



UNIVERSIDAD DE MOA
Dr. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ
FACULTAD DE METALURGÍA-ELECTROMECAÁNICA
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA

*Trabajo de diploma en Opción al Título:
Ingeniero Eléctrico*

Título: Propuesta de una interfaz gráfica en el SCADA WinCC para los moto-generadores de la Central Fuel-Oil de Moa.

Autor: Israel Barbaro Guasch Serrano

Tutores: MsC. Deynier Montero Góngora

MsC. Aliniuska Noa Ramírez

Moa, 2019
Año 61 de la Revolución



Declaración de Autoridad

Yo: Israel Barbaro Guasch Serrano.

Autor de este trabajo de diploma certifico la propiedad intelectual a favor de la Universidad de Moa "Dr. Antonio Núñez Jiménez", la cual podrá hacer el uso que estime pertinente con los resultados.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de _____ del _____.

Firma del Autor

Firma del Tutor

Firma del Tutor

Pensamiento

“...habrá un antes y un después de la revolución energética de Cuba, de la cual podrán derivarse lecciones útiles para nuestro pueblo y para los demás pueblos del mundo”.

Fidel Castro

Dedicatoria

A mi madre Alba Lucia Serrano Rodríguez que dondequiera que esté es mi motivación y mayor inspiración, a mi padre Ysrael Guasch Gámez por ser mi todo durante estos años, a mi pareja Daylenis Arpajón Durán por su apoyo y a mi niña que está por nacer, a toda mi familia, en especial a mis abuelas Adis y Nelly, también a mis abuelos Bebo e Israel dondequiera que estén, a mi nueva madre Yodanis, a mi tío Rafael y a Clarita, por su cariño y ayuda incondicional, y a mis amistades que de una forma u otra han ayudado a alcanzar la meta propuesta.

Agradecimientos

A toda mi familia por todo su apoyo, a mis tutores el MsC. Deynier Montero Góngora y la MsC. Aliniuská Noa Ramírez, por el tiempo y esfuerzo dedicado a la realización de esta tesis como la culminación de años de preparación, a los trabajadores de la Central Fuel Oil de Moa, en especial en el Dpto. Electro-Automático al Ing. Ernesto y el Ing. Javier, a mis compañeros de clase y al claustro de profesores de la carrera de Eléctrica por su contribución fundamental en mi formación como profesional, y a toda aquella persona que ha tenido que ver con la realización de este sueño, a todos muchas gracias.

Resumen

Para garantizar la generación eléctrica del municipio de Moa se cuenta con una Central Eléctrica compuesta por una batería de motores Fuel-Oil MAN gobernado por el sistema SCADA Data Publisher, el cual presenta una serie de deficiencias y vulnerabilidades. Gracias a los resultados de esta propuesta, se crearon nuevas interfaces gráficas de usuario del subsistema GCP, para un SCADA realizado con el software WinCC v7.3, lográndose funcionalidades adicionales que permiten realizar una mejor gestión del mismo. Se efectuó la reorganización de los mímicos del SCADA para el sistema de control de los moto-generadores acorde a las necesidades de operación y manejo del personal. Con las modificaciones propuestas se incorporaron nuevas señalizaciones a los elementos de operación y a los campos de salida que muestran las mediciones, que no estaban contempladas en el proyecto del SCADA original, y que resultan vitales para ejecutar un eficiente control de la operación.

Abstract

To guarantee electricity generation in the municipality of Moa, there is a power plant consisting of a battery of MAN fuel oil engines governed by the SCADA Data Publisher system, which presents a series of deficiencies and vulnerabilities. Thanks to the results of this proposal, new graphical user interfaces of the GCP subsystem was created, for a SCADA made with the WinCC v7.3 software, achieving additional functionalities that allow a better management of the same. The reorganization of the SCADA mimics was carried out for the control system of the moto-generators according to the operation and personnel management needs. With the proposed modifications, new signs were added to the operating elements and to the output fields that show the variables of the mimics, which were not contemplated in the original SCADA project, and which are vital to execute an efficient control of the operation.

Notaciones Generales

CEFO: Central Eléctrica Fuel-Oil

DP: Data Publisher

EAP: Panel auxiliar de control del motor

ECP: Panel de control principal del motor

ETE: Empresa Termoeléctrica

GCP: Panel de Control del Generador

GE: Grupo Electrógeno

GEFO: Grupos Electrógenos Fuel-Oil

HMI: Interfaz Hombre-Máquina

OLE: Incrustación y Enlazado de Objetos

OPC: OLE para Control de Procesos

PLC: Controlador Lógico Programable

SCADA: Sistema de Supervisión y Control de Adquisición de Datos

SEN: Sistema Electroenergético Nacional

TCP/IP: Protocolo de control de transmisión / Protocolo de Internet

UNE: Unión Nacional Eléctrica

Tabla de contenido

Introducción.....	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS SCADA EN LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS.	4
1.1 Principios de trabajo de los GE en Cuba.	4
1.2 Fundamentos de los sistemas SCADA.	5
1.2.1 Prestaciones, requisitos y módulos de un sistema SCADA.	5
1.2.2 Análisis y comparación de los principales sistemas SCADA.	7
1.3 Trabajos precedentes sobre la construcción de interfaces gráficas en sistemas SCADA.	9
1.4 Conclusiones del Capítulo.....	11
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA PARA LA MIGRACIÓN AL SCADA WinCC EN LOS GCP DE LA CENTRAL FUEL-OIL DE MOA.....	12
2.1 Descripción de los Moto-Generadores de la Central Fuel-Oil de Moa.....	12
2.2 Especificaciones del SCADA actual Data Publisher de Kuhse.	13
2.2.1 Deficiencias y vulnerabilidades del SCADA Data Publisher.....	14
2.3 Análisis del SCADA propuesto para la migración, WinCC de Siemens.	15
2.3.1 Herramienta Graphics Designer del WinCC para realizar las interfaces gráficas.....	18
2.4 Descripción de las principales pantallas del GCP para el proceso.	20
2.5 Conclusiones del Capítulo.....	21
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS SOBRE LOS MÍMICOS DEL SCADA WinCC.....	22
3.1 Construcción de los mímicos del proceso para la nueva interfaz gráfica.....	22
3.1.1 Pantalla Principal.....	23
3.1.2 Pantalla Generador.	25
3.1.4 Pantalla Sistema de Agua de Refrigeración LT.....	27
3.1.5 Pantalla Sistema de Lubricación por Aceite.....	28
3.1.6 Pantalla Gases de Escape.....	30
3.1.7 Pantalla Combustible o Sistema Fuel.	31
3.1.8 Pantalla Arrancar Motor.....	32
3.1.9 Pantalla Órdenes.....	33

3.2 Sistema de variables para la interfaz gráfica del SCADA WinCC.	34
3.3 Valoración económica de la migración al nuevo sistema de supervisión y control.	37
3.4 Conclusiones del Capítulo.....	37
Conclusiones.....	39
Recomendaciones.....	40
Referencias bibliográficas	a
Anexos	c

Introducción

A partir de la situación creada por los huracanes en el año 2005, que puso una vez más en evidencia la vulnerabilidad del sistema de transmisión de la energía eléctrica en nuestro país, fue necesario tomar medidas para lograr que la generación se efectuara lo más cerca posible del punto final de consumo, lo cual fue conocido como la generación distribuida, dada las ventajas que se logran con este tipo de sistemas (López, 2011).

Para solucionar estas dificultades se comienzan a instalar en una primera etapa, baterías de Grupos Electrógenos de alta calidad y eficiencia. Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna. El motor de combustión interna es alimentado por combustible produciendo energía mecánica, mientras que el alternador es una máquina eléctrica capaz de transformar la energía mecánica en eléctrica.

Los GE fueron distribuidos a lo largo y ancho del país llegándose a instalar más de 1300 MW. Posteriormente se dio paso a una segunda etapa del proceso con la instalación de grupos generadores de mayor potencia que emplean combustible más pesado, el denominado tipo “fuel oil” de tecnología HYUNDAI (Corea del Sur) y MAN (Alemania), hasta cubrir una capacidad instalada actual de casi 900 MW, estos últimos más económicos por ser este tipo de combustible más barato (Albuérne, 2010).

Las empresas que manejan estas baterías de GE cuentan con un conjunto de opciones de hardware y software que contribuyen a su rápido manejo e instalación, acorde con todo el equipamiento y tecnología que las caracteriza. El sistema SCADA de estas plantas ofrece un paquete de opciones básicas para el manejo y supervisión, para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar sus procesos. A través del sistema SCADA no solo se controla el proceso, sino que se pueden obtener datos que posibiliten tomar decisiones acerca del mantenimiento y explotación de los equipos de forma oportuna.

La planta, objeto de estudio, es la CEFO de Moa, provincia Holguín. En esta empresa existen 10 motores MAN de 18,4 MW cada uno, garantizando en su

totalidad una potencia instalada de 184 MW, que la convierte en la mayor de su tipo de las instaladas en el país, representando el 3,6 % de la totalidad del SEN y el 17,1 % dentro de la provincia.

El sistema actual para recopilar los datos del proceso es el SCADA Data Publisher, que está compuesto por 12 estructuras de datos que abarcan el sistema de control distribuidos por los anillos de comunicación de la red de procesos. Una función de archivo integrada registra todos los datos del sistema de forma continua en los datos del contador, tendencia y archivos de registro. Utiliza el estándar de red TCP / IP para la comunicación entre los módulos de software individuales y se puede usar en todo el mundo como solución para un solo usuario o para múltiples usuarios.

Situación Problemática

El diseño de las ventanas del DP carece de programación en el manejo de las mismas. Una misma pantalla puede repetirse tantas veces el operador la ejecute, y cuando se da un click fuera de ellas se minimizan, y puede abarrotarse la barra de tareas, provocando un desbordamiento y bloqueo de la Estación de Operación. Los mímicos del sistema no tienen un correcto aprovechamiento del espacio de trabajo, y carecen de una correcta señalización de los objetos y variables que se muestran en ellos. Además, el operador tiene que manejar al menos cinco aplicaciones diferentes con solo dos monitores, y en uno de ellos están visualizando las mediciones con las que actualizan sus libros de operación y por las que se rige la operación en sí.

Problema

¿Cómo solucionar las deficiencias de la interfaz gráfica que engloba a los mímicos y sistema de variables en el SCADA DP, para la operación eficiente de los moto-generadores?

Objeto de Estudio

Mímicos y sistema de variables para el sistema SCADA WinCC de los moto-generadores.

Campo de Acción

Automatización y control de procesos industriales.

Hipótesis

Si se diseña una interfaz gráfica en el SCADA WinCC, entonces es posible resolver las deficiencias del SCADA DP, para contribuir a la toma de decisiones relacionados con la operación de los moto-generadores.

Objetivo General

Diseñar una interfaz gráfica en el SCADA WinCC que englobe a los mímicos y sistema de variables para la operación eficiente de los moto-generadores.

Objetivos Específicos

1. Analizar los fundamentos sobre el sistema SCADA para Grupos Electrógenos en la literatura especializada.
2. Elaborar un estudio sobre las deficiencias del SCADA DP y las ventajas del empleo del SCADA WinCC.
3. Diseñar la interfaz gráfica en el SCADA WinCC para la operación de los moto-generadores.

Métodos de Investigación

1. Análisis-síntesis, que se evidencia en la revisión bibliográfica y las entrevistas al personal de la planta, enfocada en el diseño del sistema de supervisión en el software seleccionado y las modificaciones del mismo.
2. Hipotético-deductivo, en la definición de la hipótesis de investigación, a partir del problema científico, y en el planteamiento y construcción del sistema de supervisión.
3. Experimental, al lograr en la práctica un SCADA con una nueva interfaz gráfica para el manejo de los moto-generadores.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS SCADA EN LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS.

En este capítulo se abordan los principios de trabajo de los grupos electrógenos en nuestro país, específicamente en los GE para la CEFO de Moa. Se analizan los principales módulos, componentes y generalidades de los sistemas SCADA. Además, se ofrece una revisión bibliográfica que sirve como base para sustentar esta investigación.

1.1 Principios de trabajo de los GE en Cuba.

Los GE son equipos electromecánicos que ejercen como unidades autónomas para suministrar energía eléctrica. Brindan servicio de generación permanente, temporal o de emergencia para suplir al suministro normal, durante cortes eventuales o programados. Se operan fundamentalmente en Isla y Sincronizado con modos de ajuste fijo, droop e isócrono (Valdivia, 2017).

- **Isla:** Los grupos electrógenos en su concepción están diseñados normalmente para funcionar de modo aislado (llamado también modo isócrono). Las unidades trabajan de forma independiente o paralelas entre sí, pero fuera del sistema de forma tal que los parámetros de frecuencia, voltaje y factor de potencia son fijados por ellas.
- **Sincronizado:** Las unidades trabajan en paralelo guiadas por el sistema de forma sincronizada. Los parámetros de voltaje, frecuencia y factor de potencia son fijados por el sistema mientras que el regulador de velocidad de la máquina controlará la potencia activa y el regulador de voltaje controlará la potencia reactiva.

Principales modos de ajuste para el trabajo en Isla y Sincronizado.

- **Modo fijo:** La unidad aporta una potencia fija al sistema. La potencia de las unidades tiende a variar con las variaciones de frecuencia del sistema y el sistema de control corrige la potencia fijada.
- **Modo droop:** La unidad aporta potencia al sistema y se convierte en apoyo de regulación de frecuencia del mismo (regulación de frecuencia secundaria). No tiene fijada ninguna potencia, el operador la varía de acuerdo a la necesidad del sistema.

- **Modo isócrono:** la unidad regula frecuencia. Se ajusta la caída de velocidad a cero. Las variaciones de carga del sistema son asumidas por la unidad, sin que la frecuencia de esta varíe.

1.2 Fundamentos de los sistemas SCADA.

La designación de SCADA se le asigna a cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso y posibilite utilizar las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, y el control del mismo. Acorde a la definición se puede ver que no se trata de un sistema de control, sino de una utilidad software de monitorización o supervisión, que realiza la tarea de interface entre los niveles de control (PLC) y los de gestión a un nivel superior (Penin, 2007a).

Los primeros SCADA eran simplemente sistemas de telemetría, que proporcionaban reportes periódicos de las condiciones de campo para vigilar las señales que representaban medidas y/o condiciones de estado en ubicaciones de campo remotas. Estos ofrecían capacidades muy simples de monitoreo y control, sin proveer funciones de aplicación alguna, estaban basados en los contadores y las lámparas incorporadas a paneles llenos de indicadores (Penin, 2007b).

Hoy en día, los sistemas SCADA son parte integral de la mayoría de los ambientes industriales complejos o muy geográficamente dispersos, ya que pueden recoger la información de una gran cantidad de fuentes muy rápidamente y presentarla a un operador en un entorno amigable. Los sistemas SCADA mejoran la eficacia del proceso de monitoreo y control al proporcionar la información oportuna para poder tomar decisiones operacionales apropiadas (Gómez, 2012).

1.2.1 Prestaciones, requisitos y módulos de un sistema SCADA.

Las prestaciones y requisitos básicos que deben tener un SCADA (ver tabla 1.1) se obtienen a partir de la información brindada en (Chacón, Dijort, & Castrillo, 2002).

Tabla 1.1 Prestaciones y requisitos básicos de un SCADA.

Prestaciones	Requisitos
• Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias. • Generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo. • Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómata, bajo ciertas condiciones. • Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.	• Deben ser sistemas de arquitectura abierta, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa. • Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión). • Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables con el usuario.

Módulos:

Valdivia (2017) propone los principales módulos o bloques software que permiten las actividades de adquisición, supervisión y control. Estos módulos son los siguientes:

- Configuración: Permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA y adaptarlo a las necesidades particulares de la aplicación.
- Interfaz Gráfica: Es generada desde el editor incorporado en el SCADA, que permite la elaboración de pantallas con múltiples combinaciones de imágenes y textos, para definir las funciones de control y supervisión de planta.
- Tendencias: Esta herramienta permite representar de forma cómoda la evolución de variables del sistema y ver su comportamiento a lo largo del periodo de trabajo.
- Alarmas y Eventos: Las alarmas se basan en la vigilancia de los parámetros de las variables del sistema. Son los sucesos no deseables,

porque su aparición puede dar lugar a problemas de funcionamiento. Los eventos no requieren de la atención del operador del sistema y registran de forma automática todo lo que ocurre en el sistema.

- Registro y Archivo: Se encarga del almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- Generación de Informes: La capacidad de generar información capaz de ayudar en la toma de decisiones; aparece como complemento de las funcionalidades de adquisición, registro de datos y generación de alarmas.
- Comunicaciones: Se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el sistema y el resto de los elementos informáticos de gestión. La conexión se realizará mediante controladores específicos o genéricos.

1.2.2 Análisis y comparación de los principales sistemas SCADA.

En la tabla 1.2 se hace una recopilación de algunos de los principales softwares para construir aplicaciones SCADA y un breve resumen de sus características principales:

Tabla 1.2 Sistemas SCADA y sus características. (véase Anexo 1)

Nombre	Fabricante	Características
LabView	National Instruments	• Se pueden crear interfaces de usuario para la instrumentación virtual sin necesidad de elaborar código de programación. • Es el único sistema de programación gráfica que tiene un compilador que genera código optimizado. • Cuenta con la inclusión de una herramienta asistente capaz de detectar automáticamente cualquier instrumento conectado a la computadora, instalando los drivers apropiados y facilitando la comunicación con el instrumento al instante.

SIMATIC HMI WinCC (Windows Control Center)	Siemens	• Sus componentes permiten integrar sin problemas aplicaciones nuevas o ya existentes. • Arquitectura de desarrollo abierta (programación en C). • Soporte de tecnologías ActiveX. • Comunicación con otras aplicaciones vía OPC. • Comunicación sencilla mediante drivers implementados. • Combina las características estándar (gráficos, alarmas, administración de recetas, etc.) con otras avanzadas (reportes, referencias entre proyectos, diagnóstico de proceso, soporte multilingüe y redundancia completa).
Citect SCADA	Schneider Electric	• Es compatible con una gama extremadamente amplia de PLC de Schneider y de otros fabricantes. • Posee una herramienta de construcción en tiempo de diseño llamada Citect Graphics Builder. • Incluye OFS, que basado en el estándar OPC permite a un “cliente” acceder en tiempo real a cualquier dato de los sistemas de control y los dispositivos de distribución eléctrica. • Permite la comunicación con dispositivos que admitan los protocolos Modbus y Modbus TCP/IP.
EROS	SERCONI	• Posee gran variedad de manejadores para dispositivos con interfaces OPC, Modbus, así como autómatas programables. • Transfiere información entre el SCADA EROS y cualquier dispositivo o software que utilice el protocolo Modbus (IED u otro SCADA). • Exporta las mediciones que realiza a bases de datos de Microsoft SQL Server.

A partir de las características descritas anteriormente y cumpliendo con los requisitos de la CEFO de Moa, el software seleccionado es el SIMATIC HMI WinCC de Siemens.

1.3 Trabajos precedentes sobre la construcción de interfaces gráficas en sistemas SCADA.

Cobas (2011) brinda un procedimiento en el sistema SCADA para mejorar la Gestión Energética y Operacional de Grupos Electrónicos Fuel-Oil de tecnología HYUNDAI de 2,5 MW. El autor incorpora nuevos grupos de variables, programación de scripts y mejoras en la Interfaz Hombre-Máquina. Este trabajo aporta una información cuantitativa de los parámetros que determinan la eficiencia energética en los GEFO.

Acosta (2012) desarrolla un nuevo sistema de comunicación entre autómatas y crea una interfaz gráfica, a través del software Citect SCADA, para realizar un mejor control de los procesos en la Planta Lavaderos de la Empresa “Cdte Pedro Sotto Alba”. Se observa un proceso industrial controlado gráficamente a escala mayor y se facilita la corrección del error por parte del hombre.

Urrutia (2014) diseña un Sistema de Supervisión, con el SCADA Intouch, de las variables existentes en el proceso de producción de hidrógeno en la ETE de Felton y también mide las variables eléctricas que intervienen en el proceso. De esta forma, aportó un mejoramiento al sistema mediante una visualización de la información y un sistema de registro de variables.

Días (2014) implementa un Sistema Automático de Control en las Calderas del Grupo Electrónico HYUNDAI de 60 MW de Felton, utilizando el WinCC HMI como SCADA. Se propuso la medición continua de las magnitudes para que los operadores de la planta recibieran las informaciones oportunas. Independientemente de los resultados positivos obtenidos en este proyecto, no se hace referencia al comportamiento del reactivo ante una variación del factor de potencia, durante la operación sincronizada con el SEN de estos GE.

Palacio (2014) efectúa la rehabilitación del Sistema Automático en los radiadores del Grupo Electrónico HYUNDAI de 60 MW en Felton mediante el control de la variable temperatura con el SCADA WinCC. Como resultado se

podieron observar los diferentes valores de temperaturas, mediante la reorganización de los mímicos en los radiadores, y así controlar la entrada o salida de los motores eléctricos desde la sala de control, disminuyendo su elevado consumo.

Verdecia (2016) realiza la identificación de los principales problemas que afectan al funcionamiento del oleoducto Varadero – Matanzas y desarrolla la interfaz gráfica de supervisión con el SCADA WinCC de Siemens. La propuesta permite monitorizar, registrar, alertar de manera rápida y en tiempo real los parámetros principales del oleoducto, y mostrar las alarmas de forma correcta. El HMI desarrollado cuenta con doce pantallas para la supervisión del oleoducto, que permiten una amigable y fácil navegación para los usuarios. Esta aplicación SCADA se debe ampliar al almacenamiento en base de datos y actuación sobre el proceso.

Valdivia (2017) logra la operación automática en el manejo del porciento individual de carga de los generadores sobre un proyecto SCADA de cuatro motores de tecnología Hyundai de 1,7 MW. Crea un novedoso procedimiento para la operación del grupo electrógeno, y la concepción de nuevas interfaces gráficas de usuario del SCADA. Se incorpora un grupo de variables y reorganización de los mímicos del SCADA, acorde a las exigencias de la planta. Este trabajo está orientado mayormente al sistema de control de la carga de los generadores.

Samada (2018) se enmarca en el diseño de un sistema SCADA, en la plataforma de desarrollo EROS versión 5.9, que integre la central de generación y la subestación eléctrica de Cayo Santa María. Realiza los mímicos para la adquisición de las variables de campo con protocolo Modbus y el estándar OPC. Como resultado, la solución obtenida supone un ahorro económico considerable, y satisface los requerimientos funcionales y operacionales. Brinda además una elevada flexibilidad frente a posibles modificaciones futuras.

En la bibliografía analizada se presentan estudios sobre la aplicación de sistemas SCADA para el control de Grupos Electrógenos y otros procesos

industriales, además se evidencia el uso del WinCC en la supervisión de GE, que sirven de guía para la propuesta contemplada en este trabajo.

1.4 Conclusiones del Capítulo.

Se evidencia que las prestaciones de un sistema de supervisión y control, constituyen una parte vital del desarrollo de los procesos industriales, específicamente en las plantas de generación de electricidad.

Puede ser factible la migración del SCADA actual al SCADA WinCC porque se cuenta con una amplia referencia bibliográfica del software y existe experticia en el personal de automática que labora con GE en nuestro país.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA PARA LA MIGRACIÓN AL SCADA WinCC EN LOS GCP DE LA CENTRAL FUEL-OIL DE MOA.

En este capítulo se ofrece una descripción de las características del objeto de estudio. Se analizan las deficiencias del DP y las causas de la migración al SCADA WinCC. Se describen el sistema automático de la planta y las pantallas de los subsistemas más importantes para los operadores.

2.1 Descripción de los Moto-Generadores de la Central Fuel-Oil de Moa.

La CEFO de Moa consiste en un grupo de motores de combustión interna, cuyo combustible para funcionar es el denominado *fuel oil*. El proceso en sí radica en el acoplamiento de un generador eléctrico a un motor de combustión interna para generar electricidad. Esta Central puede funcionar en modo isla o modo sincronizado y tiene varios estándares de funcionamiento como se establecen a continuación:

- Orden de inicio manual para cada uno de los grupos electrógenos.
- Sincronización automática de los alternadores y del alimentador de la red de suministro.
- Funcionamiento en paralelo de la Central Eléctrica con la red, con valores ajustables de carga activa y reactiva para cada uno de los grupos electrógenos.

En cada una de estas variantes de funcionamiento, siempre debe cumplirse que la tensión y la variación de frecuencia en la barra conductora no excedan un ± 5 % de la norma establecida por la red (Kuchenbecker, 2012).

El emplazamiento cuenta con 10 motores de fabricación alemana de la firma MAN y acoplado a cada motor se encuentran los generadores eléctricos de la firma ABB. En la tabla 2.1 se muestran algunas de sus características.

Para el funcionamiento del motor se cuenta con dos sistemas de enfriamiento interno con agua, un sistema de lubricación con aceite tratado por medio de una purificadora de 3,5 m³/h, sistema de arranque por aire proveniente de compresores independientes de 30 bar, así como sistemas de aire de admisión

y gases de escape regulados por el sistema de control automático. La salida del generador es hacia un transformador de 70 MVA, que eleva el voltaje hasta los 110 kV, para ser entregada al SEN por medio de la subestación de distribución. Para garantizar la energía eléctrica a los equipos propios de la instalación se cuenta con un transformador de uso de planta que reduce el voltaje de 13,8 kV a 480 V (Electro-Automático, 2016).

Tabla 2.1 Características generales de los motores y generadores de la CEFO.

Motor		Generador	
Fabricante	MAN	Fabricante	ABB
No. de cilindros	18 cilindros en V	Potencia	18,4 MW
Potencia	18,9 MW	Frecuencia	60 Hz
Velocidad	514 rpm	Tensión	13,8 kV
Índice de consumo	208,7 g/kWh		

2.2 Especificaciones del SCADA actual Data Publisher de Kuhse.

El Data Publisher está compuesto por 12 estructuras de datos que abarcan el sistema de control distribuidos por los anillos de comunicación de la red de procesos (Electro-Automático, 2017). En la tabla 2.2 se muestra la distribución del sistema de estructura de datos existente en la CEFO de Moa.

Tabla 2.2 Distribución de la estructura de datos del sistema de control.

Cant. de estructuras de datos	Esquemas de comunicación que comprenden
10 GCP (GCP1 a GCP10)	Motor (ECP), el Generador (GCP) y los equipos auxiliares (EAP).
1 CCP	Isla de combustible (CAPP), Torres de enfriamiento (CTP), Sistema de ventilación (HVAC), Calderas (BCP) y el sistema (CCP) que gestiona todas las operaciones concernientes a los transformadores de entrada y salida.
1 WTCP	Planta de tratamiento químico de agua (TQA).

El DP no necesita instalarse para ejecutarlo o parametrizarlo, solo se requieren los archivos que comprenden las aplicaciones (.exe) en dependencia de la acción a realizar. Esto posibilita que su ubicación dentro de la PC pueda ser escogida por el usuario y que funciona sobre cualquier Sistema Operativo. En la figura 2.1 se aprecian las principales pantallas del DP:

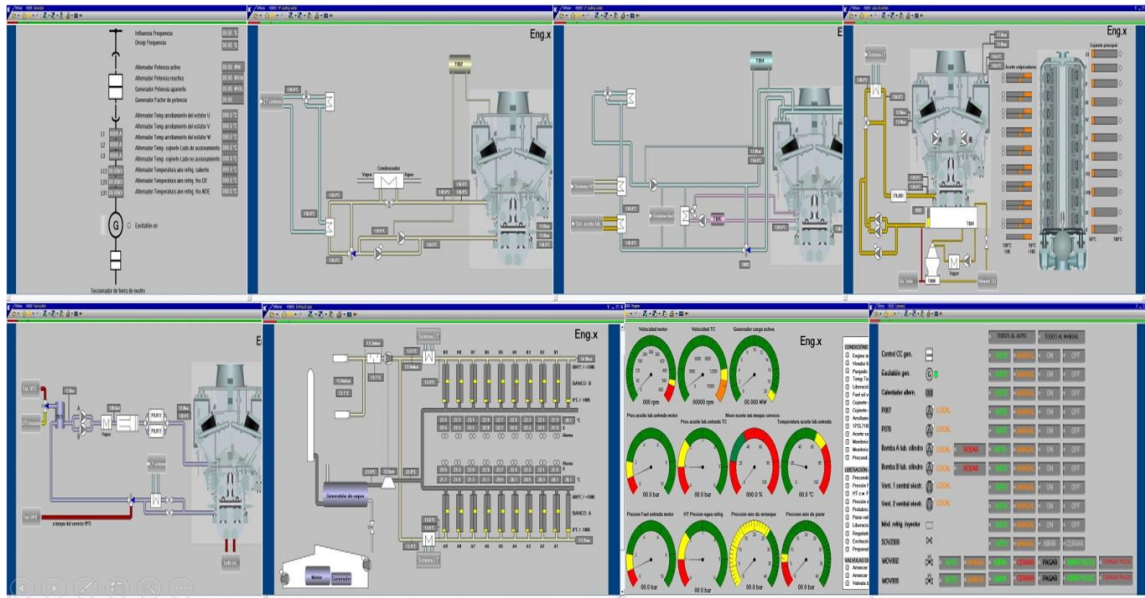


Figura 2.1 Principales pantallas del Data Publisher.

Existen tres estaciones de operaciones donde se encuentra montado el Data Publisher, una aplicación por cada estructura de datos referenciada a cada servidor, por lo que en la pantalla de cada PC se tienen 24 aplicaciones. Esta operación se lleva a cabo por dos operadores que tienen bajo responsabilidad cinco motores cada uno (una nave de generación), y la aplicación del CCP, en la otra PC operan indistintamente uno u otro.

2.2.1 Deficiencias y vulnerabilidades del SCADA Data Publisher.

La consulta del manual (Electro-Automático, 2017) permite detectar un conjunto de deficiencias del SCADA DP que impiden una eficiente recepción y monitoreo de las variables del proceso de generación eléctrica. Se enumeran estas deficiencias a continuación:

1. El operador tiene que manejar en su trabajo al menos cinco aplicaciones diferentes y cuenta solo con dos monitores, y en uno de ellos siempre están visualizando las mediciones con las que actualizan sus libros y por

las se rige la operación. Esto ocasiona que siempre pueda ver solo una pantalla a la vez y las otras queden minimizadas en la barra de tareas de Windows, demostrando la poca funcionalidad del DP, haciendo el trabajo del operador sumamente engorroso y una violación de la Seguridad tecnológica.

2. Los mímicos del sistema no tienen un correcto aprovechamiento del espacio de trabajo, y carecen de una correcta señalización de los objetos y variables que se muestran en ellos.
3. El DP no fue concebido para funcionar como única aplicación en el display de las PC del operador, o sea, que el usuario puede fácilmente minimizar cada aplicación que está corriendo en ese momento o simplemente cerrarla a través del Administrador de tareas, ya que en la PC es una aplicación más.
4. No se tiene referencia de este SCADA en Cuba, y la bibliografía que se posee es de 33 páginas y solo brinda conocimientos generales.
5. El DP no se adquirió con la licencia que permite su administración completa para el desarrollo.

Algunas de estas deficiencias fueron detectadas durante una auditoría realizada por el personal de seguridad tecnológica de la UNE en marzo del 2016 y en la revisión operacional realizada en junio del propio año.

Dentro del análisis que se realiza se pone de manifiesto que los principales problemas que presenta hoy el sistema de control están asociados a las limitaciones que tiene el SCADA concebido para este proyecto, por lo cual se hace necesario el cambio del DP por el WinCC de Siemens a petición de los especialistas de automática de la empresa, el cual es ampliamente usado en nuestro país para el control de GE y da solución a las deficiencias detectadas.

2.3 Análisis del SCADA propuesto para la migración, WinCC de Siemens.

El WinCC es un sistema modular. Sus componentes básicos son el programa de configuración (CS) y el programa de ejecución (RT) (Siemens, 2014). En el WinCC Explorer que constituye el núcleo del programa de configuración, se encuentra la estructura global del proyecto (véase figura 2.3):

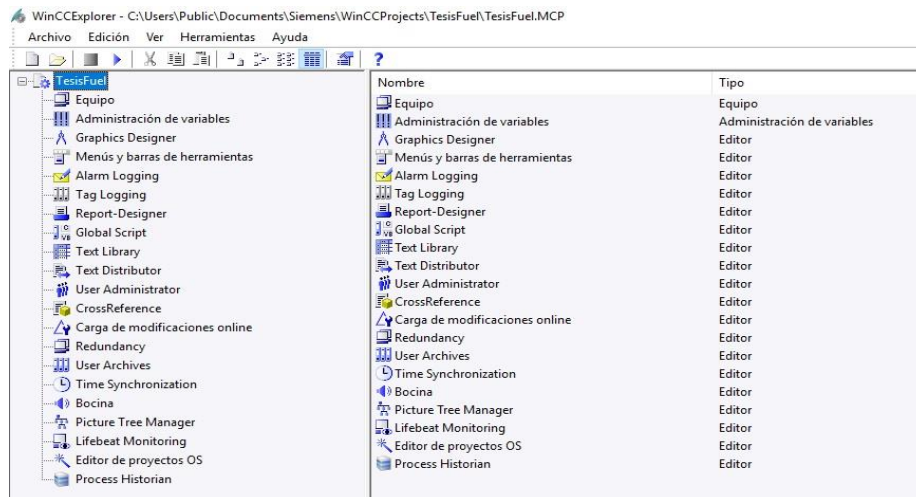


Figura 2.3 Estructura global de un proyecto en WinCC.

- Equipo: punto de partida para la creación y configuración del proyecto de WinCC.
- Arranque: se pueden indicar y editar aplicaciones que se inician automáticamente con el inicio del WinCC Explorer.
- Parámetros: abarca la configuración del modo de trabajo del equipo seleccionado.
- Runtime de Gráficos: se configura y ve la imagen de apariencia, así como el modo de procesamiento para el Runtime de la aplicación.
- Runtime: se definen ajustes específicos de usuario para los demás productos de WinCC en el ordenador.
- Graphics Designer: es un editor que sirve para la creación y la dinamización de imágenes de proceso.
- Tendencias: esta herramienta permite representar de forma cómoda la evolución de variables del sistema y ver su comportamiento a lo largo del período de trabajo.
- Alarm Logging: El sistema de avisos se encarga de enviar un informe completo sobre los estados de averías y funcionamiento. Aquí se configura la preparación de avisos, la visualización de avisos en Runtime, el acuse y archivo de avisos.
- Tag Logging: El sistema de archivo es responsable en Runtime del archivado de valores de proceso. El sistema de archivo procesa los

valores de proceso almacenados de manera temporal en la base de datos de Runtime y los guarda en la base de datos de archivo.

- Generación de Informes: Es un componente del paquete básico general de WinCC y ofrece funciones para crear y sacar informes.
- Global Script: Es el término general empleado para funciones y acciones en C. Estas funciones están divididas en grupos, Funciones Estándar, de Proyecto e Internas.
- Administración de Variables: administra las variables y el controlador de comunicación que se usan en el proyecto.

El WinCC en la versión 7.3 es compatible con el PLC y con los protocolos de comunicación existentes en la CEFO de Moa (Modbus TCP/IP). La arquitectura del sistema automático instalado en la planta para un moto-generator se muestra en la figura 2.4.

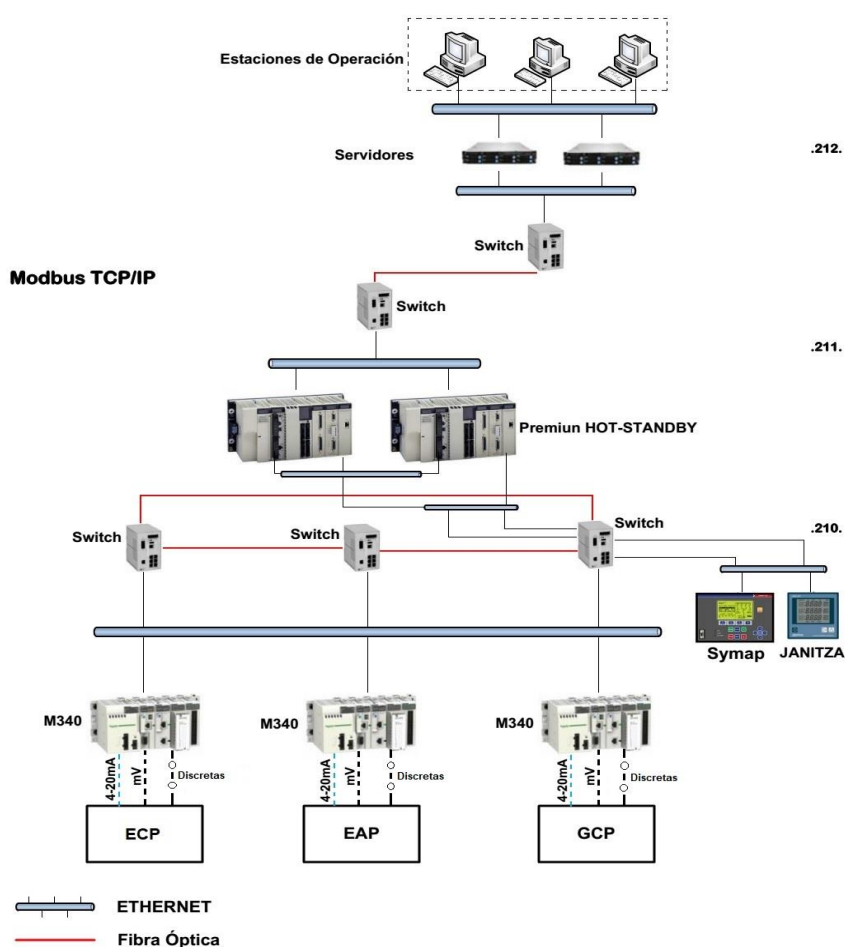


Figura 2.4 Arquitectura del sistema automático para un moto-generator.

Cada moto-generador tiene tres grupos donde se agrupan los sensores (ECP, EAP y GCP) que envían las señales (eléctricas y discretas) a los autómatas Modicon M340; estos a través de cables Ethernet, se conectan con Switches de comunicación conectados en anillo por Fibra Óptica. Luego se transmiten la información a los PLCs Premiun con funcionamiento HOT-STANBY, y a los dispositivos de protección Symap y JANITZA. La información es leída por los servidores redundantes por medio de Switches y enviada a las estaciones de operación.

La propuesta de migración de SCADA se centra en el subsistema de los GCPs, que controla directamente los moto-generadores. Para ello se va a emplear la herramienta Graphics Designer del WinCC, la cual permite crear y dinamizar sinópticos del proceso, o sea, los mímicos que se muestran en las pantallas.

2.3.1 Herramienta Graphics Designer del WinCC para realizar las interfaces gráficas.

El Graphics Designer es una combinación de programa gráfico y herramienta para representar procesos. La interfaz de usuario conocida de Windows facilita el aprendizaje de este complejo programa (Siemens, 2014).

El Graphics Designer puede iniciarse de las maneras siguientes:

- Ventana de navegación del WinCC Explorer, se elige el comando "Abrir" del menú contextual de la entrada "Graphics Designer". Se inicia el Graphics Designer y se abre una nueva imagen.
- Ventana de navegación del WinCC Explorer, mediante doble click en la entrada "Graphics Designer" de la ventana de navegación; se inicia el Graphics Designer y se abre una nueva imagen.
- Ventana de datos del WinCC Explorer, se selecciona la entrada "Graphics Designer" en la ventana de navegación. Las imágenes existentes en el proyecto se visualizan en la ventana de datos. Al presionar el comando "Abrir imagen(es)" del menú contextual de una imagen; se inicia el Graphics Designer y se abre la ventana seleccionada.

Una vez abierto el Graphics Designer se tiene la siguiente vista (véase figura 2.5):

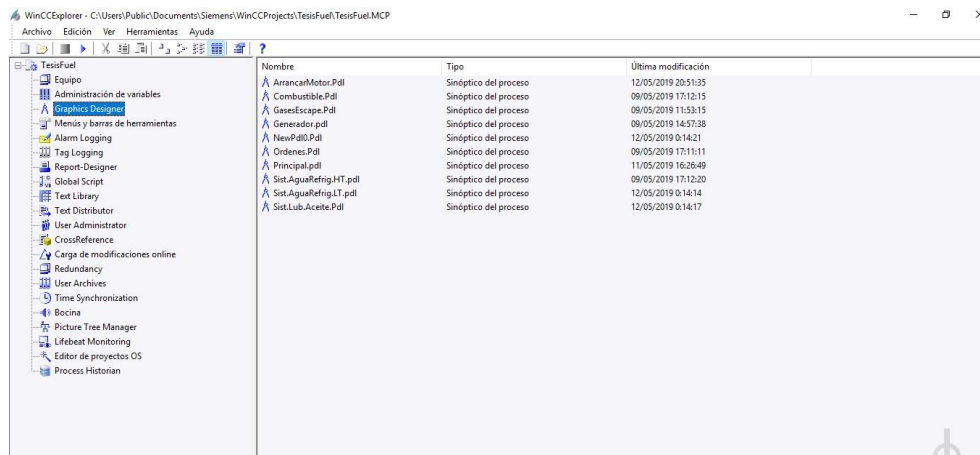


Figura 2.5 Vista del Graphics Designer desde el WinCC Explorer.

Para trabajar con el Graphics Designer, el WinCC Explorer ofrece las siguientes funciones y opciones de configuración:

- Iniciar el Graphics Designer.
- Abrir, crear, borrar y cambiar el nombre de una imagen.
- Definir una imagen como imagen inicial o marcarla como favorita.
- Propiedades de la imagen.
- Configurar librerías de objetos y controles ActiveX.
- Convertir librerías e imágenes de versiones anteriores del programa.
- Configurar e iniciar Runtime.

A las funciones se accede desde la barra de herramientas y los menús contextuales de las ventanas de navegación y datos (Siemens, 2014).

Cuando se crea una nueva imagen con la herramienta Graphics Designer se inicializa un entorno de diseño donde están los controles y librerías necesarias para la construcción de la interfaz gráfica para el sistema de supervisión y control (véase figura 2.6).

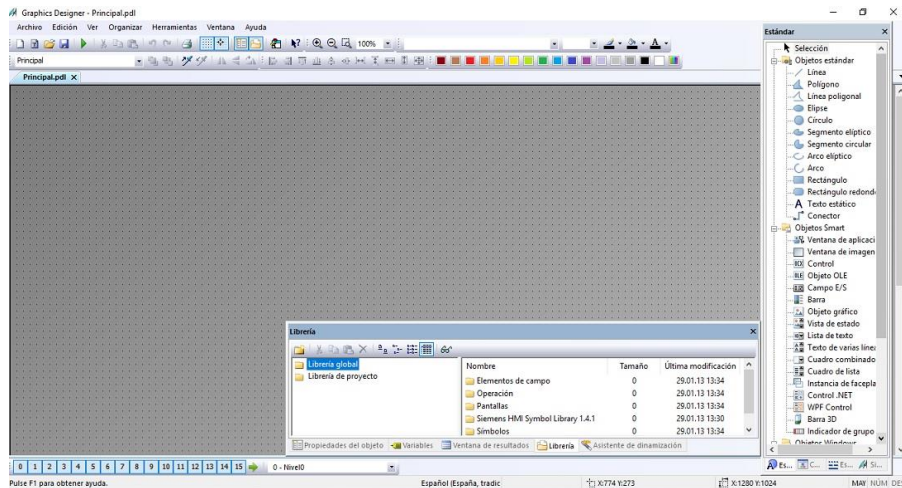


Figura 2.6 Vista diseño de pantallas del Graphics Designer.

2.4 Descripción de las principales pantallas del GCP para el proceso.

El GCP tiene una serie de pantallas donde el operador visualiza el proceso y las variables que utiliza para llenar los libros de operación de la planta. Las pantallas son las siguientes:

- **Generador:** muestra diferentes corrientes, voltajes, potencias, así como las temperaturas más importantes para el funcionamiento del mismo. También se observa la influencia de la frecuencia y su caída, el factor de potencia y la presencia de la excitación.
- **Sistema de Agua de Refrigeración HT (High Temperature):** se presentan temperaturas en diferentes partes del esquema y mediciones de presión, así como los dispositivos que intervienen en el sistema.
- **Sistema de Agua de Refrigeración LT (Low Temperature):** se muestran las diferentes presiones y temperaturas que se miden, los componentes del mismo y los enlaces con otros sistemas.
- **Sistema de Lubricación por Aceite:** se observan temperaturas y presiones que se monitorean, niveles de aceite y temperatura, y los componentes del sistema, además del enlace con otros.
- **Gases de Escape:** se pueden observar las temperaturas en los cilindros de estos gases, así como las presiones y temperaturas en la entrada y la salida de los mismos. La ventilación de las casetas de lo moto-

generadores y la velocidad del Turbocompresor también se pueden visualizar.

- Combustible o Sistema Fuel: Se muestran temperaturas, presión y viscosidad del combustible Fuel.
- Arrancar Motor: en esta pantalla se observan las condiciones variables y estáticas para el arranque de los motores.
- Órdenes: desde esta pantalla se pueden accionar diferentes elementos de operación que se encuentran en los sistemas de las pantallas anteriores.

2.5 Conclusiones del Capítulo.

Se logra identificar y describir de manera coherente las deficiencias que presenta el actual sistema para las visualizaciones de control de los moto-generadores, aspecto de gran importancia para poder acometer las mejoras en su operación.

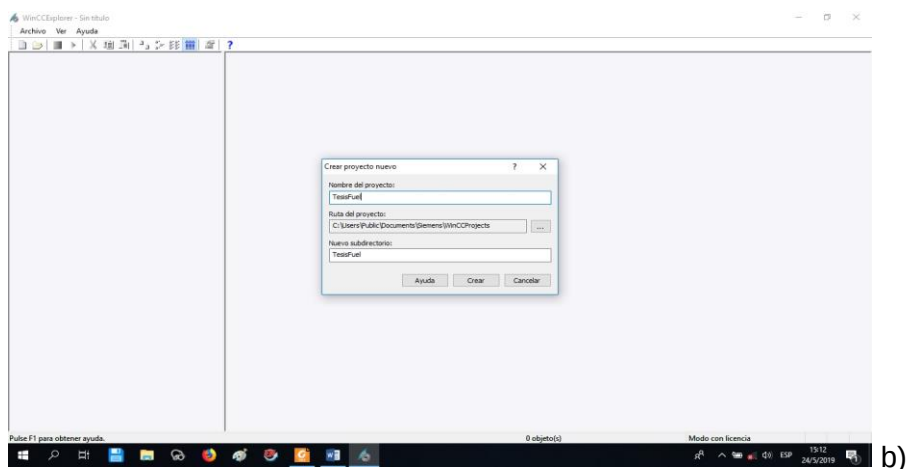
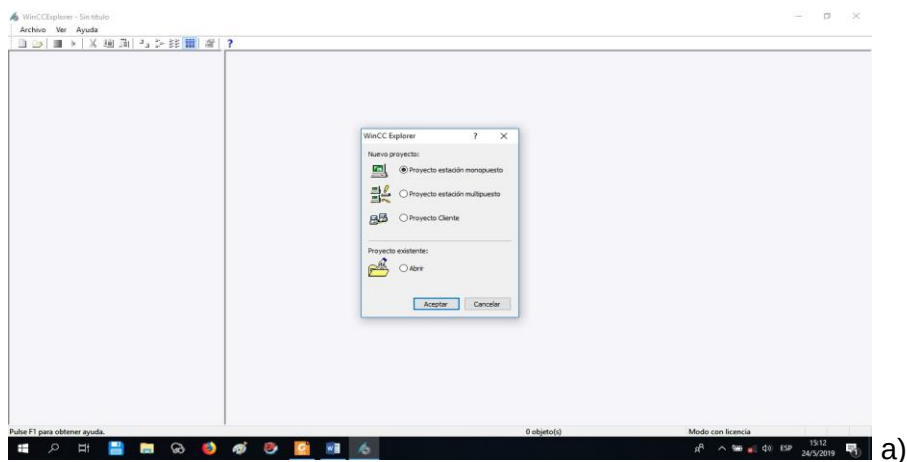
Se comprueba que el software que se propone para realizar el nuevo SCADA de los GCP cumple con los requisitos de la planta, puede utilizar la arquitectura del sistema automático existente y, además, existe experticia entre el personal de automática de la empresa para el manejo del WinCC.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS SOBRE LOS MÍMICOS DEL SCADA WinCC.

En este capítulo se analizan los resultados de los mímicos contruidos con el WinCC, con las modificaciones necesarias de acuerdo a las deficiencias del anterior SCADA y la opinión de los operadores de la planta. Se presentan las variables que se van a mostrar en la interfaz gráfica y se realiza una valoración económica de la migración al nuevo sistema de supervisión.

3.1 Construcción de los mímicos del proceso para la nueva interfaz gráfica.

Antes de la creación de la interfaz gráfica del SCADA se necesita crear el ambiente de trabajo en el software, para eso se crea un nuevo proyecto, al cual se le determina el tipo de estación de trabajo y se le asigna un nombre. (véase figuras 3.1 a y b)



Figuras 3.1 a y b Creación de un nuevo proyecto en el WinCC.

Una vez creado el proyecto aparece una pantalla con la estructura general del mismo (ver figura 2.3), la herramienta Graphics Designer (ver figura 2.5) y su entorno diseño (ver figura 2.6) que se va usar en la confección de los sinópticos o mímicos del proceso.

Al crear la aplicación SCADA, las pantallas quedan distribuidas en Pantalla Principal (imagen inicial) y las pantallas del proceso (ocho pantallas). Para la elaboración de éstas se van a utilizar las librerías Controles y Global del software, en esta última es muy importante la Siemens HMI Symbol Library 1.4.1, ya que cuenta con una amplia representación de los elementos que intervienen en los procesos industriales.

3.1.1 Pantalla Principal.

La pantalla Principal (ver figura 3.2) se divide en tres partes: en la parte superior aparecen los ocho botones con los que se accede a las pantallas del proceso que se describirán más adelante y debajo los que se usan para la visualización de tablas y otros datos. En el medio y casi la totalidad del área se encuentra una ventana de imagen por la cual se van a mostrar las pantallas cuando sean ejecutadas, esta puede ser maximizada o restaurada, pero no minimizada ni cerrada para que no se pierda la visualización. En la parte inferior están los botones de mando general y cuatro campos donde se muestran la potencia del generador, la velocidad del motor, y la fecha del último arranque y parada del moto-generador.



Figura 3.2 Pantalla Principal.

En la segunda fila de la parte superior de la pantalla Principal se encuentra el botón Reporte mediante el cual se imprimen los datos que los operadores registran en los libros de operación. Para acceder a las pantallas se utilizan botones de comando, a los cuales se les programa un evento de conexión directa con la imagen que deben mostrar, así cuando el operador pulse el botón de la pantalla que desea ver, se visualiza en la ventana de imagen. (véase figuras 3.3 a la 3.5)

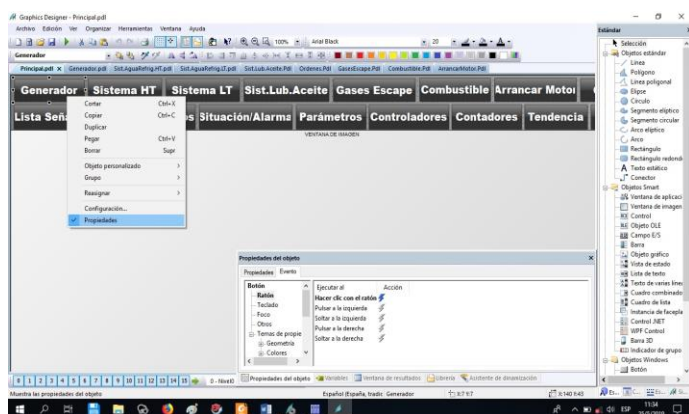


Figura 3.3 Ventana propiedades y eventos del botón de comando.

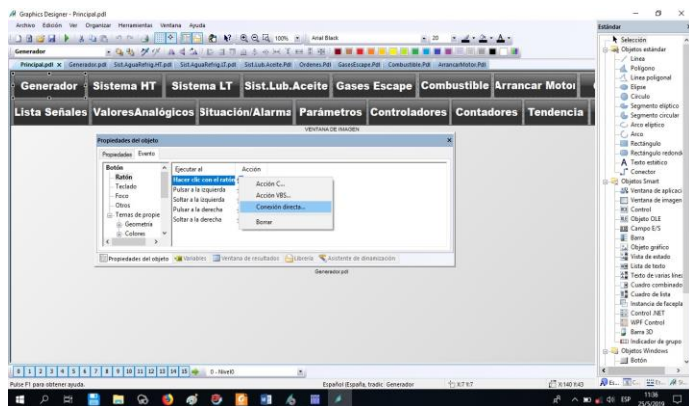


Figura 3.4 Ventana de selección del tipo de evento asociado al botón.

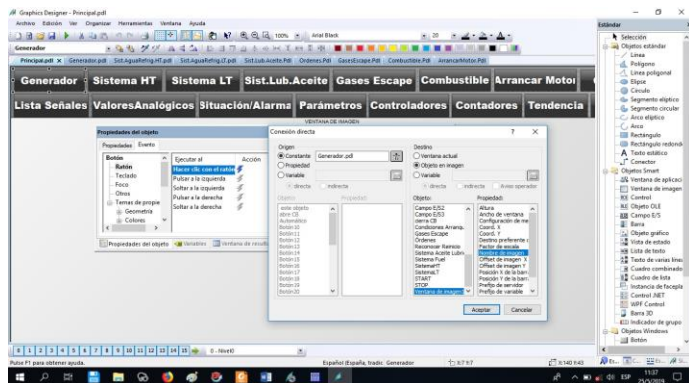


Figura 3.5 Ventana de elección de la imagen asociada al evento del botón.

Los campos de las pantallas que muestran los valores de medición están configurados como campos de salida. (véase figura 3.6)

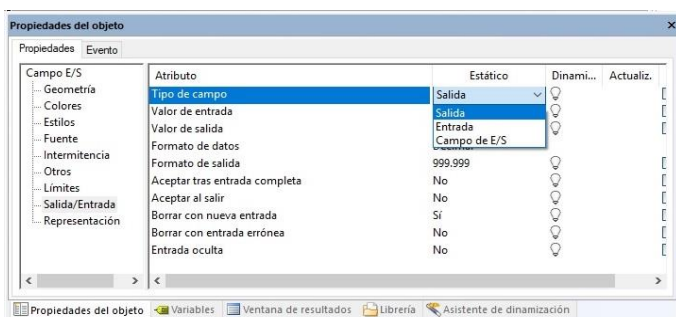


Figura 3.6 Selección del tipo de campo desde la ventana propiedades.

3.1.2 Pantalla Generador.

En esta pantalla se muestran los principales valores para la operación del generador como las corrientes de fase L1, L2 y L3; los voltajes de fase L12, L23 y L31, si hay excitación o no mediante el encendido o apagado de un indicador. Se observa la influencia de frecuencia y su caída, las potencias activa, reactiva, aparente y el factor de potencia. También se presentan una serie de temperaturas importantes para el manejo del generador que están declaradas en el mímico (véase figura 3.7).

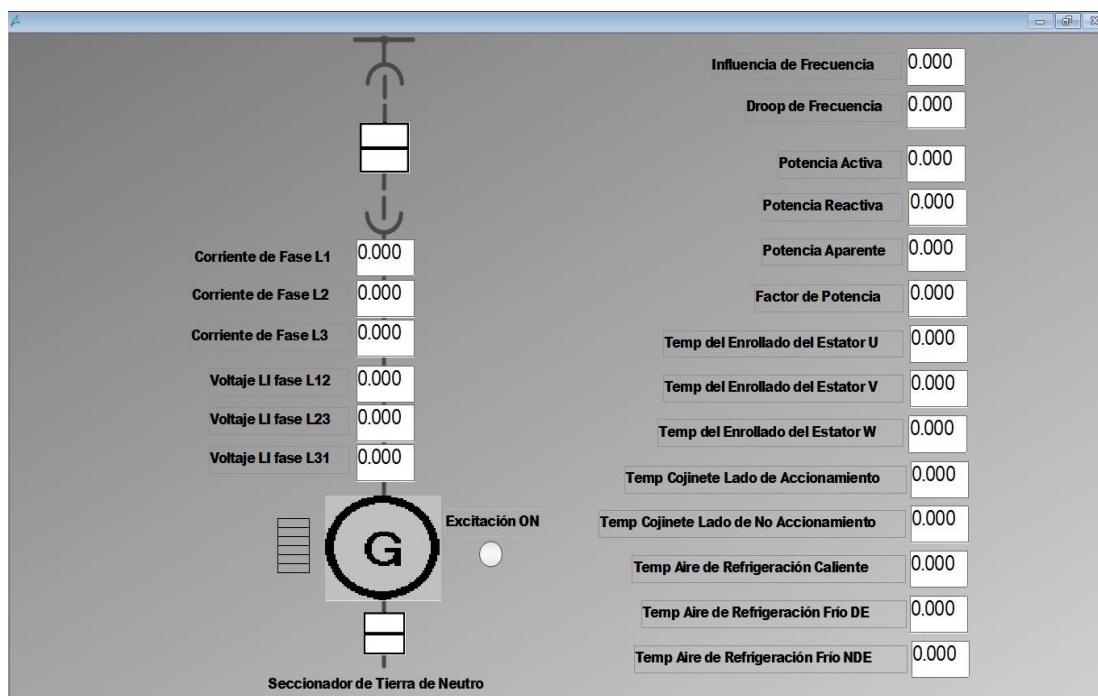


Figura 3.7 Pantalla Generador.

3.1.3 Pantalla Sistema de Agua de Refrigeración HT.

En este mímico se muestran distintos intercambiadores de calor o condensadores como los HE019, HE009 y HE053, la válvula de operación MOV002, las bombas P070, P002 y el tanque T002. La tubería de color azul claro representa el agua con baja temperatura (LT) y la tubería de color gris el agua con alta temperatura (HT) (véase figura 3.8). Las mediciones del esquema se distinguen con abreviaturas para su correcta identificación y sus significados son:

- TSLT: TE4609 Temperatura del agua de refrigeración a la salida del sistema LT.
- TSaHT: TE4608 Temperatura de salida del sistema LT a intercambiador de calor HT.
- TEHE: TE3106 Temperatura de entrada al intercambiador de calor del sistema HT.
- TSHE: TE3107 Temperatura de salida al intercambiador de calor del sistema HT.
- TEM: TE3140B Temperatura del agua HT a la entrada del motor.
- TARE: 1TE3168 Temperatura del agua cargada con aire refrigerado a la entrada del motor.
- 3TASM: 3TE3180 Temperatura del agua HT a la salida del motor.
- 2TASM: 2TE3180 Temperatura del agua HT a la salida del motor.
- 1TASM: 1TE3180 Temperatura del agua HT a la salida del motor.
- TEEM: 1TE3170 Temperatura del agua HT de enfriamiento a la entrada del motor.
- 1PEEM: 1PT3170 Presión del agua HT de enfriamiento a la entrada del motor.
- 2PEEM: 2PT3170 Presión del agua HT de enfriamiento a la entrada del motor.

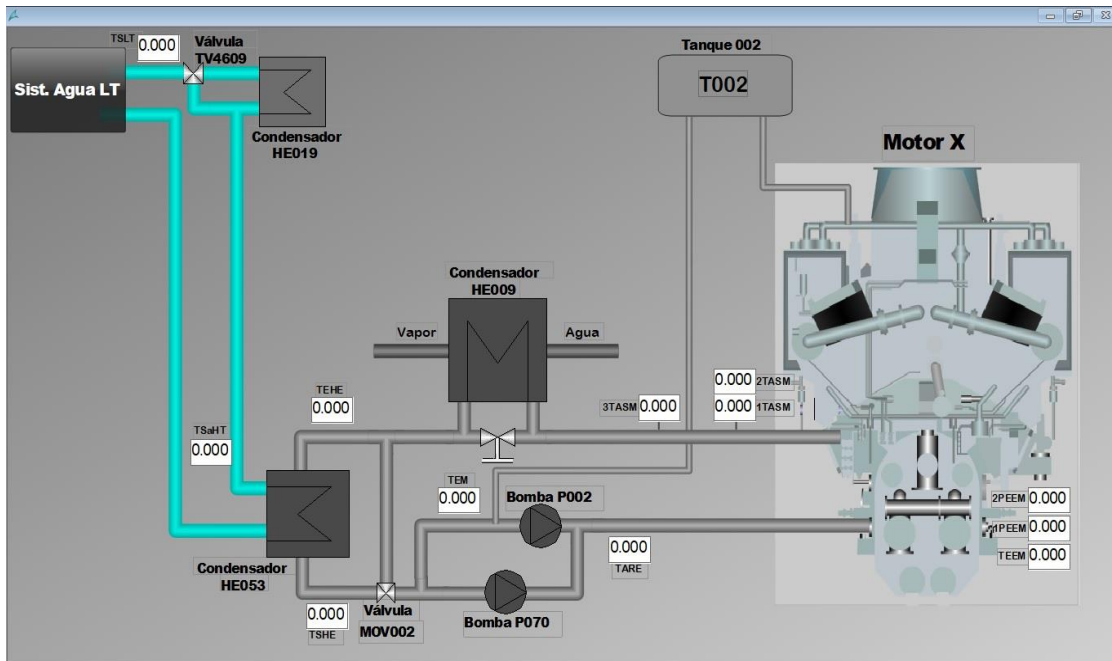


Figura 3.8 Pantalla sistema de agua de refrigeración HT.

3.1.4 Pantalla Sistema de Agua de Refrigeración LT.

En este sinóptico se presentan los condensadores HE019, HE053, HE002 y HE005, la válvula de operación CHATCO MOV003, las válvulas TV4609 y TCV3401, la bomba P025, la boquilla de refrigeración MOD005, el tanque T004 y el tanque de agua de la boquilla de refrigeración T005. La tubería de color gris representa el agua del Sistema HT, la tubería amarilla el enlace con el Sistema de Aceite Lubricante, la tubería azul claro el agua del Sistema LT y la tubería rosado fuerte, el agua después de pasar por el condensador HE005 y la boquilla de refrigeración MOD005 (véase figura 3.9). Las mediciones del esquema se distinguen con abreviaturas para su correcta identificación y sus significados son:

- TSAL: TE4605 Temperatura de salida del enfriador de aceite lubricante.
- TEAC: TE4604 Temperatura del agua de entrada con enfriamiento de aire cargado.
- Pos %: TV4607 Posición de la válvula CHATCO.
- TLTAC: 1TE4170 Temperatura del agua LT de entrada con enfriamiento de aire cargado.

- PLTAC: 1PT4170 Presión del agua LT de entrada con enfriamiento de aire cargado.
- TBdM: TE3404 Temperatura del agua de refrigeración de la boquilla detrás del motor.
- TBEM: 1TE3470 Temperatura del agua de refrigeración de la boquilla a la entrada del motor.
- PBEM: 1PT3470 Presión del agua de refrigeración en la boquilla a la entrada del motor.

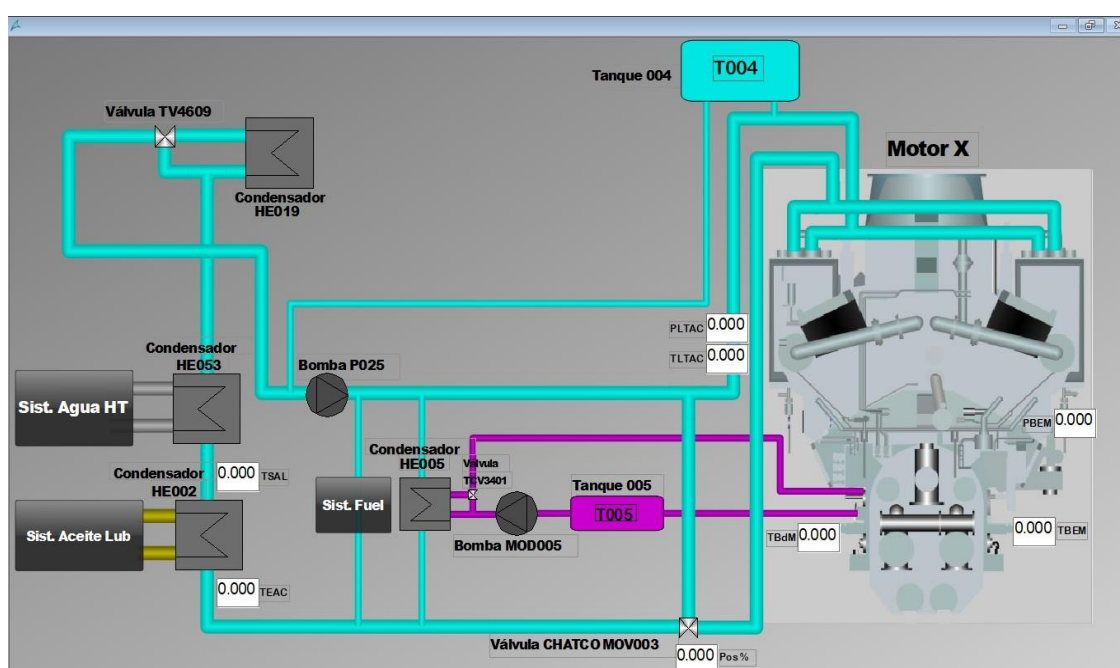


Figura 3.9 Pantalla sistema de agua de refrigeración LT.

3.1.5 Pantalla Sistema de Lubricación por Aceite.

En esta pantalla se expone el intercambiador de calor HE002, las bombas P007, P011, P001 A y B, las bombas de lubricación de cilindros EM2470 A y B, la válvula de control TCP2101A, la válvula de relleno de aceite SOV2303, el tanque de servicio de aceite T001, el tanque T009 y el filtro FIL001. Además, se ofrecen lecturas en niveles de las temperaturas de las salpicaduras de aceite y del cojinete principal, y el porcentaje en nivel de la presión de aceite en el tanque de servicio. La tubería de color azul claro representa el agua del Sistema LT, la tubería amarilla el aceite lubricante y la tubería roja conduce al sistema de lodo (véase figura 3.10). Las mediciones del esquema se distinguen

con abreviaturas para su correcta referencia y sus significados se listan a continuación:

- TAcEE: TE2105 Temperatura de aceite de entrada del enfriador.
- TAcSE: TE2106 Temperatura de aceite a la salida del enfriador.
- 1PAcE: 1PT2170 Presión de aceite a la entrada del motor.
- 1TAcE: 1TE2170 Temperatura de aceite a la entrada del motor.
- 2TAcE: 2TE2170 Temperatura de aceite a la entrada del motor.
- N en %: 1/2PT2310 Nivel en porciento de presión de aceite en el tanque de servicio.
- 1TAcTC: 1TE2580 Temperatura de aceite detrás del Turbocompresor A.
- 2TAcTC: 2TE2580 Temperatura de aceite detrás del Turbocompresor A.
- 1PAcEM: 1PT2570 Presión de aceite a la entrada del motor.
- 2PAcEM: 2PT2570 Presión de aceite a la entrada del motor.

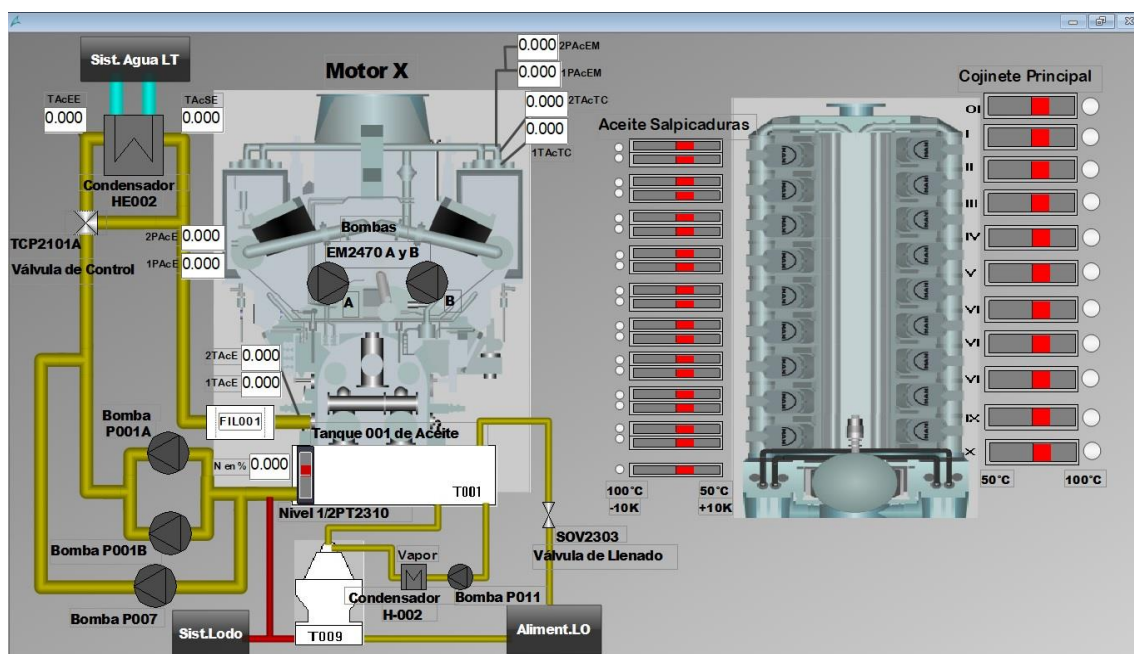


Figura 3.10 Pantalla del sistema de lubricación por aceite.

3.1.6 Pantalla Gases de Escape.

En esta pantalla se exponen el módulo de filtro de aire FIL-007 A/B, el Turbocompresor o TC, los intercambiadores de calor que dan paso a la alimentación de ambas filas de cilindros (Banco A y B), la temperatura de los gases de escape (en grados Celsius y en Kelvin) en un nivel en cada cilindro del motor. También se muestra la ventilación general de la edificación donde están los motores y alarmas en forma de indicadores que cambian de color. La tubería gris claro es para representar el aire antes del paso por los cilindros y la tubería gris oscuro es para los gases de escape (véase figura 3.11). Las mediciones que se muestran se distinguen con abreviaturas para su correcta referencia y sus significados se listan a continuación:

- PDA/B: PDT6106A Presión diferencial de la toma del módulo A/B del filtro de aire FIL007.
- TMA/B: 1TE6101 Temperatura de la toma del módulo A/B del filtro de aire FIL007.
- TTA: 1TE6100 Temperatura toma de aire.
- PTA: 1PT6100 Presión toma de aire.
- TAEA: 1TE6170B Temperatura de aire cargado a la entrada del enfriador de aire cargado.
- PACC: 1PT6180 Presión de aire cargado antes de los cilindros.
- TASEB: 1TE6180B Temperatura de aire cargado a la salida del enfriador de aire cargado B.
- PACCB: 2PT6180B Presión de aire cargado antes de la fila de cilindros B.
- PACCA: 2PT6180A Presión de aire cargado antes de la fila de cilindros A.
- 1TASEA: 1TE6180A Temperatura de aire cargado a la salida del enfriador de aire cargado A.

- 2TASEA: 2TE6180A Temperatura de aire cargado a la salida del enfriador de aire cargado A.
- TAEAA: 1TE6170A Temperatura de aire cargado a la entrada del enfriador de aire cargado A.
- TGATC: 1TE6575-1 Temperatura de gases de escape antes del TurboCompresor.
- VTC: Velocidad del Turbocompresor.
- TGDTC: 1TE6580-1 Temperatura de gases de escape después del Turbocompresor.

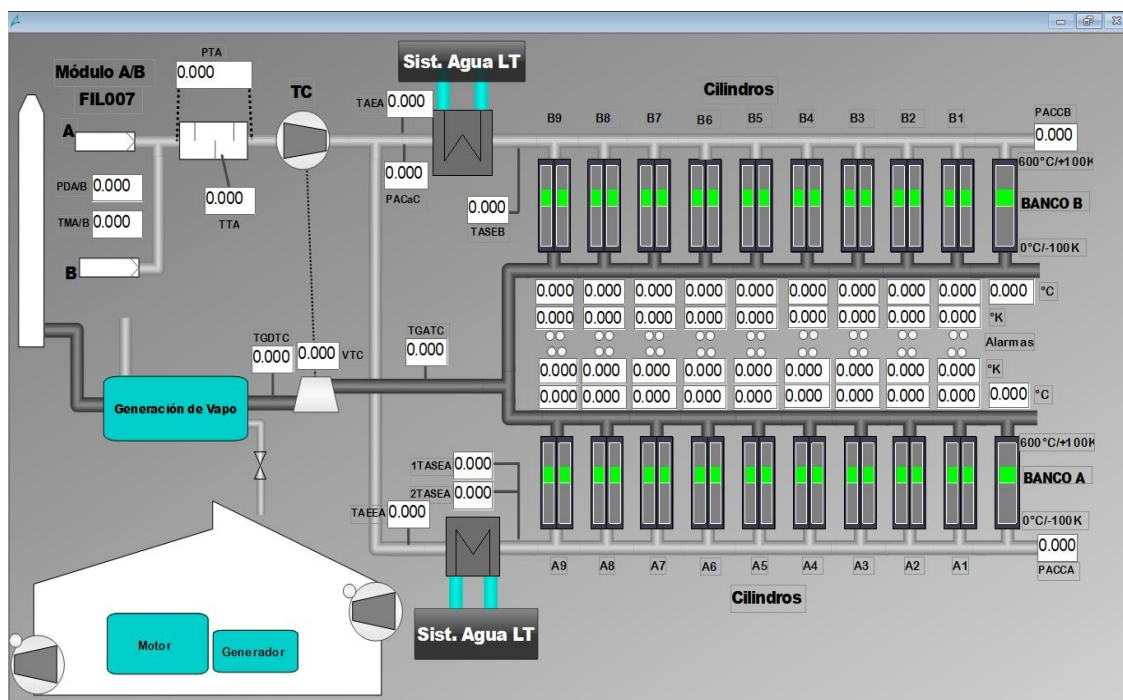


Figura 3.11 Pantalla gases de escape.

3.1.7 Pantalla Combustible o Sistema Fuel.

En esta pantalla se puede observar el módulo impulsor de Fuel-Oil DO/HFO XV5701, las bombas P003A y P003B del módulo impulsor, el tanque T011, dos filtros FIL013 para la entrada al motor, el retorno del módulo impulsor de Fuel-Oil para HFO/desgasificador XV5702 y los condensadores H-004 y H-007. Las tuberías poseen colores asignados de acuerdo a lo que trasladan, la roja transporta HFO tratado y también lleva al sistema de lodo, la amarilla el LFO de

traslado y la violeta el combustible que va hacia el motor (véase figura 3.12). Para la correcta identificación de las mediciones se les asignan siglas y sus significados son:

- PMFO: Presión del módulo impulsor de Fuel-Oil.
- VMFO: Viscosidad módulo impulsor de Fuel-Oil.
- TFOE: 1TE5070 Temperatura de Fuel a la entrada del motor.
- PFOE: 1PT5070 Presión de Fuel a la entrada del motor.

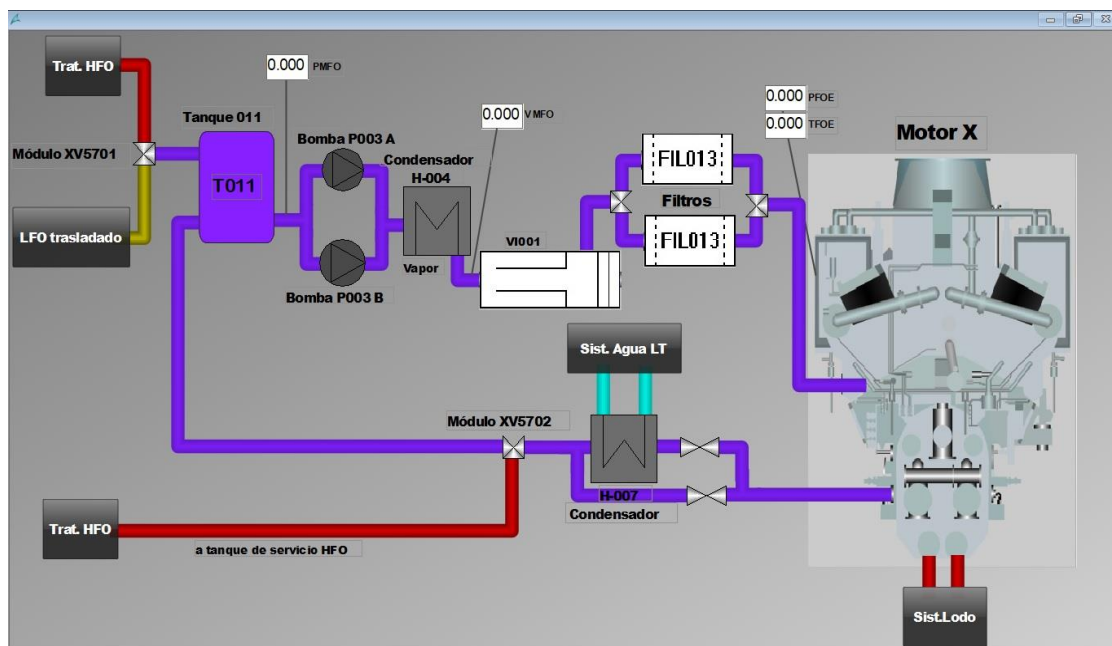


Figura 3.12 Pantalla combustible o sistema Fuel.

3.1.8 Pantalla Arrancar Motor.

En esta pantalla se muestran las condiciones de arranque que debe cumplir el motor mediante unos controladores tipo reloj para las condiciones variables y unos indicadores que cambian de color para las condiciones estáticas. Algunas de estas condiciones variables son: la carga activa del generador, las presiones de aceite de entrada al motor y Turbocompresor, la presión del combustible a la entrada del motor y otras que se observan en la figura 3.13. En estos relojes el color verde significa que está en valores normales, el amarillo en valores de advertencia y el rojo en valores de peligro. Para un correcto arranque del motor deben cumplirse todas las condiciones.



Figura 3.13 Pantalla arrancar motor.

3.1.9 Pantalla Órdenes.

En este mímico se realiza el control de los principales elementos de operación del sistema de los moto-generadores y se define su modo de funcionamiento. Las bombas, válvulas, ventilaciones y otros mecanismos que permiten ser operados remotamente pueden ser maniobrados desde esta pantalla, lo cual la convierte en una de las más importantes del sistema para los operadores (véase figura 3.14).

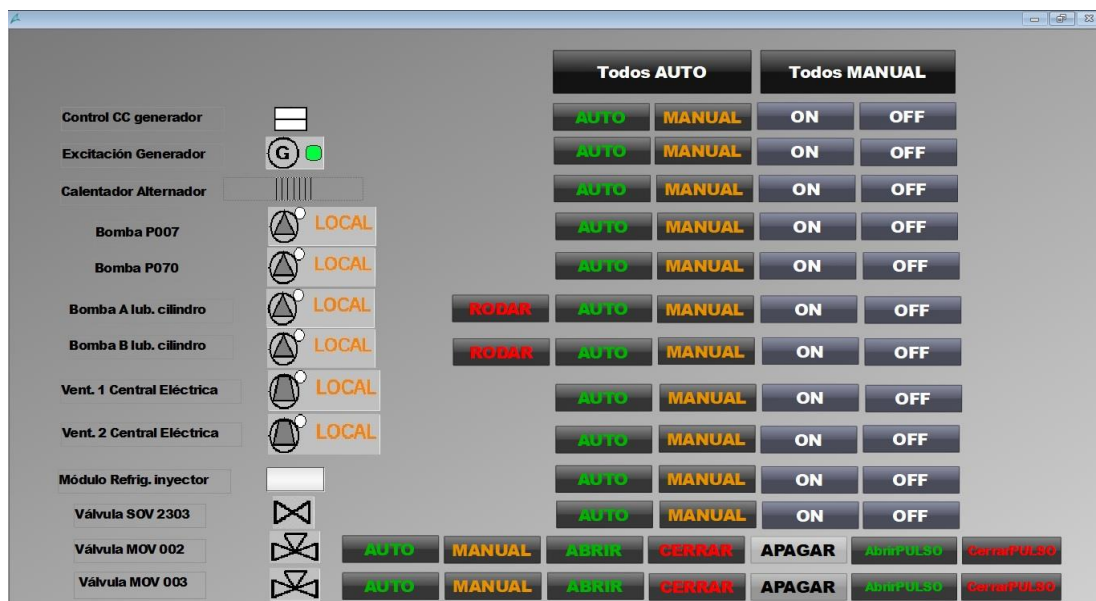


Figura 3.14 Pantalla Órdenes.

3.2 Sistema de variables para la interfaz gráfica del SCADA WinCC.

Las variables que se van a visualizar en la interfaz gráfica se toman de la herramienta Administración de Variables del WinCC. A la administración de las variables de proceso se les determina el driver de comunicación utilizado para la comunicación entre WinCC, el sistema de automatización y el modo en que se efectúa el intercambio de datos. En la estructura de carpetas de ese driver de comunicación se crean las variables correspondientes. En este caso es el protocolo Modbus TCP/IP y en su estructura se encuentran las carpetas que contienen las variables. En las figuras 3.15a hasta la 3.15g se muestran las variables que utilizan los mímicos.

The screenshot shows the 'Administración de variables' window. On the left, the tree view shows 'Variables internas' > 'Modbus TCP/IP Unit #1' > 'AV-History'. The main list 'Variables [AV-History]' contains 25 variables, including '_potencia_aparente_fase_suma' through '1PT4170LT_Presion_agua_ent_refrig_aire_admision_1'. The right panel 'Propiedades - Conexión' shows the 'Selección' tab with 'Tipo de objeto' as 'Conexión' and 'Nombre de objeto' as 'AV-History'. The 'General' tab shows 'Nombre' as 'AV-History' and 'ID' as '60'. The 'Asignación' tab shows 'Driver de comunicación' as 'Modbus TCP/IP' and 'Unidad de canal' as 'Modbus TCP/IP Unit #1'. The 'Misceláneo' tab shows 'Creator-ID' as '0' and 'Última modificación' as '24/5/2019 15:05'.

Nombre
1 _potencia_aparente_fase_suma
2 _potencia_Reactiva_fase_L1
3 _potencia_Reactiva_fase_L2
4 _potencia_Reactiva_fase_L3
5 _potencia_Reactiva_fase_suma
6 _potencia_real_fase_L1
7 _potencia_real_fase_L2
8 _potencia_real_fase_L3
9 _potencia_real_fase_suma
10 01TE2701AGEN1_Alternador_temp_arrollamiento_del_estator_fase-U_1
11 01TE2701AGEN1_Alternador_temp_coginete_lado_de_accionamiento_1
12 01TE27018GEN1_Alternador_temp_aire_refrig_caliente_1
13 01TE27018GEN1_Alternador_temp_aire_refrig_frio_DE_1
14 01TE27018GEN1_Alternador_temp_aire_refrig_frio_NDE_1
15 01TE27018GEN1_Alternador_temp_arrollamiento_del_estator_fase-V_1
16 01TE27018GEN1_Alternador_temp_coginete_lado_de_no_accionamiento_1
17 01TE2701CGEN1_Alternador_temp_arrollamiento_del_estator_fase-W_1
18 1ET1010setoint_posicion_del_actuador
19 1ET1010setoint_posicion_del_actuador_1
20 1PT2170_Presion_aceit_lub_ent_motor
21 1PT2310_Presion(Nivel)aceite_lub_tank_de_servicio_1
22 1PT2570_Presion_aceit_lub_ent_turbocompr_1
23 1PT3170_Presion_agua_refrig_ent_motor_1
24 1PT3470_Presion_agua_refrig_inyectores_ent_motor_1
25 1PT4170LT_Presion_agua_ent_refrig_aire_admision_1

a)

The screenshot shows the 'Administración de variables' window. On the left, the tree view shows 'Variables internas' > 'Modbus TCP/IP Unit #1' > 'Modbus TCP/IP Unit...'. The main list 'Variables [Modbus TCP/IP Unit...]' contains 50 variables, including '1PT5070_Presion_fuel_ent_motor_1' through '1TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-1B_1'. The right panel 'Propiedades - Variable' shows the 'Selección' tab with 'Tipo de objeto' as 'Variable' and 'Nombre de objeto' as '_D'. The 'General' tab shows 'Nombre' as '_D', 'ID' as '36', 'Tipo datos' as 'Nú', 'Longitud' as '4', 'Ajuste de formato' as 'Flo', 'Longitud AS' as '4', and 'Dirección' as '3x'. The 'Asignación' tab shows 'Driver de comunicación' as 'Modbus TCP/IP', 'Unidad de canal' as 'Modbus TCP/IP Unit #1', 'Conexión' as 'AV', and 'Grupo' as 'Modbus TCP/IP Unit #1'. The 'Escala lineal' tab shows 'Escala lineal' as 'No', 'Rango de valores AS desde' as '0', 'Rango de valores AS hasta' as '100', 'Rango de valores OS desde' as '0', and 'Rango de valores OS hasta' as '100'. The 'Valores límite' tab shows 'Límite inferior' as '0'.

Nombre
26 1PT5070_Presion_fuel_ent_motor_1
27 1PT6100_Presion_aire_aspiracion_1
28 1PT6180_Presion_aire_admision_antes_de_cilindros_1
29 1PT7170_Presion_aire_de_arranque_1
30 1PT7180_Presion_aire_de_emergencia_aire_pressure_1
31 1PT7400_Presion_aire_de_control_1
32 1ST1000-velocidad_del_motor(por_convertidor_de_frecuencia)_1
33 1ST1000-velocidad_del_motor(por_disposit-proteccion_sobre_velocidad)_1
34 1TE1064_brida_de_coginete_01_Temp_1
35 1TE2170_Temp_aceit_lub_ent_motor_1
36 1TE2170_Temp_combustible_ent_motor_1
37 1TE2580_Temp_aceit_lub_drenaje_turbocompr_1
38 1TE2880_Temp_aceite_salpicaduras_Barra_de_coginete_2
39 1TE3168_Temp_aire_de_admision_despues_de_refrig_aire_admision_B_1
40 1TE3168HT_Temp_agua_ent_refrig_aire_admision_1
41 1TE3170HT_Temp_agua_ent_motor_1
42 1TE3180HT_Temp_agua_sal_motor_1
43 1TE3470_Temp_agua_refrigerac_inyect_ent_motor_1
44 1TE4170LT_agua_Temp_ent_refrig_aire_admision_1
45 1TE6100_Temp_aire_de_aspiracion_1
46 1TE6180A_Temp_aire_de_admision_despues_de_refrig_aire_admision_A_1
47 1TE6180A_Temp_aire_de_admision_refrig_aire_admision_A_entrada_1
48 1TE6180B_Temp_aire_de_admision_refrig_aire_admision_B_entrada_1
49 1TE6500_Temp_en_caja_de_bornas_del_motor_1
50 1TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-1B_1

b)

Administración de vari...

Administración de variables

Variables internas
Modbus TCP/IP
Modbus TCP/IP Unit #1
AV-History
GCP.F2Data
Variables de estructura

Administración de variables
AlarmLogging
Tag Logging

Variables [Modbus TCP/IP Unit...

Nombre
51 1TE6570A_salida_de_gases_de_escape_cilindro-1A
52 1TE6575-1Salida_gases_de_escape_antes_de-turbocompres_1
53 1TE6580-1Salida_gases_de_escape_cilindro-1A_1
54 1TE6580-1Salida_gases_de_escape_despues_de-turbocompres_1
55 2ET1010setoint_posicion_actual_del_actuador
56 2GT1022_Admision_de_combustible_1
57 2PT2170_Presion_aceit_lub_ent_motor_1
58 2PT2310_presion(Nivel)aceite_lub_tank_de_servicio_1
59 2PT2570_presion_aceit_lub_ent_turbocompr_1
60 2PT3170_Presion_agua_refrig_ent_motor_1
61 2PT6180A-presion_aire_admision_antes_de_cilindro_row-A_1
62 2PT6180B-presion_aire_admision_antes_de_cilindro_row-B_1
63 2TE1064_brida_de_cojinete_1_Temp_1
64 2TE2170_Temp_aceit_lub_ent_motor_1
65 2TE2580_Temp_aceit_lub_drenaje_turbocompr_1
66 2TE2880_Temp_aceite_salpicaduras_Barra_de_cojinete_3
67 2TE3180HT_Temp_agua_sal_motor_1
68 2TE6180A_Temp_aire_de_admision_despues_de_refrig_aire_admision_A_1
69 2TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-2A_1
70 2TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-2B_1
71 3TE1064_brida_de_cojinete_2_Temp_1
72 3TE2170_Temp_aceit_lub_antes_de_motor_(Opcion)_1
73 3TE2880_Temp_aceite_salpicaduras_Barra_de_cojinete_4
74 3TE3180HT_Temp_agua_sal_motor_1
75 3TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-3A_1

Propiedades - Variable

Selección
Tipo de objeto
Nombre de objeto

General
Nombre
ID
Tipo datos
Longitud
Ajuste de formato
Longitud AS
Dirección

Asignación
Driver de comunicación
Unidad de canal
Conexión
Grupo

Escala lineal
Escala lineal
Rango de valores AS desde
Rango de valores AS hasta
Rango de valores OS desde
Rango de valores OS hasta

Valores límite
Límite inferior

c)

Administración de vari...

Administración de variables

Variables internas
Modbus TCP/IP
Modbus TCP/IP Unit #1
AV-History
GCP.F2Data
Variables de estructura

Administración de variables
AlarmLogging
Tag Logging

Variables [Modbus TCP/IP Unit...

Nombre
76 3TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-3B_1
77 4TE1064_brida_de_cojinete_3_Temp_1
78 4TE2880_Temp_aceite_salpicaduras_Barra_de_cojinete_5
79 4TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-4A_1
80 4TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-4B_1
81 5TE1064_brida_de_cojinete_4_Temp_1
82 5TE2880_Temp_aceite_salpicaduras_Barra_de_cojinete_6
83 5TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-5A_1
84 5TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-5B_1
85 6TE1064_brida_de_cojinete_5_Temp_1
86 6TE2880_Temp_aceite_salpicaduras_Barra_de_cojinete_7
87 6TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-6A_1
88 6TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-6B_1
89 7TE1064_brida_de_cojinete_6_Temp_1
90 7TE2880_Temp_aceite_salpicaduras_Barra_de_cojinete_8
91 7TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-7A_1
92 7TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-7B_1
93 8TE1064_brida_de_cojinete_7_Temp_1
94 8TE2880_Temp_aceite_salpicaduras_Barra_de_cojinete_9
95 8TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-8A_1
96 8TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-8B_1
97 9TE1064_brida_de_cojinete_8_Temp_1
98 9TE2880_Temp_aceite_salpicaduras_Barra_de_cojinete_10
99 9TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-9A_1
100 9TE6570-1Salida_gases_de_escape_cilindro-9B_1

Propiedades - Variable

Selección
Tipo de objeto
Nombre de objeto

General
Nombre
ID
Tipo datos
Longitud
Ajuste de formato
Longitud AS
Dirección

Asignación
Driver de comunicación
Unidad de canal
Conexión
Grupo

Escala lineal
Escala lineal
Rango de valores AS desde
Rango de valores AS hasta
Rango de valores OS desde
Rango de valores OS hasta

Valores límite
Límite inferior

d)

Administración de vari...

Administración de variables

Variables internas
Modbus TCP/IP
Modbus TCP/IP Unit #1
AV-History
GCP.F2Data
Variables de estructura

Administración de variables
AlarmLogging
Tag Logging

Variables [Modbus TCP/IP Unit...

Nombre
101 10TE1064_brida_de_cojinete_9_Temp_1
102 11TE1064_brida_de_cojinete_10_Temp_1
103 altern_potencia_activa_actual
104 altern_potencia_reactiva_actual
105 asimetria_en_tension
106 Barra_1_Frecuencia
107 Barra_1_Tension_media
108 Barra_2_Frecuencia
109 Barra_2_Tension_media
110 Campo_Giratorio
111 carga_de_motor
112 corriente_de-generad_L1
113 corriente_de-generad_L2
114 corriente_de-generad_L3
115 corriente_fase-L1
116 corriente_fase-L2
117 corriente_fase-L3
118 corriente_fase_suma
119 corriente_por_neutro
120 factor_de_potencia_fase_L1
121 factor_de_potencia_fase_L2
122 factor_de_potencia_fase_L3
123 factor_de_potencia_fase_suma
124 factor_de_potencia_suma
125 Fase_sequence

Propiedades - Variable

Selección
Tipo de objeto
Nombre de objeto

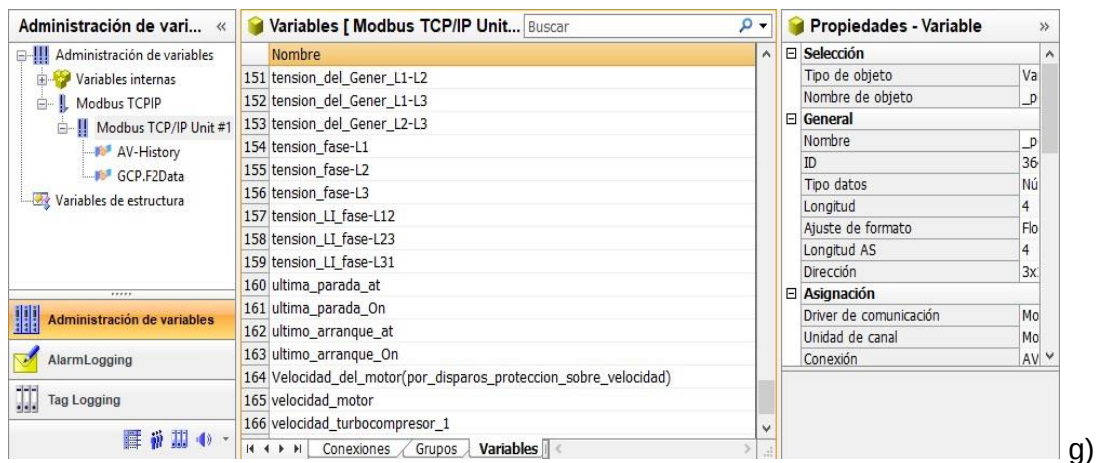
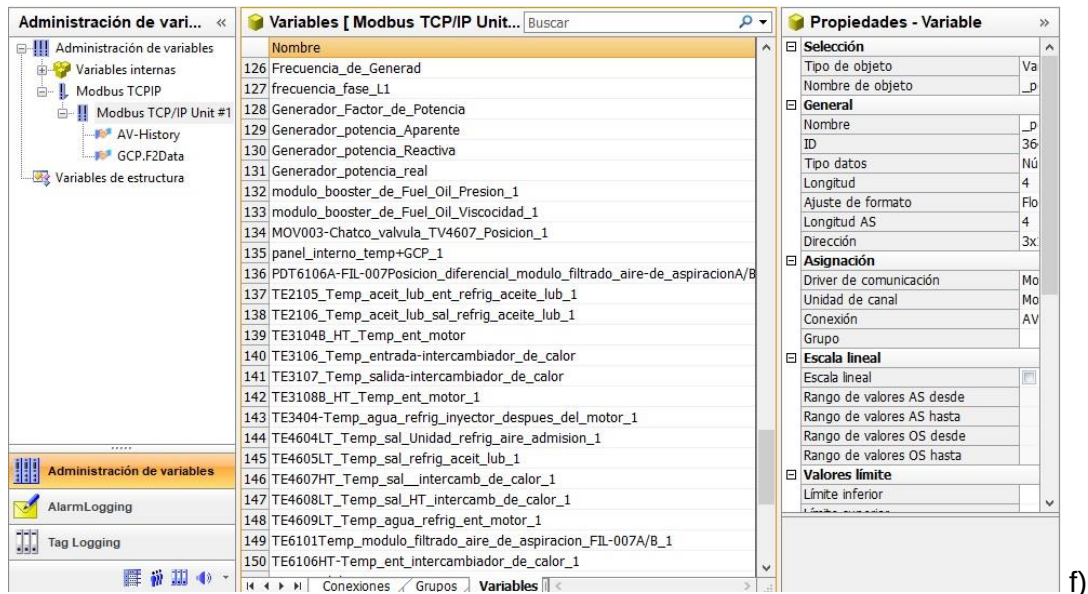
General
Nombre
ID
Tipo datos
Longitud
Ajuste de formato
Longitud AS
Dirección

Asignación
Driver de comunicación
Unidad de canal
Conexión
Grupo

Escala lineal
Escala lineal
Rango de valores AS desde
Rango de valores AS hasta
Rango de valores OS desde
Rango de valores OS hasta

Valores límite
Límite inferior

e)



Figuras 3.15a hasta la 3.15g Variables de proceso que utilizan los mímicos para visualizar las mediciones.

Para asociar los campos de salida que se encuentran en las pantallas con las variables, se usa la opción configuración, a la cual se accede haciendo click secundario sobre el campo (véase figura 3.16).

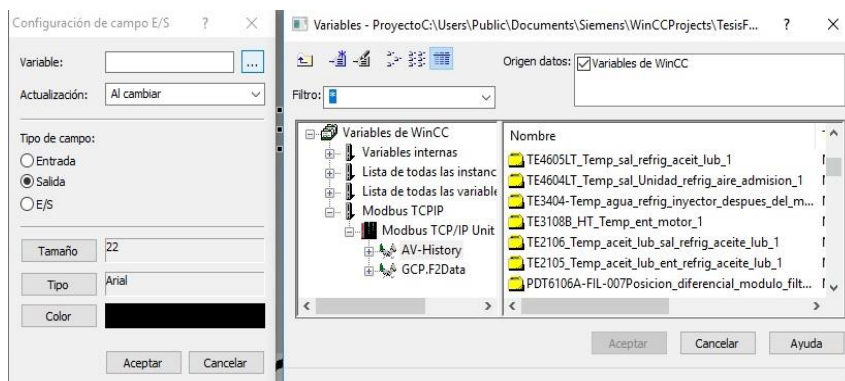


Figura 3.16 Opción configuración y variables de los campos de salida.

3.3 Valoración económica de la migración al nuevo sistema de supervisión y control.

Para estimar una valoración económica al trabajo que se propone es necesario conocer el precio de compra del software y de su licencia en el mercado internacional. El servicio de Siemens TIA Portal (Totally Integrated Automation) en España ofrece el servicio de actualización del WinCC hacia la versión 7.3 con la siguiente descripción: actualización de software desde WinCC v7.0 a v7.3 RT 512, con licencia WinCC Runtime Professional 512 Power-Tags V14 SP1, con oferta de software y clave licencia en seis idiomas (AL,IN,FR,ES,IT,CN), ejecutable bajo Windows 7 PROF/ENT/ULT SP1 (32/64 BIT)/ Windows 10 PROF/ENT (64 BIT)/ 8.1 PROF/ENT (64 bit)/ Server 2008 R2+SP1 (64 bit)/ Server 2012 R2 / 2016 (64 Bit) por el precio de 1.392,16 a 1.740,20 euros (sujepto a tasas de cambio para equivalencia en USD) (Mall, 2018).

Este mismo servicio, TIA Portal, pero en Ecuador brinda la posibilidad de adquirir el WinCC hasta la versión 14 Advanced Runtime y Profesional Runtime, con software Runtime para aplicaciones single-station y licencia para 512 Power Tags o licencias Microsoft SQL Server para la gestión de datos, para 128 Power Tags e incluye licencia WinCC WebUx para monitorear el proceso desde un dispositivo Smart (celular, tablets, smart tv, etc.) por precios que oscilan desde los 3.315,00 hasta los 5.354,00 USD (Siemens, 2018).

La empresa Siemens ofrece un servicio de cursos de capacitación llamado SITRAIN donde un curso sobre WinCC SCADA, con una duración de cuatro días, cuesta 850 USD + IVA (Siemens, 2019).

De las propuestas anteriores se descarta la primera, ya que es un servicio de actualización, o sea, hay que poseer el software en una versión anterior. La segunda y la tercera son elegibles ya que ofrecen la instalación del software y sus licencias, y el adiestramiento del personal en la manipulación del mismo.

3.4 Conclusiones del Capítulo.

Las pantallas construidas para la nueva interfaz gráfica aumentan la eficacia en el control de los moto-generadores, solucionando las deficiencias del

anterior SCADA, al ofrecer una información más completa del proceso al personal de la planta.

Se evidencian los distintos servicios y precios que existen en el mercado internacional de la actualización y compra del software, de la licencia y de los cursos de capacitación del personal.

Conclusiones

El estudio del software WinCC evidenció que es ampliamente usado, y con excelente desempeño, en la supervisión de plantas de generación de energía eléctrica y en varios procesos tecnológicos de otras industrias.

La elección del SCADA WinCC constituyó una solución tecnológica y económicamente factible, al ser compatible con la tecnología y los equipos existentes en la CEFO de Moa.

El diseño de la interfaz gráfica del SCADA satisfizo los requisitos funcionales y de operación trazados a partir del análisis de las deficiencias presentadas por el DP.

Con los mímicos realizados en el WinCC se enriquece considerablemente la capacidad de operar la planta y se dota al operador de un mejor control en tiempo real de los moto-generadores.

Recomendaciones

Capacitar a los trabajadores que interactúan directamente con el sistema, utilizando como referencia este trabajo.

Continuar profundizando en este proyecto, para incluir la visualización de tablas y gráficos de tendencia, que son ejecutados por los botones de la segunda fila de la pantalla principal.

Realizar en el SCADA WinCC los proyectos de los subsistemas restantes de la CEFO de Moa e integrarlos bajo un sistema común.

Referencias bibliográficas

- Acosta, I. (2012). *Interface para sistema SCADA en accionamientos con bombas centrífugas*. (Ingeniero Eléctrico), Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa "Dr. Antonio Núñez Jiménez".
- Albuérne, Y. L. (2010). La generación distribuida y sus beneficios en Cuba. from http://www.cerien.upc.edu/jornades/VJIE/ponencies/Yolanda_Cuba.pdf
- Cobas, A. (2011). *Herramienta para mejorar la Gestión Energética en los Grupos Electrónicos de tecnología HYUNDAI instalados en Cuba*. (Máster Maestría).
- Chacón, D., Dijort, O., & Castrillo, J. (2002). *Supervisión y Control de Procesos: EUPVG-UPC*.
- Días, J. M. (2014). *Implementación del Sistema Automático de Control para la operación de Calderas del Grupo Electrónico HYUNDAI de Felton*. (Ingeniero Eléctrico), Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa "DR. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ", Moa.
- Electro-Automático, D. (2017). Informe sobre sistema de control de Central Fuel-Oil de Moa: ETE Lidio Ramón Pérez, UEB Fuel Oil Moa.
- Gómez, E. (2012). *Plan de proyecto para la implementación de un sistema remoto que ejecute la adquisición de datos y el control supervisor de la central hidroeléctrica de Cubujuquí*. (Master en Administración de Proyectos), Universidad para la Cooperación Internacional.
- Kuchenbecker, H. (2012). Manejo y descripción funcional de la Central Eléctrica. In M. D. T. C. Ltd (Ed.): Alfred Kuhse GmbH
- López, D. (2011). *Desarrollo y ampliación de funcionalidades del proyecto SCADA en grupos electrónicos de fuel oil con tecnología Hyundai*. (Maestría en Informática y Automatización Industrial), Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría".
- Mall, I. (2018). Catálogo de productos para Industry Automation and Drive Technology. . In S. Spain (Ed.). España.
- Palacio, R. (2014). *Rehabilitación del sistema automático en radiadores para el enfriamiento de agua en los motores HYUNDAI de 2.5 MW en la Termoeléctrica de Felton*. (Ingeniero Eléctrico), Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa "Dr. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ", Moa.
- Penin, A. R. (2007a). *Sistema SCADA Guía Práctica*. Barcelona, España: Marcombo, Ediciones Técnicas.
- Penin, A. R. (2007b). *Sistemas SCADA*. España: Marcombo S.A .
- Samada, S. E. (2018). *Aplicación SCADA para la monitorización del sistema eléctrico aislado "Cayo Santa María"*. (Máster en Automática y Sistemas Informáticos), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara.
- Siemens. (2014). WinCC V7.3: Trabajar con WinCC. Manual de sistema. In S. AG (Ed.). Nurnberg, Alemania.
- Siemens. (2018). Lista de precios de productos industriales eléctricos. In S. AG (Ed.). Ecuador.
- Siemens. (2019). SITRAIN Ecuador 2019. In S. AG (Ed.).
- Urrutia, J. C. (2014). *Implementación del sistema de supervisión en la planta de hidrógeno de la Termoeléctrica de Felton*. (Ingeniero Eléctrico), Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa "DR. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ", Moa.
- Valdivia, J. J. (2017). *Mejoras en sistema SCADA para la operación automática de carga en grupos electrónicos Hyundai*. (Máster Maestría en Automática y Sistemas Informáticos), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara

Verdecia, Y. (2016). *Interfaz gráfica para el sistema SCADA del oleoducto Varadero - Matanzas*. (Ingeniero en Automática), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara

Anexos

Anexo 1. Tabla de análisis y comparación de los principales sistemas SCADA.

Nombre	Fabricante	Características
Factory Link 7	USDATA	• Utiliza la tecnología estándar de objetos para la importación de datos externos. • Las funcionalidades típicas de un ambiente de manufactura ya se encuentran preconstruidas y almacenadas en una biblioteca. • La recolección y distribución de datos se realiza mediante la tecnología OPC de cliente y servidor.
Paradym-31	ADVANTECH	• Se utiliza en conjunto con el módulo de control ADAM-551 0. • Compatible con la norma IEC 1 1 31 - 3. • El usuario puede construir sus propias funciones lógicas y generar reportes automatizados especiales.
WizFactory	eMation	• Posee una herramienta poderosa, Wizcon para Windows e Internet, para canalizar información en tiempo real e histórica de la planta. • La herramienta WizPLC es una solución que permite emular en cualquier PC el comportamiento lógico de un PLC. • WizDCS emula el comportamiento de un DCS en una PC. • WizReport facilita la generación de reportes basados en los datos producidos por todas las aplicaciones anteriores.
Cimplicity	GE Fanuc	• Incluye tecnología de punta, tal como ODBC, OPC, ActiveX, OLE, COM y DCOM. • Tiene capacidad para crear, administrar y ejecutar recetas

		(proceso de "batch") con base en la norma ISA S88.01. • Incluye funciones que le permiten conectarse a bases de datos relacionales, tales como Microsoft Access, SQL Server y Oracle.
Intellution Dynamics	Intellution	• Uno de sus componentes IFIX es un sistema de HMI y SCADA que brinda completa visualización del proceso, almacenamiento y administración de datos de proceso y control supervisor. • La herramienta IBatch consiste en una solución orientada a procesos batch muy típicos de la industria química, farmacéutica, de bebidas y alimentos. • IWebServer es una solución que habilita la visualización remota de los procesos mediante Internet.
LabView	National Instruments	• Se pueden crear interfaces de usuario para la instrumentación virtual sin necesidad de elaborar código de programación. • Para especificar las funciones sólo se requiere construir diagramas de bloque. • Es el único sistema de programación gráfica que tiene un compilador que genera código optimizado. • Cuenta con la inclusión de una herramienta asistente capaz de detectar automáticamente cualquier instrumento conectado a la computadora, instalando los drivers apropiados y facilitando la comunicación con el instrumento al instante.
HYBREX (Hybrid Expert System)	Siemens	• Herramienta de simulación que permite realizar cambios virtuales en la planta y observar sus resultados sin ningún riesgo. • Específicamente orientada a

		procesos de laminado en plantas siderúrgicas y se puede utilizar en cualquiera de las etapas del ciclo de vida de la planta.
SIMATIC HMI WinCC (Windows Control Center)	Siemens	• Es una aplicación software IHMI (Integrated Human Machine Interface) que integra el software de controlador de planta en el proceso de automatización. • Sus componentes permiten integrar sin problemas aplicaciones nuevas o ya existentes. • Arquitectura de desarrollo abierta (programación en C). • Soporte de tecnologías Active X. • Comunicación con otras aplicaciones vía OPC. • Comunicación sencilla mediante drivers implementados. • Combina las características estándar (gráficos, alarmas, administración de recetas, etcétera) con otras avanzadas (reportes, referencias entre proyectos, diagnóstico de proceso, soporte multilingüe y redundancia completa).
FactorySuite 2000	Wonderware	• Consiste en un conjunto de aplicaciones de software industrial orientado hacia las aplicaciones de control y HMI. • InTouch: Provee una perspectiva integrada de todos los recursos de control e información de la planta. • IndustrialSQL Server: Es una base de datos en tiempo real de alto rendimiento que tiene el propósito de hospedar todos los datos de proceso que se generan en la planta. • InControl: Es un sistema de control de arquitectura abierta que permite diseñar, crear, probar y ejecutar programas de aplicación para

		controlar los procesos. • InTrack: Permite a los ingenieros modelar y trazar los recursos críticos de la planta. • InBatch: Este administrador de procesos de bache está diseñado para automatizar y proveer una historia completa de los procesos de este tipo. Compatible con la norma S88.01 de ISA para procesos de bache.
Citect SCADA	Schneider Electric	• Es compatible con una gama extremadamente amplia de PLC de Schneider y de terceros. • Posee una herramienta de construcción HMI / GUI en tiempo de diseño llamada Citect Graphics Builder. • Incluye OFS, que basado en el estándar OPC (OLE para Process Control) permite a un “cliente” acceder en tiempo real a cualquier dato de los sistemas de control y los dispositivos de distribución eléctrica. • Permite la comunicación con dispositivos que admitan los protocolos Modbus y Modbus/TCP.