se realizó revisión del estado operativo del PLC de control de combustible, verificando los siguientes parámetros:

- ✓ Estado general de la CPU.
- ✓ Memoria disponible y ocupación.
- ✓ Registro de alarmas internas.
- ✓ Diagnóstico de comunicaciones.
- ✓ Estado de Leds indicadores.

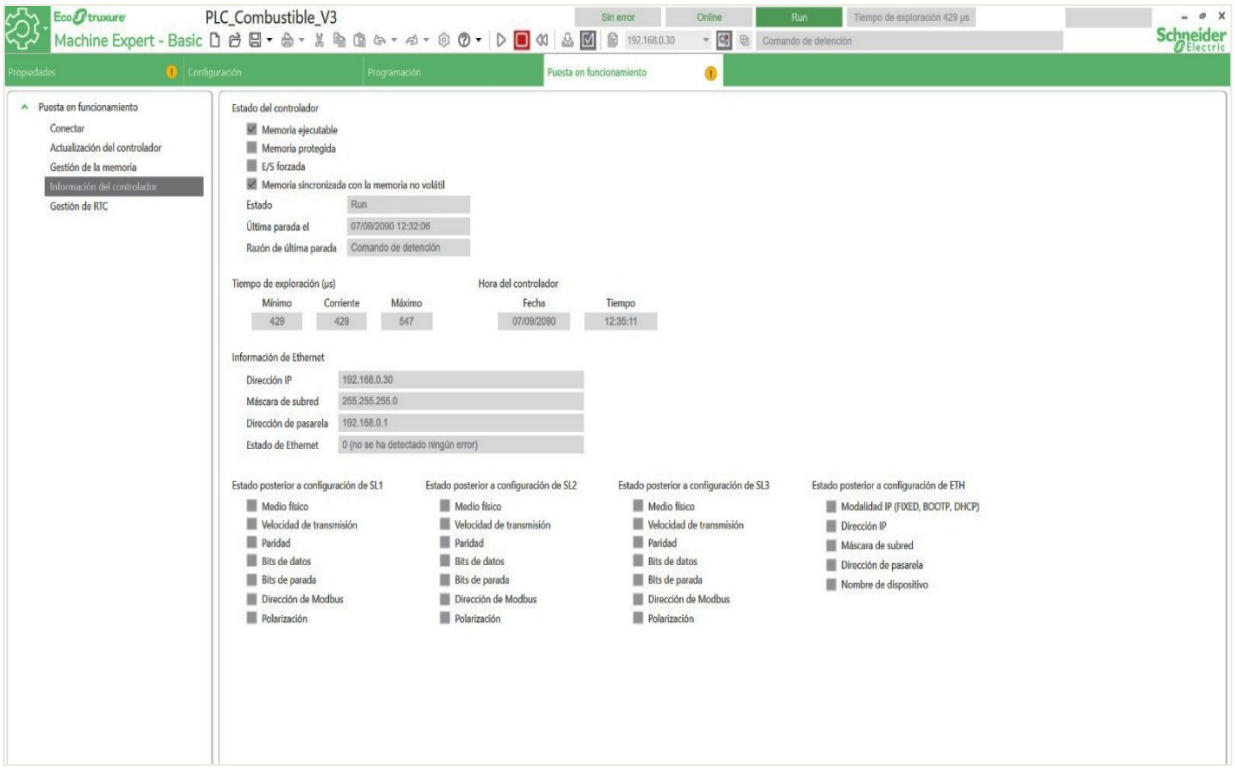



Figura 40. Revisión PLC de combustible (1).

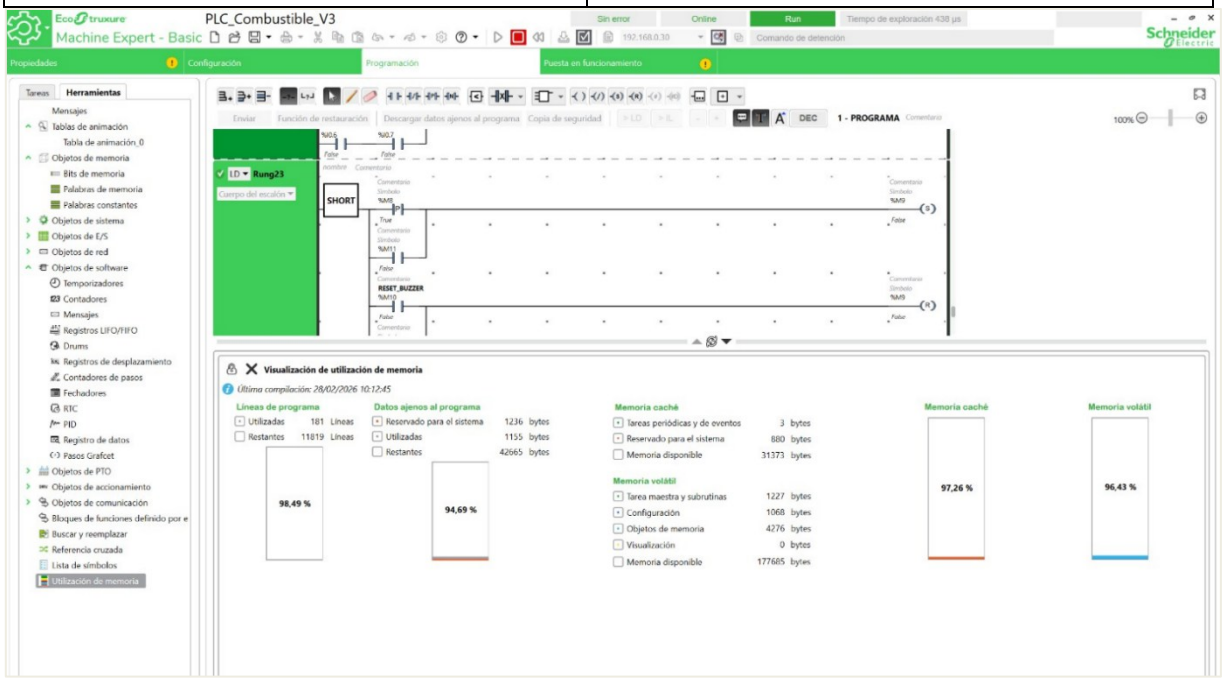



Figura 41. Revisión PLC de combustible (2).

Como resultado de esta revisión se encuentra al PLC operando dentro de parámetros normales:

- No se evidencian fallas activas.
- No presenta sobrecarga de memoria.
- No existen errores de comunicación.
- Los indicadores de estado muestran funcionamiento correcto.

El equipo se encuentra estable y en condiciones adecuadas para operación continua.

### 4.10.3. Tablero de control de sincronismo

Contiene los controladores del sistema de sincronismo encargado de comandar los dos grupos electrógenos (generadores) del edificio con el objeto de gobernar el control para que trabajen sincronizados: modo de compartición de carga y permitiendo diferentes escenarios de sincronismo con la red, está ubicado en el sótano 2.

Actividades para realizar:

- ✓ Revisión estado del sistema tarjetas de control WOODWARD – EASYGEN
- ✓ Ajuste de conexiones en el cableado.
- ✓ Revisión de componentes de control y potencia
- ✓ Verificación de restablecimiento estable de comunicación entre controladores
- ✓ Configuración de ambos EasyGen nuevamente en modo automático.
- ✓ Verificación de alarmas (ya no existía ninguna alarma presente).
- ✓ Limpieza general interna y externa del tablero.
- ✓ Confirmación de estado operativo del sistema posterior al mantenimiento.



Figura 42. Tablero sistema de control sincronismo.

En la revisión inicial se evidencio que los EasyGen se encuentran en modo MANUAL, por lo cual, para dar inicio con las actividades de mantenimiento se pasó a modo AUTOMÁTICO.




Figura 43. Tablero sistema de control EASYGEN en modo manual.

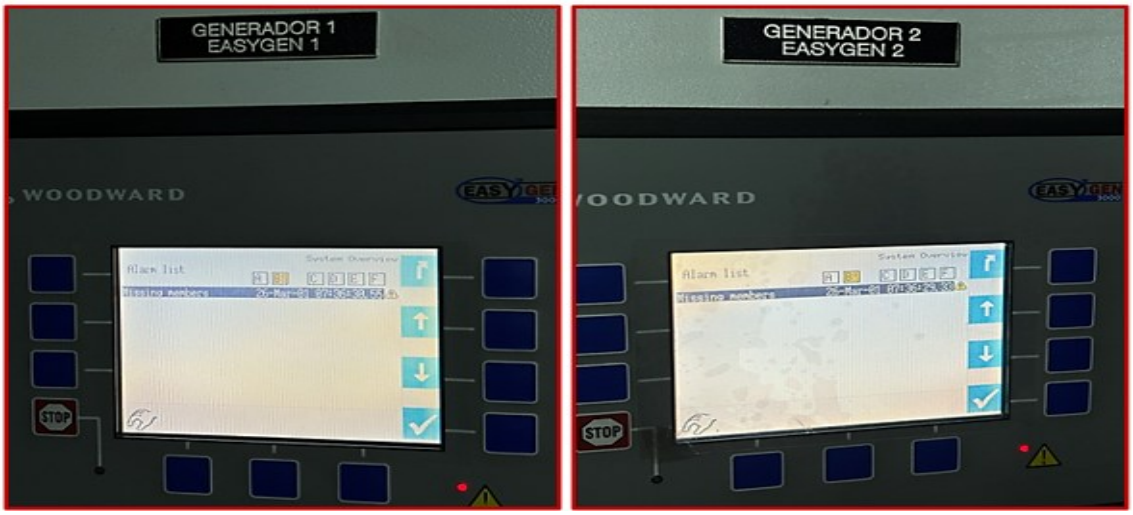



Figura 44. Presencia de alarma indicando pérdida de comunicación entre controladores EASYGEN ("Missing Members").



Figura 45. Mantenimiento tablero control de sincronismo



Figura 46. Mantenimiento tablero control de sincronismo




Figura 47 EASYGEN después de mantenimiento en modo automático y sin alarmas presentes

Terminadas las actividades de mantenimiento, se procede a realizar inspección general a todos los sistemas: PLC control de transferencia y sincronismo, PLC control de nivel de combustible y tablero de Sincronismo con el objeto de validar su operatividad y que no presenten ningún tipo de novedad para la operación del edificio

## 5. RECOMENDACIONES

- Continuar con las rutinas de mantenimiento preventivo y diagnóstico del sistema de control de transferencia del edificio, sistema de control de combustible y tablero de Sincronismo

- Inspecciones rutinarias a los sistemas con el objeto de verificar fallas o alarmas presentes que puedan afectar la operación del sistema eléctrico del edificio

- Realizar mantenimiento preventivo a la subestaciones de media y baja tensión, tableros de distribución eléctrica de baja tensión del edificio.

- En caso de que los controladores EasyGen deban colocarse en modo manual por actividades de mantenimiento o pruebas, se recomienda verificar que al finalizar la intervención sean retornados a modo automático, garantizando así la disponibilidad del sistema ante una eventual falla de red.

- Se recomienda realizar certificación de los enlaces del cableado de comunicaciones industriales en el próximo mantenimiento, con el fin de prevenir fallas intermitentes y asegurar estabilidad en la transmisión de datos.

- En caso de activación de alarmas en el tablero de control de combustible, el piloto sonoro puede silenciarse desde la HMI por un período de 7 días; sin embargo, si la condición que genera la alarma persiste, el sistema reactivará el aviso automáticamente. Se recomienda atender oportunamente la causa raíz de cualquier alarma para evitar reactivaciones repetitivas.

## 6. CONCLUSIONES

- Se realizan exitosamente las actividades programadas para el mantenimiento preventivo de los sistemas, cumpliendo con el alcance estipulado y tiempos de ejecución

- En el desarrollo de las pruebas el sistema de control de transferencia y sincronismo respondió conforme a su lógica de diseño, ejecutando las secuencias de transferencia y retransferencia sin fallas ni eventos anómalos.

- El sistema de control de transferencia y sincronismo queda operativo, sin alarmas presentes y en modo automático.

- La operación de la CPU no presenta novedades, el ciclo de scan tiene una duración de 6ms y no presentan alarmas, debido a que el tiempo de exploración tiene un máximo de 250ms.

- El PLC de control de combustible queda sin fallas y alarmas presentes

- El sistema de Sincronismo queda operativo sin novedades.