



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN

CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

**“CONTROL Y MONITOREO DE CARGAS INDUCTIVAS Y
RESISTIVAS PARA UN MANTENIMIENTO PREDICTIVO,
UTILIZANDO UN SISTEMA SCADA MEDIANTE IGNITION”**

TRABAJO DE TITULACIÓN: PROYECTO TÉCNICO

Para optar al Grado Académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL DE REDES
INDUSTRIALES**

AUTOR: EDWIN RAFAEL HERRERA ALVARADO

TUTOR: ING. WILSON SUÑIGA

Riobamba-Ecuador

2018

©2017, Edwin Rafael Herrera Alvarado

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: CONTROL Y MONITOREO DE CARGAS INDUCTIVAS Y RESISTIVAS PARA UN MANTENIMIENTO PREDICTIVO, UTILIZANDO UN SISTEMA SCADA MEDIANTE IGNITION, de responsabilidad del señor Edwin Rafael Herrera Alvarado, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada su representación.

Dr. Julio Santillán
VICEDECANO DE LA FACULTAD DE
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

Ing. Freddy Chávez
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

Ing. Wilson Zúñiga
DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN

Ing. José Guerra
MIEMBRO DE TRIBUNAL
.....

Yo, Edwin Rafael Herrera Alvarado soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

EDWIN RAFAEL HERRERA ALVARADO

DEDICATORIA

Después de haber terminado esta muy importante etapa de mi vida como profesional, en la cual la formación recibida en tan importante institución como lo es la ESPOCH ha servido para no solo formar mi vida profesional si no también personal. Por lo que este trabajo de titulación se lo dedico a muchas personas importantes en mi vida, pero en especial a Dios y a mi familia en general.

Edwin

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos y a cada una de las personas que han sabido acompañarme, en cada uno de los momentos de este arduo proceso y en especial a mis padres y hermanos han sabido ser pacientes en su bondad y amor.

A Dios por haber bendecido y acompañado tanto a mi como a mi familia en el transcurso de mi carrera.

A mis padres espirituales quienes han sido guiados por Dios para ser una lumbrera en mi camino como siervo de Dios, por lo cual mi vida como profesional será para servir y no ser servido.

Edwin

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE ECUACIONES.....	xii
INDICE DE ABREVIATURAS	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.....	7
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	7
1.1 Tipos de cargas eléctricas	7
1.2 Cargas inductivas	7
1.3 Motor eléctrico	8
1.4 Tipos de motores	8
1.5 Fallas comunes en motores de inducción	9
1.5.1 <i>Fallas eléctricas</i>	10
1.6 Métodos de análisis para motores de inducción	11
1.6.1 <i>Análisis de variables eléctricas (MCSA)</i>	11
1.6.2 <i>Características del MCSA</i>	12
1.6.3 <i>Calidad de la alimentación</i>	13
1.7 Cargas resistivas.....	15
1.8 Tipos de cargas resistivas calóricas	16
1.9 Origen del mantenimiento industrial	17
1.10 Tipos de mantenimiento	17
1.9.1 <i>Mantenimiento Predictivo</i>	18
1.11 Comunicaciones Industriales	19
1.11 Protocolos de comunicación	20
1.11.1 <i>Protocolo Modbus</i>	21
1.11.2 <i>Métodos para la transmisión de datos</i>	23
1.11.3 <i>Funciones y Registros ModBus</i>	24
1.12 Adquisición de datos	26
1.13 Trazabilidad de datos	26
1.14 Sistema SCADA.....	27
1.15 Opc-Ua	28
1.16 Ignition	29

1.17	Observación	29
	CAPITULO II	30
2.	MARCO METODOLOGICO	30
2.1	Requerimientos del sistema SCADA	30
2.2	Arquitectura general del sistema	30
2.2.1	<i>Etapa de hardware</i>	31
2.2.1.1	Carga Inductiva.....	32
2.2.1.2	Carga Resistiva	33
2.2.1.3	Interfaz de control y potencia	34
2.2.1.3.1	<i>Interfaz de control y potencia para una carga inductiva</i>	34
2.2.1.3.2	<i>Interfaz de control y potencia para una carga resistiva</i>	35
2.2.1.4	Interfaz de comunicación.....	36
2.2.1.4.1	<i>Interfaz de comunicación para una carga inductiva</i>	36
2.2.1.4.2	<i>Interfaz de comunicación para una carga resistiva</i>	37
2.2.1.5	Red de comunicación.....	38
2.2.1.5.1	<i>Red de comunicación para una carga inductiva</i>	38
2.2.1.5.2	<i>Red de comunicación para una carga resistiva</i>	41
2.2.2	<i>Etapa de software</i>	43
2.2.2.1	Selección de señales	43
2.2.2.2	Validación de instrumentos de medida.....	44
2.2.2.3	Aplicación.....	49
2.2.2.3.1	<i>Control de Acceso basado en jerarquías</i>	50
2.2.2.3.2	<i>Sistema dinámico de variadores de frecuencia</i>	51
2.2.2.3.3	<i>Tags en Ignition</i>	53
2.2.2.3.4	<i>Alarmas</i> 54	
2.2.2.3.5	<i>Reportes Dinámicos</i>	56
2.2.2.3.6	<i>Acceso remoto al sistema</i>	57
	CAPITULO III	58
3.	ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	58
3.1	Análisis de las señales de la carga inductiva	58
3.1.1	<i>Corriente de sobrecarga</i>	58
3.1.2	<i>Desequilibrio de la tensión</i>	60
3.1.3	<i>Flujo magnético</i>	62
3.2	Análisis de las señales de la carga resistiva.	63
3.2.1	<i>Corriente de sobrecarga de una carga resistiva</i>	63
3.2.2	<i>Desequilibrio de la tensión en la carga resistiva</i>	64
3.3	Determinar las causas fundamentales de fallas de acuerdo a las técnicas de mantenimiento predictivo	64

3.4	Análisis económico de la de la implementación del sistema	66
	CONCLUSIONES	67
	RECOMENDACIONES	68
	BIBLIOGRAFÍA	1
	GLOSARIO	6
	ANEXOS	1
	MANUAL DEL USUARIO.....	37

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clases de aislamiento según la NEMA.	8
Tabla 2-1 Comparación de métodos de diagnóstico para mantenimiento predictivo.	11
Tabla 3-1 Efecto aproximado de la variación de tensión	15
Tabla 4-1 Modelo Osi de Iso, Niveles de jerarquía.....	22
Tabla 5-1 Tipos de datos en un dispositivo conectado a una red Modbus	23
Tabla 6-1 Códigos de función más comunes de MODBUS.....	25
Tabla 7-1 Tabla de correspondencias de registros de MODBUS.....	25
Tabla 8-2 Características técnicas de la placa del motor.....	32
Tabla 9-2 Características técnicas del CFW500.....	35
Tabla 10-2 Características de los puertos de comunicación de la tarjeta.	37
Tabla 11-2 Parámetros de configuración Modbus RTU en el dispositivo esclavo.	39
Tabla 12-2 Señales de monitoreo elegidos de acuerdo al parámetro de fábrica.	43
Tabla 13-2 Parámetros de control y monitoreo en dispositivo Epack1Ph.....	44
Tabla 14-2 Prueba de validez por criterio concurrente por medio del coeficiente de Pearson entre un multímetro Truper MTU-202, el sistema scada y el variador de frecuencia CFW500.	46
Tabla 15-2 Prueba de validez por criterio concurrente por medio del coeficiente de Pearson entre un multímetro Truper MTU-202, el sistema scada y el driver Epack-1PH.....	48
Tabla 16-2 Tipos de Tags dentro de Ignition.	53
Tabla 17-3 Calculo del flujo magnético de acuerdo a valores de tensión leídos y una frecuencia estable.....	62
Tabla 18-3 Rango de alarmas en un tiempo de toma de datos igual a cuatro horas.....	65
Tabla 19-3 Listado de los componentes y costos para cada una de las cargas que integran el Sistema Scada para un mantenimiento predictivo.....	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 (a) Circuito carga inductiva (b) Formas de voltaje y corriente para una carga L.....	7
Figura 2-1 Clasificación de fallas en motores de inducción	10
Figura 3-1 Comportamiento de la corriente en un motor de inducción	12
Figura 4-1 Desviación de la tensión y frecuencia en las zonas A y B.	14
Figura 5-1 (a) Circuito con carga resistiva, (b) Formas de onda del voltaje y corriente para una carga resistiva.....	16
Figura 6-1 Disposición típica de resistencias calóricas directa-indirecta.	16
Figura 7-1 Elementos de un enlace de datos entre dos dispositivos.	20
Figura 8-1 Arquitectura básica del protocolo MODBUS.	22
Figura 9-1 Trama de envío en el modo de transmisión ASCII	23
Figura 10-1 Trama de envío en el modo de transmisión RTU.....	23
Figura 11-1 Comunicación maestro- esclavo bajo ModBus.	24
Figura 12-1 Ejemplo de tramas de petición y respuesta de MODBUS-RTU.	26
Figura 13-2 Diagrama de Bloques de Metodología.	31
Figura 14-2 Esquema de comunicación de la etapa de hardware de una carga inductiva.	31
Figura 15-2 Esquema de comunicación de la etapa de hardware de una carga resistiva.	32
Figura 16-2 Motor TT-ASEA Modelo MT80A19-6.....	33
Figura 17-2 Conexión delta del motor.	33
Figura 18-2 Resistencia Tubular tipo M 600W.....	34
Figura 19-2 Variador de frecuencia CFW500 WEG.....	34
Figura 20-2 Controlador SCR EPack compacto.	36
Figura 21-2 Tarjeta de comunicación.	37
Figura 22-2 Cableado de comunicaciones por medio de puerto RJ-45.....	37
Figura 23-2 Red de comunicación entre un dispositivo maestro-esclavo de una carga resistiva.	38
Figura 24-2 Interfaz convertora RS-485 a RS-232 HEXIN 485.	39
Figura 25-2 Parámetros de configuración para la comunicación en Ignition.....	41
Figura 26-2 Red de comunicación entre un dispositivo maestro-esclavo de una carga resistiva.	41
Figura 27-2 Parámetros de referencia del dispositivo Epack en Itools.	42
Figura 28-2 Configuración de comunicación ModbusTCP en Ignition.....	42
Figura 29-2 Estructura de funcionamiento del CFW500.	45
Figura 30-2 Toma de medidas de corriente con un multímetro Truper MTU-202 y el sistema Scada con el motor en marcha sin carga.	45
Figura 31-2 Circuito de potencia para una carga resistiva por medio de SCR.	47
Figura 32-2 Toma de medidas de corriente con un Multímetro Truper, en una carga resistiva con referencia a el sistema Scada y el dispositivo Epack-1PH.	47
Figura 33-2 Disparo Burst para la activación de la compuerta del SCR.....	48
Figura 34-2 Diagrama de navegación a través del sistema Scada.....	50
Figura 35-2 Registro de nuevos usuarios dentro del sistema scada.	51
Figura 36-2 Asignación de la planta a un nuevo usuario.	52
Figura 37-2 Plantas creadas de manera automática.	52
Figura 38-2 Scada de la planta Banco de Hielo.	53
Figura 39-2 Opc-tag correspondiente a la variable de lectura de la corriente del motor.	54
Figura 40-2 Diagrama de notificaciones y redirección global de alarmas para carga inductiva y resistiva.	55
Figura 41-2 Acciones de envío de reporte por medio del servidor smtp(e-mail).	56

Figura 42-2 Ingreso al sistema scada por medio de un teléfono móvil con sistema operativo Android 5.3	57
Figura 43-3 Gráfica de la corriente en tiempo real (Arranque del motor sin carga).....	59
Figura 44-3 Gráfica de corriente en tiempo real bajo prueba con carga.	60
Figura 45-3 Representación de la tensión en tiempo real (arranque sin carga).	60
Figura 46-3 Representación de la tensión en tiempo real (arranque con carga sin subtensión). 61	
Figura 47-3 Alarma de "Desequilibrio_tension_baja" activa en la tabla de estados.....	61
Figura 48-3 Eventos generados por la activación de la alarma de “Falla de Tensión”.....	61
Figura 49-3 Estado de alarma "Desequilibrio_tension_negativa" como limpia.	62
Figura 50-3 Notificación de alarma activa “Desquilibrio_tension_negativa” por servicio de correo smtp.....	62
Figura 51-3 Flujo magnético calculado a partir de los valores en tiempo real de voltaje y frecuencia.....	63
Figura 52-3 Señal de corriente Irms o eficaz de la carga.	63
Figura 53-3 Señal de voltaje rms o eficaz de la carga.....	64
Figura 54-3 Señal supervisada de la tensión de la red.	64
Figura 55 Acciones de envío de reporte por medio del servidor smtp(e-mail).....	53

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	10
Ecuación 2	13
Ecuación 3	13
Ecuación 4	13
Ecuación 5	14
Ecuación 6	58

INDICE DE ABREVIATURAS

IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

MCSA: Análisis de la forma de corriente del motor.

NEMA: Asociación de electricidad y Manufactura.

DTE: Equipo Terminal de Datos.

DCE: Equipo de Comunicación de Datos.

OPC-UA: Estándar de comunicación en el campo de control y supervisión de procesos industriales.

ERP: Sistema informático de gestión empresarial.

MES: Sistema de ejecución de manufactura.

SCADA: Supervisión, Control y Adquisición de Datos.

CIM: Fabricación e ingeniería integradas en computadoras.

DCE: Equipo de comunicación de datos.

RS-232: Estado recomendado 232/EIA para intercambio de datos.

RS-485: Estado de comunicación multipunto EIA-485.

TCP: Protocolo de control de transmisión.

TCP/IP: Protocolo de control de transmisión/ Protocolo de internet.

OSI: Interconexión de sistemas abiertos.

ISO: Organización internacional de la normalización.

ASCII: Código Estándar Americano para el intercambio de información.

RTU: Unidad de terminal remota.

CBM: Mantenimiento por condición.

UDT: Instancias del tipo definidas por el usuario.

RESUMEN

Se desarrollo un sistema scada bajo la plataforma de Ignition, que permite la supervisión y control de cargas inductivas y resistivas para un mantenimiento predictivo, de manera local y remota por medio del acceso a la aplicación mediante dispositivos móviles o cualquier ordenador que pueda ejecutar aplicaciones Java. Gracias al uso de un OPC-UA como moderador de comunicaciones industriales, y de dispositivos que posean el protocolo MODBUS se ha logrado la recolección de información de manera óptima y su posterior análisis. Cada variable supervisada es almacenada dentro de una base de datos en MySQL, permitiendo generar graficas de comportamiento de las mismas, en donde Ignition provee la opción de graficas históricas, que permiten al operador desplazarse desde el origen de recolección de datos, dando de esta manera a conocer si en alguna fecha específica el sistema registro algún valor que requiera la atención del personal. Con el objetivo de ser un apoyo para el personal de mantenimiento, el sistema scada desarrollado para mantenimiento predictivo se basa en la comparación de las variables eléctricas supervisadas con referencia a datos fijos de funcionamiento denominados setpoint, los cuales son previamente calculados, tales como la potencia, el rendimiento, voltaje de sobretensión y subtensión, corriente de sobrecarga y flujo magnético, varios de estos datos han sido tomados de la placa de información de cada carga. Con el desarrollo del scada se ha implementado la notificación de alarmas por medio de servidores smtp en tiempo real y programado, se incluye como documentación técnica para los operarios o personal a cargo la generación de reportes en el que se añade el estado en el que se encuentra el motor de acuerdo al rango de alarmas generadas. Se recomienda que el personal de mantenimiento analice e interprete las gráficas y datos generados en el reporte.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TECNOLOGÍA DEL CONTROL AUTOMÁTICO>, <MANTENIMIENTO PREDICTIVO >, <ADQUISICIÓN Y MONITOREO DE DATOS>, <IGNITION (SOFTWARE)>, <MODBUS RTU (PROTOCOLO DE COMUNICACIONES)>, <MAPA MODBUS >, <PROTOCOLO RS-232>.

SUMMARY

A scada system was developed under the Ignition platform, which allows the supervision and inductive control and resistive loads for predictive maintenance, locally and remotely through access to the application through mobile devices or any computer that can run Java applications. So that to the use of an OPC-UA as moderator of industrial communications, and of devices that have the MODBUS protocol, the collection of information has been achieved optimally and its subsequent analysis. Each monitored variable is stored within a database in MySQL, allowing to generate graphs of their behavior, where Ignition provides the option of historical graphs, which allow the operator to move from the data collection source, giving, of this way to know if in some specific date the systems register some value that requires the attention of the personnel. In order to be a support for maintenance personnel, the scada system developed for predictive maintenance is based on the comparison of the electrical variables monitored with reference to fixed operating data called setpoints, which are previously calculated, such as power, performance, voltage overvoltage and undervoltage, overload current and magnetic flux, several of these data have been taken from the information plate of each load. With the development of the scada alarm notification has been implemented through smtp servers in real time and scheduled, it is included as technical documentation for operators or staff in charge of the generation of reports in which the state is added, it finds the motor according to the range of alarms generated. It is recommended that maintenance personnel analyze and interpret the graphs and data generated in the report.

KEYWORDS: <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <AUTOMATIC CONTROL TECHNOLOGY>, <PREDICTIVE MAINTENANCE>, <ACQUISITION AND DATA MONITORING>, <IGNITION (SOFTWARE)>, <MODBUS RTU (COMMUNICATIONS PROTOCOL)>, <MODBUS MAP >, <PROTOCOL RS-232>.

INTRODUCCION

Se estima que la mitad de la energía eléctrica generada es absorbida por el sector industrial y comercial, y cerca de las dos terceras partes de la utilizada en la industria es consumida por motores y resistencias calóricas (Gardel Sotomayor, 2013).

El segmento de la industria consume cerca de 46,7% del total de la energía producida a nivel mundial, dentro del segmento industrial las áreas de mayor consumo están representadas por un 68% para equipos de accionamiento como motores y 16% para equipos de calentamiento directo como resistencias de calentamiento(Cancela, 2012).

Desde su invención en el siglo XIX, el motor de inducción “eléctrico” ha sido muy importante dentro de la industria. Todo esto debido a todas sus aplicaciones y diversas ventajas dentro de la misma, entre las que se pueden mencionar, tamaño y peso reducido, versatilidad de construcción, la no emisión de contaminantes y sus altos niveles de rendimiento. En la actualidad se puede encontrar estos motores en diversas aplicaciones como correas transportadoras, bombas, ventiladores, elevadores y muchas otras aplicaciones (Electro Idustria, 2014).

Al transformar la energía eléctrica en energía mecánica, la potencia consumida por el motor eléctrico está constituida por las pérdidas electromagnéticas y mecánicas, están alcanzan del 5 al 25% de la potencia de entrada. La operación y conservación de los motores en la industria representa uno de los campos más fértiles de oportunidades en el ahorro de energía (General, 1992: pp.4-5).

En una carga resistiva aproximadamente el 100% de la potencia eléctrica es transformada en potencia térmica en el caso de una resistencia calórica. Al tratarse de una carga lineal, toda carga resistiva presenta una robustez eléctrica al momento de considerar pérdidas eléctricas en la misma, de acuerdo a trabajos prácticos en el área de fabricación de resistencias calóricas para aplicaciones industriales Rodolfo Vega ingeniero de la Empresa Ecuatoriana Omega menciona que las cargas resistivas por su constitución química y reacción eléctrica son muy estables ante efectos de una mala alimentación o causas de origen eléctrico. Afirma que no es necesario la incorporación de un plan de mantenimiento predictivo para este tipo de cargas(Ing. Rodolfo Vega, 2017).

Antecedentes

El ahorro de energía comienza desde la selección apropiada de la carga. En el caso de una carga inductiva como un motor, se deberá tomar en cuenta los diferentes factores, tales como: carga, condiciones ambientales de operación, eficiencia, factor de potencia, costo de energía y duración del motor (General, 1992: pp.4-5). En el área de la Industria especialmente la mecánica se ha visto bajo la influencia determinante de la electrónica, la automática y las telecomunicaciones, exigiendo mayor preparación en el personal, no solo desde el punto de vista de la operación de la maquinaria, sino también desde el punto de mantenimiento industrial. Es decir, la industria tiene que distinguirse por una correcta explotación y un oportuno mantenimiento que constituyen vías decisivas para cuidar la vida de los equipos (Labaïen et al., 2009: p.3).

Todo esto ha llevado a reemplazar el mantenimiento clásico basado en la sustitución programada de piezas susceptibles de sufrir una avería, lo cual provoca un desaprovechamiento en el uso de estas máquinas, hecho que va en contra de la reducción de costes para la industria, por un mantenimiento que ha evolucionado hacia la vigilancia y control de determinados parámetros o variables de funcionamiento, que ayudan a determinar posibles fallas en cortos lapsos de tiempo (Gardel Sotomayor, 2013).

Formulación del problema

¿No poder diagnosticar las fallas en las cargas a tiempo para evitar los problemas de reparación o cambio de equipos en una planta representa costes demasiado altos?

Sistematización del problema

¿Puede un sistema de mantenimiento predictivo basado en Ignition reducir los costes de inversión por cambio o fallas en motores eléctricos y cargas resistivas?

¿Se puede diagnosticar el 40% de las variables que ocasionan las fallas en un motor eléctrico o una carga resistiva?

¿Se puede reducir los tiempos en que el diagnóstico oportuno y la intervención del personal de mantenimiento pueda evitar fallas irreversibles en el equipo?

Justificación

Los motores de inducción de jaula de ardilla son los más usados dentro de las distintas áreas de la industria, aunque de manera general han sido considerados como máquinas con un nivel de fallas muy bajo, ya que por sus características de construcción estos son bastante robustos, y, por

tanto, los que menor mantenimiento requieren (Gardel Sotomayor, 2013: p.15). De acuerdo a datos del Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos del Ecuador, actualmente el sector Industrial consume el 42% de la total de la energía producida en el país (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2013: p.169).

Según estudios realizados por IEEE y EPRI entre un 35% y un 45% de las fallas en los motores se deben a problemas eléctricos y, por ello, es indispensable supervisar y crear históricos de las condiciones de alimentación, parámetros del motor, carga e interacción entre ellas. De esta forma, podemos planificar una parada programada de la máquina y realizar trabajos menores de reacondicionamiento en el lugar de otros más costosos, como el rebobinado o el reemplazo total. Esto, sin mencionar las pérdidas en producción por paradas no programadas (Gentileza de Baker, 2009:pp.1-6). Por lo que la determinación de su estado de funcionamiento mediante métodos no intrusivos presenta un evidente interés a la hora de evitar paradas debido a fallos (Climente Alarcón, 2012: pp.33).

Justificación teórica

El Mantenimiento predictivo de motores eléctricos dentro de la planta de producción tiene como objetivo la supervisión de los equipamientos en operaciones normales, de forma que sea detectado cualquier síntoma de anomalía que pueda ocasionar algún deterioro dentro del motor. La determinación del estado de los equipos en operación constituye una de las técnicas importantes dentro del Mantenimiento predictivo y son utilizadas para la estimación y seguimiento; en consecuencia, las empresas necesitan contar con un confiable análisis de tendencias o cambios de condición de sus equipos, es decir diagnosticar una eventual probabilidad de falla por la supervisión de parámetros sensibles, en vez de sustituir el componente con tiempo de vida útil (Nicolás Zorotovic, 2009:pp.1-2).

En vista de los sistemas SCADA que en la actualidad operan en las empresas, las mismas que tienen muchas limitaciones en cuanto a licenciamiento, exigen una compleja instalación y mantenimiento: Tal como se muestra en la tabla *Comparación de Sistemas Scada 1* donde se compara los Sistemas más usados en la actualidad, tomando en cuenta factores que determinan su uso tales como son: Costo de licenciamiento, número de tags permitidos, número de pantallas y su uso dentro de plataformas múltiples. Se ha elegido al Scada Ignition como el más óptimo para poder resolver las limitaciones ya mencionadas.

Comparación de Sistemas Scada 1

SCADA/HMI	Nº Tags	Nº Pantallas	Licencia Básica	Licencia Completa	Plataforma
Factory	Ilimitadas	25	6500 USD	28000 USD	Windows
InTouch	1000	Ilimitado	2800 USD	22000 USD	Windows
Lockout	200	4	2445 USD	15000 USD	Windows
Ignition	Ilimitados	Ilimitados	2000 USD	12000 USD	Mac, Windows Linux

Realizado por: Edwin Herrera

Fuente: ASEcuador,2016

Los profesionales de Open Automation en una de sus publicaciones mencionan que, INDUCTIVE AUTOMATION se ha visto en la obligación de crear un sistema robusto que no tenga restricciones de licencias y mucho menos con el número de clientes en línea, surge un nuevo SCADA IGNITION capaz de procesar datos de manera eficiente y poder diagnosticar un fallo a tiempo en las cargas. El poder contar con un sistema integrado de SCADA-MES-OPCUA representa el futuro de las automatizaciones industriales y un aporte de gran importancia para reducir de manera notable el deterioro de los motores dentro de su funcionamiento, en donde IGNITION es en la actualidad uno de los productos más prometedores pues ha sabido fusionar de manera idónea los sistemas scada-clásicos con las nuevas tecnologías en la Nube y servidores Web-Base de Datos(Open Automation | Novedades | On line process supervision SMART FACTORY, 2014:pp.1-2).

En conclusión, con el presente trabajo se pretende brindar un moderno Sistema Scada que logre evitar pérdidas económicas no deseadas en la empresa por paros no programados.

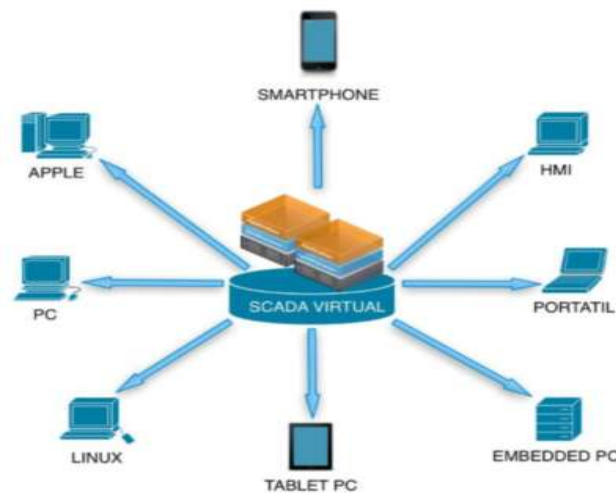
Justificación aplicativa

Una disminución del voltaje nominal de alimentación generará un incremento en los niveles de corriente que necesitará el motor para entregar la potencia nominal, elevando la temperatura y deteriorando el aislamiento del mismo. De igual modo, un desbalance en los voltajes de alimentación también generará calor en el motor debido a corrientes de secuencia negativa en el estator (Gentileza de Baker, 2009:p.1).

Las mediciones de corrientes, voltajes y potencias no son suficientes para determinar una sobrecarga en el motor. La norma NEMA MG-1 II 14.36 especifica el nivel de carga permitido ante la presencia de desbalances de voltajes en la alimentación al motor. El cálculo del Factor de Servicio Efectivo identifica los niveles apropiados de carga para evitar sobrecalentamiento en los

devanados. Un incremento de 10°C en la temperatura reduce a la mitad la vida útil del aislamiento del motor (IEEE 43-2000) (Gentileza de Baker, 2009: p.1).

La pendiente del Desarrollo Industrial exige cada vez más rapidez y precisión en la toma de decisiones en cuanto a Producción-Recursos. Por lo cual el uso de los clásicos sistemas scada está muy limitados tanto en tratamiento de datos como en cobertura estándar, sistemas creados para plataformas de Windows y versiones específicas se pierden en el horizonte frente a sistemas multiplataforma basados en JAVA que pueden ser usados inclusive en dispositivos móviles como celulares, tablets etc.



Esquema General Sistema Scada Integrado 1

Fuente:(Tecno Ingenieria Industrial S. A. C., 2008).

Ignition es una *software* Scada que integra de manera robusta el tratamiento de grandes cantidades de datos gracias a la inmersión de motores como SQL-MySQL-ORACLE entre otros, de igual manera la capacidad de trabajar con un moderno OPC-UA que alberga las marcas de PLC más conocidas y usadas a nivel Industrial así como herramientas muy eficientes para tratar datos como la Trazabilidad de Datos que se funciona con un adecuado sistema de alarmas que es usado para sistemas predictivos de nuestros procesos y equipos(Tecno Ingenieria Industrial S. A. C., 2008).

Objetivos:

Objetivo general

Controlar y Monitorear Cargas Inductivas y Resistivas para el Mantenimiento Predictivo, Utilizando un Sistema Scada Mediante Ignition.

Objetivos específicos

- Diseñar e implementar una planta prototipo, para poder realizar un análisis técnico para el mantenimiento, consumo de las cargas, y su posterior diagnóstico de funcionamiento.
- Lograr la adquisición y un manejo adecuado de las señales a estudiar, por medio de la implementación de interfaces electrónicas y protocolo de comunicación Modbus.
- Desarrollar e implementar un SCADA con control de acceso basado en niveles y un sistema dinámico de variadores de frecuencia bajo la plataforma IGNITION.
- Analizar los resultados obtenidos y mediante ensayos de “prueba y error”, establecer referencias de funcionamiento.
- Determinar las causas fundamentales de fallas de acuerdo a las técnicas de mantenimiento predictivo y proveer de un reporte dinámico al personal encargado junto a un sistema de alarma real e histórico.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Es necesario conocer, definir e identificar todos los aspectos que involucran el desarrollo de un sistema scada, el mantenimiento predictivo, tratamiento de datos y la aplicación de nuevas tecnologías. El conocimiento del tema permitirá el desarrollo de un sistema scada que cumpla con el objetivo planteado, por lo que en el presente capítulo se hace la introducción a diferentes aspectos que se deben tomar en cuenta.

1.1 Tipos de cargas eléctricas

En una red o circuito eléctrico a los elementos pasivos se los conoce como cargas, ya que por medio de ellos la energía eléctrica se consume dependiendo de la intensidad de corriente que circule en los mismos, por lo que a dicha corriente se la conoce como corriente de carga de características resistiva, inductiva o capacitiva (Francisco et al., 2009:pp.40-44).

1.2 Cargas inductivas

Son las más usadas dentro de las industrias comprendiendo un 40% del total de su funcionalidad.

Estas cumplen con las características que presenta el inductor o bobina que almacena y consume la energía eléctrica convirtiéndola en energía magnética por medio del campo magnético que genera al circular corriente eléctrica por él.

Una forma peculiar del voltaje y la corriente se puede verificar en la **Figura 1** donde se muestra que la corriente se retrasa a la del voltaje un ángulo $\phi = -90^\circ$, es decir que existe un desfase negativo.

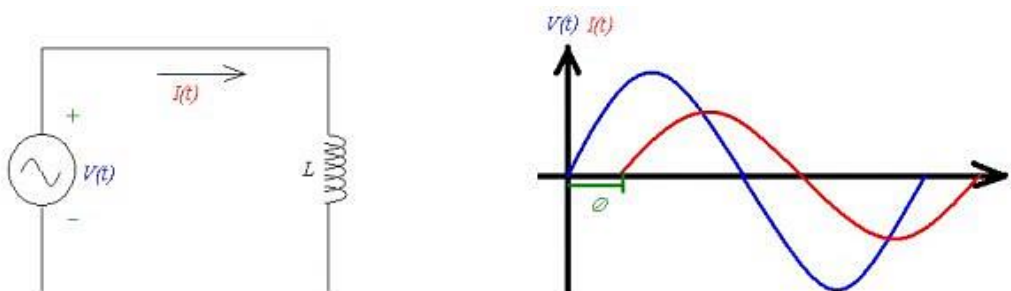


Figura 1-1 (a) Circuito carga inductiva (b) Formas de voltaje y corriente para una carga L.
Fuente: (Francisco et al., 2009:pp.40-44).

1.3 Motor eléctrico

Son máquinas que convierten la energía eléctrica en energía mecánica rotacional. Existen tres tipos de motores eléctricos: asíncronos o de inducción, síncrono y de corriente continua. Todas ellas también presentan la propiedad de ser reversibles funcionando como generadores de energía eléctrica.

Sin lugar a dudas el rendimiento de las maquinas eléctricas es muy alto, pero presentan muchas pérdidas, lo que lo hacen calentarse y por ende elevar su temperatura. Este suceso es muy crítico e importante pues el aislamiento del bobinado se deteriora con la temperatura, y con esto la vida útil de la máquina.

Si mejoramos la calidad de alimentación, esto podría reducir notablemente el rendimiento y con ello la potencia.

Según los datos de la NEMA, se clasifica a los motores de acuerdo a el tipo de servicio que estos prestan como servicio continuo, servicio temporal, servicio intermitente y servicios interrumpidos. NEMA establece que la clase de aislantes sobre los cuales se ha trabajado con mayor frecuencia en los motores según la temperatura máxima que pueden soportar sin degradarse, son los mostrados en la **Tabla 1** (Enrique et al., 2009:pp.1-5).

Tabla 1 Clases de aislamiento según la NEMA.

Aislamiento	Temperatura máxima
Clase Y	90°C
Clase A	105°C
Clase E	120°C
Clase B	130°C
Clase F	155°C
Clase H	180°C
Clase C	>180°C

Realizado por: Edwin Herrera, 2018

Fuente: (Enrique et al., 2009:p.5)

1.4 Tipos de motores

Los motores se pueden dividir en dos tipos:

Motor de Corriente Continua

- Motor de excitación independiente
- Motor de excitación en serie
- Motor de excitación(shunt) o derivación

- Motor de excitación compuesta (compound)

Motor de Corriente Alterna

- Motores síncronos
- Motores asíncronos
 - Monofásicos
 - Trifásicos(Iglesias Vasco and Abarca Sigcho, 2014:p.44).

1.5 Fallas comunes en motores de inducción

Aunque los motores de inducción son muy confiables, también son muy susceptibles a fallas tanto eléctricas como mecánicas. Las fallas eléctricas agrupan cortocircuitos entre espiras del devanado del estator, circuitos abiertos en los devanados del estator, barras del estator rotas, anillos rotos. Dentro de las fallas mecánicas se incluyen, fallas en los rodamientos y excentricidades del rotor(Esteban et al., 2015:p.19).

El motor eléctrico de inducción es uno de los elementos más exigidos en los procesos de producción, pero solo en el momento en que se presenta una falla y como consecuencia se experimenta una parada no programada, se le da la debida atención. Año tras año miles de empresas en todo el mundo pierden una gran cantidad de tiempo y dinero como consecuencia de estos problemas(Peña Gonzales et al., 1994:pp.71-72). Estudios recientes indican que cerca del 90% de las fallas en las maquinas ocurren a raíz del funcionamiento incorrecto de los componentes internos (Castelli and Andrade, 2008:pp.9-17).

Estudios realizados por la empresa Motortico, en cuanto a fallas en motores eléctricos los cuales, en consecuencia, de esos resultados se puede decir que se dividen en 3 grandes grupos, como lo son: 1) fallas eléctricas (33%); 2) fallas mecánicas (31%); y fallas por razones ambientales y de mantenimiento-otras (36%). Es decir, el motor es más afectado por fallas eléctricas y mecánicas que por otras razones(Motortico, 2016:p.2).

La historia del diagnóstico de fallas surgió de manera aleatoria al inicio de las mismas, de manera que estas necesitaban un correcto mantenimiento y montaje para así prevenir fallas posteriores, evitando de esta manera un paro no programado e incurrir en un mantenimiento correctivo. Por este motivo, muchos de los fabricantes de motores eléctricos incurrieron en la necesidad de desarrollar protecciones simples y baratas como sobretensiones, sobre-corrientes, falla a tierra, control de temperatura entre otras de menor relevancia.

Con el paso del tiempo es indispensable contar con un buen sistema o proceso de mantenimiento fiable que alargue el tiempo de vida de los motores, de manera que esto no pueda incurrir en paros

incensarios de las máquinas, ahorrando tiempo, recurso económico, y evitando riesgos para el personal.

En base a un artículo realizado por la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) el cual se enfoca sobre una encuesta u análisis realizado a instalaciones industriales y comerciales, en donde se pudo identificar las fallas más comunes y su distribución. Con los resultados adquiridos IEEE pudo concluir que las fallas de mayor recurrencia en un motor son de origen eléctrico y el resto a fallas tanto mecánicas como externas como se muestra en la **Figura 2** (Carballo Guerrero, 2011:pp.29-30).



Figura 2-1 Clasificación de fallas en motores de inducción

Realizado por: Edwin Herrera, 2018

Fuente: (Basak & Tiwari, 2006) citado en (Castellanos Villa and Sotomayor Cardenas, 2016:p.16).

1.5.1 Fallas eléctricas

Las fallas en los devanados del estator, son muchas de las veces ocasionadas por fallas en el aislamiento entre las espiras que sufren deterioro por una falla de origen eléctrico. Las corrientes inducidas por esta falla producen sobrecalentamiento y causan un desbalance en el flujo magnético. Si la falla no es detectada a tiempo, esto puede causar daños en el aislamiento del estator hasta desembocar en fallas críticas e incluso causar vibración excesiva, fallas en los cojinetes y adicionalmente se puede presentar fallas por conexiones incorrectas de los devanados estatoricos(Morales Mariño, 2007:p.23).

El voltaje y la frecuencia están relacionados directamente con el flujo magnético como se muestra en la **Ecuación 1** de flujo magnético.

Ecuación 1

$$flujo(\Phi) \approx \frac{Voltaje}{frecuencia}$$

Donde, el flujo magnético generado en el motor es directamente proporcional al voltaje aplicado; si existe una reducción del voltaje, esto provoca una reducción en el flujo magnético. Por otra parte, si existen variaciones de la frecuencia y el voltaje permanece relativamente constante, esto provoca aumentos del flujo magnético.

1.6 Métodos de análisis para motores de inducción

Existen diversos métodos invasivos y no invasivos para la detección de fallas utilizando técnicas de análisis de datos de origen eléctrico, mecánico o químico, entre los cuales se pueden tomar en consideración los más relevantes como lo son: análisis de vibraciones, análisis de la señal de corriente (MCSA), calidad de la alimentación, análisis de temperatura y análisis de partículas. En la **Tabla 2** se puede muestra una comparación entre los 5 métodos de diagnóstico para motores de inducción con referencia a 4 de las causas más comunes de fallas en un motor como cortocircuito del estator, rotura de barras, excentricidad y rodamientos (Castelli, Fossati and Andrade, 2008:pp.9-15).

Tabla 2-1 Comparación de métodos de diagnóstico para mantenimiento predictivo.

Método	Cortocircuito del estator	Rotura de barras	Excentricidades	Rodamientos
Vibración	NO	SI	SI	SI
MCSA	SI	SI	SI	SI
Calidad de Alimentación	SI	_____	_____	_____
Temperatura	SI*	NO	NO	SI
Partículas	NO	NO	NO	SI*
*Posibilidad de indicar indicio de falla				

Realizado por: Edwin Herrera, 2018
Fuente: (Castelli, Fossati and Andrade, 2008:p.10)

1.6.1 Análisis de variables eléctricas (MCSA)

Su primer uso registrado se dio en una investigación en Gran Bretaña entre los años de 1970 y 1980, como resultado se precisó que observando el contenido en frecuencia de la corriente de alimentación de un motor trifásico de Inducción se pudo determinar el estado de funcionamiento de ciertos componentes(Morales Mariño, 2007:p.18).

El análisis de las características que posee la corriente, voltaje y frecuencia de un motor de inducción, es una técnica de supervisión que se usa para evaluar la condición de los motores eléctricos, este método tiene la característica de no necesitar detener la planta, y aprovecha las características de las señales que producen mientras el motor está en plena función(Castellanos Villa and Sotomayor Cardenas, 2016:p.24). En base a pruebas realizadas y a datos ya obtenidos se conoce que cuando existen diversas fallas en el motor de inducción, el valor tanto de la

corriente, voltaje y frecuencia se ven afectados de manera muy considerable que pueden ser usadas como indicadores de estas.

Un motor puede ser arrancado por medio de un proceso de dos etapas como se muestra en la **Figura 3**, en las cuales se contempla la etapa de arranque (transitorio) y de estado estable (permanente). La etapa de arranque indica que el motor está en un estado transitorio de funcionamiento en el cual la corriente supera el valor nominal en un rango de 10 a 20 veces su valor, en esta etapa el motor intenta alcanzar su velocidad nominal y para lograrlo incrementa el consumo de corriente en lapsos de tiempo muy cortos que pueden ser desde los milisegundos hasta los minutos, esto depende de la dinámica de la carga. La etapa de estado estable está definida como la corriente consumida por el motor a plena tensión con el rotor trabado, sin posibilidad de giro. En el caso de motores NEMA la identificación que aparece en la placa que indica la corriente de rotor bloqueado es la Letra de Código, que comprende el rango desde la letra A hasta la letra L, en caso de contar con la existencia de este código se asume un valor superior a 6 veces y menor a 10 veces la corriente nominal (MOTORTICO, 2013).

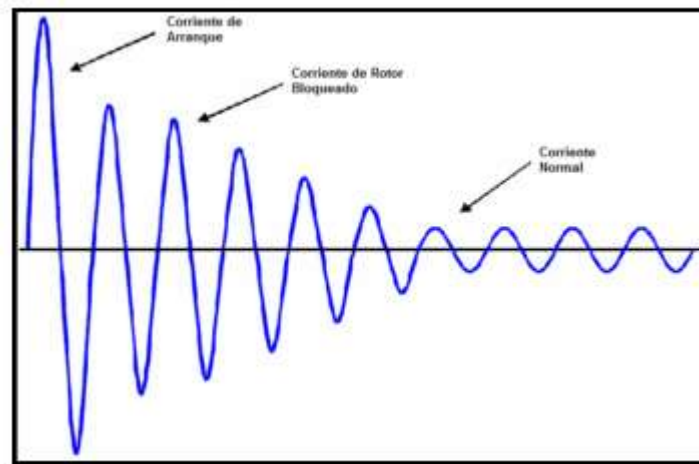


Figura 3-1 Comportamiento de la corriente en un motor de inducción
Fuente: (MOTORTICO, 2013)

1.6.2 Características del MCSA

El MCSA tiene varias características que se son las siguientes (Morales Mariño, 2007):

- Tiene la capacidad de hacer supervisión no invasiva “es decir sin detener el motor”.
- El diagnóstico mediante MCSA, puede ser realizado rápidamente y tan frecuentemente como desee y por personal con conocimientos básicos, usando equipos simples de computo.
- Útil para máquinas de alta y baja potencia.
- En máquinas trifásicas, solo se debe analizar una de las 3 líneas.
- Usando MCSA se puede analizar de manera conjunta tanto el voltaje como la corriente.

1.6.3 Calidad de la alimentación

La alimentación de los motores de inducción especialmente los trifásicos, sufren una causa de fallo muchas veces ignorada por los técnicos encargados del mantenimiento de los mismos. Cuando los voltajes de línea que van al motor trifásico no están balanceados de manera correcta se origina un desbalance en la corriente del bobinado estatórtico. Este proceso se asemeja a introducir una tensión de secuencia negativa, lo que provoca que se produzca un giro en sentido opuesto al que giraría si la tensión fuera balanceada(Ciro and Oqueña, 2004;p.1). El estándar NEMA recomienda que para que un motor de inducción funcione de manera adecuada sin alterar de forma brusca su funcionamiento, el porcentaje de desequilibrio de voltaje no debe ser superior al 10% como se muestra en la **Ecuación 2** de desequilibrio de la tensión. En la **Ecuación 3** de voltaje de sobretensión se muestra la expresión que permite calcular el voltaje de sobrecarga, lo cual indica que la tensión ha dejado de ser adecuada y es considerada como un mala alimentación (Bethel, 2005).

Ecuación 2

$$\%desequilibrio \leq V_{nominal} * 0.10$$

Ecuación 3

$$V_{sc} = V_n \pm V_n * 0.10$$

En donde:

V_{sc} = Voltaje de sobrecarga.

V_n = Voltaje nominal.

Los efectos causados por una mala alimentación se ven directamente en el valor de la potencia y el rendimiento del motor de acuerdo a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de la potencia y la **Ecuación 5** del rendimiento.

Ecuación 4

$$P_{abs} = V_{abs} * I_{abs} * \sqrt{3} * fp$$

Donde:

P_{abs} = Potencia absorbida por la carga.

V_{abs} = Voltaje de alimentación.

I_{abs} = Corriente absorbida por la carga.

fp = Factor de potencia de la carga.

Para hallar el rendimiento del motor se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 5

$$n\% = \frac{P_u}{P_{abs}} \times 100$$

Donde:

$n\%$ = Rendimiento del motor.

P_u = Potencia útil de la carga.

P_{abs} = Potencia absorbida por la carga.

En base a la norma IEC60034-1, en donde se define el impacto provocado por las fluctuaciones de la tensión y frecuencia, se divide las combinaciones de estas en dos zonas A y B. En la **Figura 4-1** se muestra las zonas A y B en donde:

- Zona A: Desviación de tensión de $\pm 5\%$ y desviación de frecuencia de $\pm 2\%$.
- Zona B: Desviación de tensión de $\pm 10\%$ y desviación de frecuencia de $\pm 3\%$ a $\pm 5\%$

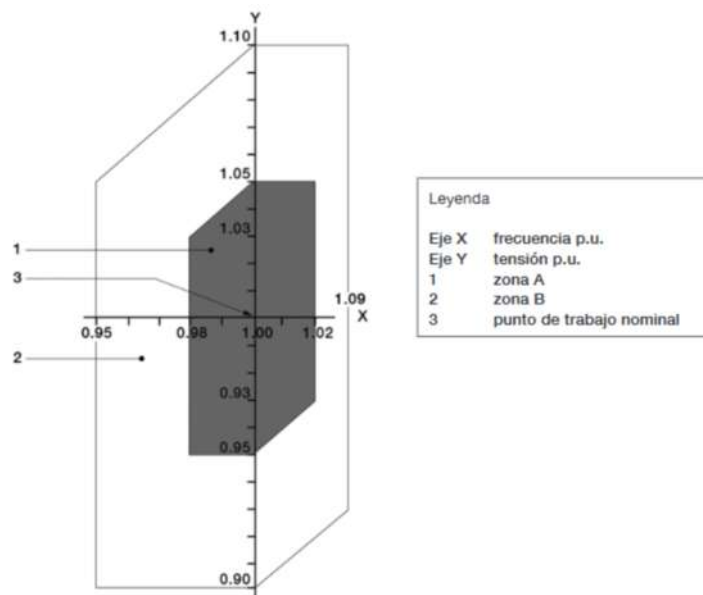


Figura 4-1 Desviación de la tensión y frecuencia en las zonas A y B.

Fuente: (ABB, 2014)

Los motores son capaces de suministrar el par nominal en ambas zonas de fluctuación, pero el aumento de temperatura será considerable, los motores pueden trabajar en la zona B, pero por cortos lapsos de tiempo (ABB, 2014). De acuerdo a la norma IEC 34-1 el motor eléctrico de inducción puede trabajar de manera satisfactoria con un desequilibrio de tensión de $\pm 10\%$ sobre

su valor nominal, siempre que su frecuencia se mantenga en el valor nominal. En el caso de que su frecuencia sea variable, la tolerancia de desequilibrio de tensión se reduce de manera que la suma de los dos porcentajes de desequilibrio (tensión y frecuencia) sea 10%. En la se muestra los efectos aproximados sobre las características del motor por una mala tensión, en donde se estima tres estados del desequilibrio de tensión tales como, desequilibrio de tensión de +20%, desequilibrio de tensión de +10% y desequilibrio de tensión de -10% (Hoffmann, 2004).

Tabla 3-1 Efecto aproximado de la variación de tensión

Desempeño del motor	Tensión + 20%	Tensión +10%	Tensión -10%
Par de arranque y par máximo	+44%	+21%	-19%
Corriente de arranque	+25%	+10% a +12%	-10% a -12%
Corriente a plena carga	-11%	-7%	+11%
Deslizamiento	-30%	-17%	+23%
Velocidad	+1.5%	+1%	-1.5%
Rendimiento	Aumento bajo	+1%	-2%
Factor de potencia	-5% a-15%	-3%	+1%
Temperatura	-5°C	-3°C	+6°C
Ruido magnético sin carga	Aumento perceptible	Aumento ligero	Disminución ligera

Realizado por: Edwin Herrera

Fuente: (Hoffmann, 2004)

1.7 Cargas resistivas

Son “cargas estándar” que tienen un seno perfecto, podemos observar estas cargas en circuitos de lámparas incandescentes, varias resistencias y calentadores. Este tipo de carga eléctrica generalmente no exigen equipos de protección específicos, tampoco requieren que los dispositivos de conmutación sean robustos. El comportamiento de las ondas de corriente y voltaje de este tipo de carga es bastante uniforme, con las curvas de variación proporcional, en donde la resistencia se mide por la unidad del SI en Ohm (RELECO, 2015:p.2). En las cargas resistivas como las lámparas incandescentes, calefactores, resistencias de carbón (es toda energía que se convierte en luz y calor) el voltaje y la corriente están en fase. En este caso, se tiene un factor de potencia unitario.

La característica de estas cargas es que el ángulo de desfase entre el voltaje y la corriente es cero, es decir, se encuentran en fase “también llamados circuitos lineales”, el efecto producido por la carga en función de la corriente en alterna se puede visualizar en la **Figura 5** donde se cuenta con la representación de un circuito resistivo y las curvas de comportamiento tanto de la corriente como del voltaje.

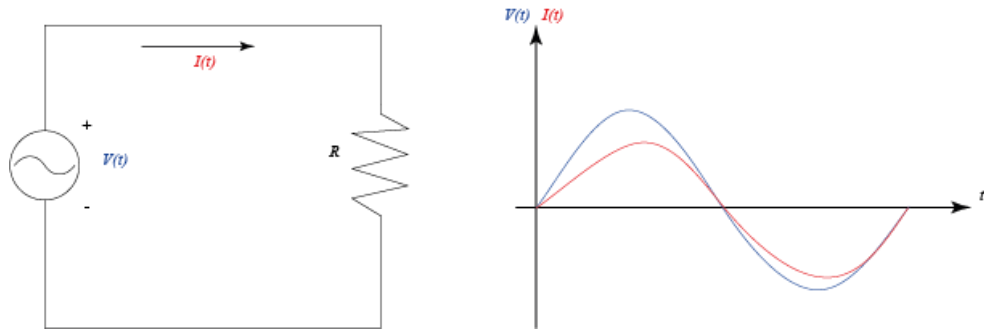


Figura 5-1 (a) Circuito con carga resistiva, (b) Formas de onda del voltaje y corriente para una carga resistiva.

Realizado por: Edwin Herrera, 2018

Fuente: Autor

1.8 Tipos de cargas resistivas calóricas

En este aspecto se tiene que las resistencias calóricas pueden ser tanto directas como indirectas de acuerdo a la aplicación en que sean utilizadas. Las resistencias de calentamiento directas cumplen con la función de transferir de manera directa el calor hacia la pieza a ser calentada por medio del contacto entre estos materiales diferencia de las resistencias indirectas que usan un medio físico como el aire, aceite, agua o cualquier otro fluido por medio de los métodos de transferencia de calor como radiación, convección o la combinación de los dos. En la **Figura 6** se muestra la forma básica de los dos tipos de resistencia calórica tanto directa como indirecta en una representación de aplicación (Cossio *et al.*, 2012).

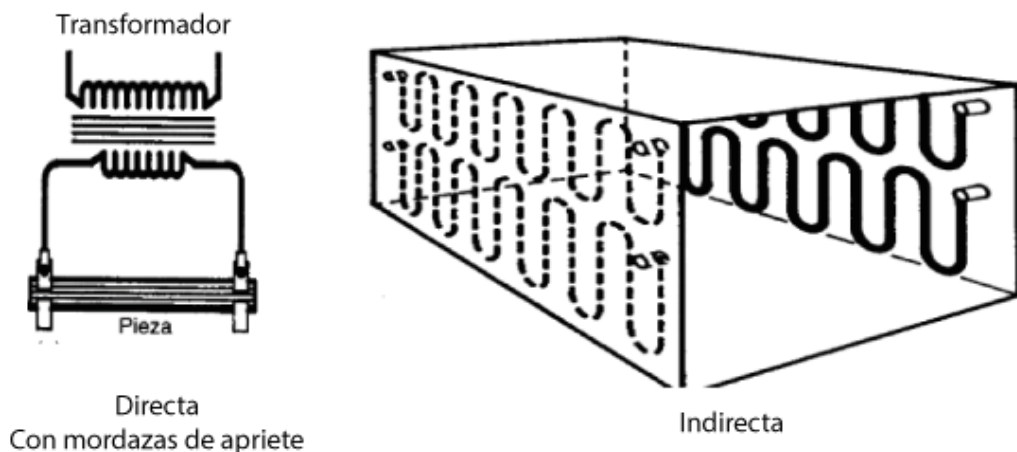


Figura 6-1 Disposición típica de resistencias calóricas directa-indirecta.

Fuente: (Cossio *et al.*, 2012)

Dentro del grupo de resistencias de calentamiento indirecto, se puede encontrar varios tipos como son:

- Metálicas
- No Metálicas

- Tubos Radiantes
- Resistencias Blindadas

1.9 Origen del mantenimiento industrial

Utilizado para denominar las técnicas utilizadas para el correcto y continuo uso de la maquinaria y servicios. El mantenimiento hace su aparición en el año 1925 donde se integra en la industria con el fin de diagnosticar con prontitud una falla antes de que esta ocurra o sea perjudicial. Se lo define como el control constante de las instalaciones o de los componentes, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento correcto del sistema. Entre los objetivos más relevantes que posee el mantenimiento industrial están las siguientes:

- Evitar, reducir y en su caso, reparar las fallas sobre los equipos.
- Disminuir la gravedad de las fallas inevitables.
- Evitar paros innecesarios de la maquinaria.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Reducir costes.
- Prolongar la vida útil de los equipos (Muños Abella, 2003:p.4).

1.10 Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente se cuenta con siete tipos de mantenimiento que se clasifican de dos maneras según el estado del activo y según la actividad realizada (Iglesias Vasco and Abarca Sigcho, 2012).

Según estado del activo

- Mantenimiento Operacional
- Mantenimiento Mayor

Según las actividades realizadas

- Mantenimiento Preventivo
 - Mantenimiento en uso (M.U.S)
 - Mantenimiento hard time (M.H.T)
 - Mantenimiento “on condition” (M.O.C)
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Detectivo

- Mantenimiento Proactivo

1.9.1 Mantenimiento Predictivo

Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo de un sistema bajo una monitorización continua, que permita la intervención correcta y a tiempo como consecuencia o respuesta de la detección de algún síntoma de fallo. Este tipo de mantenimiento es en la actualidad el más usado por sus prestaciones y ventajas al momento de ser implantado en un sistema (Muños Abella, 2003:p.7). También conocido como mantenimiento por condición (CBM), es un conjunto de técnicas y normas que permiten prever y anticipar la presencia de fallas en las máquinas de inducción.

Según José Luis González, Mg. Ing. Certificado Analista en Mantenimiento Estático y Dinámico (EE.UU.), el mantenimiento predictivo tiene distintas fases:

- La primera contempla la recolección de datos, la valoración de condiciones, las acciones de reparación o renovación y el diseño de rutinas de mantenimiento e inspección.
- La segunda contempla la ejecución o implantación de un programa de mantenimiento programado y la asignación de recursos por parte de la empresa, esta tiene una base de fiabilidad dependiendo de la cantidad de pruebas y ensayos que se hayan realizado para poder tener un más amplio rango de conocimiento en el área.

Luis Camila, director de las carreras de Ingeniería en Electricidad y Automatización Industrial de DuocUC y vicepresidente del Comité de Automatización y Control Industrial de AIE, agrega que la gran evolución que ha tenido el mantenimiento predictivo tiene una relación directa con la integración de las actividades de mantenimiento de las mismas empresas, y el desarrollo de nuevas y eficaces herramientas tanto para la adquisición como para el análisis de señales (Revista ElectroIndustrial, 2015:pp.9-10).

Desde el punto de vista técnico, una actividad de mantenimiento será considerada predictiva siempre y cuando se establezcan que:

- La medida adoptada sea no intrusiva, es decir que no intervenga en el funcionamiento normal de la máquina.
- Los resultados obtenidos pueden ser expresados en unidades físicas o también en unidades adimensionales que estén correlacionadas.
- La variable a analizar debe tener una frecuencia de repetición aceptable.
- La variable predictiva que se ha analizado debe poder ser parametrizada de modo que pueda ofrecer la capacidad de diagnóstico, de acuerdo a estados típicos o repetitivos.

Desde el punto de vista Administrativo, un sistema de mantenimiento predictivo debe poseer las siguientes características.

- La medida de las variables analizadas debe ser de manera programada o de rutina.
- El sistema debe permitir una coordinación entre el servicio de verificación predictiva y la planificación de mantenimiento (Revista ElectroIndustrial, 2015:pp.10-12).

1.11 Comunicaciones Industriales

En la industria moderna, la comunicación entre diferentes sistemas, procesos e instalaciones representan uno de los pilares fundamentales para que esta pueda funcionar en un nivel de competitividad que exigen los procesos actuales (Guerrero, L. Yuste and Martínez, 2010).

Las señales entre los periféricos añadidos a la máquina y también los de control, inicialmente de tipo analógico y de punto a punto, en donde gracias a la aparición de los microprocesadores y el desarrollo de la electrónica se convirtieron en un conjunto de señales capaces de transportar esa información mediante un único medio de transmisión llamado (BUS DE CAMPO) que gracias a las topologías y protocolos de comunicación son hasta hoy en día es la manera más eficaz de comunicación (Penin, 2007:pp.19-25).

Basada en la pirámide de las comunicaciones industriales (CIM), la cual está compuesta por cuatro niveles de comunicación partiendo del nivel de campo, nivel de célula, nivel de planta y el nivel de oficina o administrativo, constituye la forma de interacción entre estos niveles (Guerrero, L. Yuste and Martínez, 2010). Para la implementación de una comunicación industrial esta debe contener un enlace de comunicación entre la planta y el área de ingeniería, integración de un motor de base de datos y una correcta colaboración entre *software* y *hardware*, permitiendo de esta manera aprovechar los beneficios de una correcta comunicación industrial en donde se puede mencionar los siguientes.

- La reducción de costes de producción.
- La mejora en la efectividad de sus sistemas.
- La reducción de los costes de mantenimiento.
- Permite centralizar las señales de alarma de cada dispositivo o componente.
- Permite el control de la producción, ya que todos los equipos pueden comunicarse entre sí (Guerrero, L. Yuste and Martínez, 2010:pp.7-10).

1.11 Protocolos de comunicación

Es el método que deben seguir dos equipos para poder intercambiar información de manera ágil y segura, como se muestra en la **Figura 7** en donde dos equipos (D.T.E) envían o reciben información desde o hacia los equipos de comunicación (D.C.E) quienes por medio de un canal intercambian información(Rodríguez Penin, 2008).

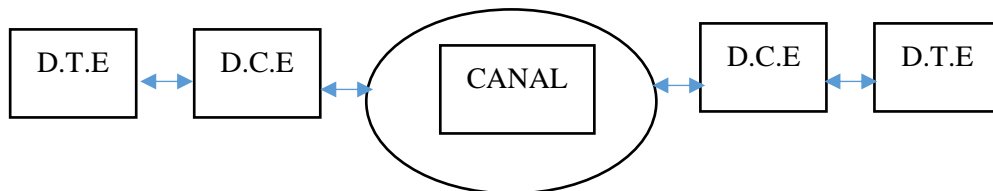


Figura 7-1 Elementos de un enlace de datos entre dos dispositivos.

Realizado por: Edwin Herrera, 2018

Fuente: (Rodríguez Penin, 2008)

Donde:

DTE= (Data Terminal Equipment) Equipo Terminal de Datos.

DCE= (Data Communication Equipment) Equipo de Comunicación de Datos.

Un objetivo muy claro de la implementación de una comunicación por medio de protocolos es poder conectar y mantener el diálogo entre dos Equipos Terminales de Datos (DTE), logrando que la información pueda fluir entre ambos sin presentar fallas. La elección de un protocolo de comunicación se basa en su facilidad de implementación por lo cual se toma en cuenta los siguientes aspectos(Rodríguez Penin, 2008):

- Coste por nodo de bus.
- Coste de programación.
- Tiempos de respuestas.
- Fiabilidad.
- Robustez (Tolerancia a fallos).
- Modos de funcionamiento (Maestro esclavo, acceso remoto).
- Medios físicos (cable, fibra óptica, radio...).
- Topologías permitidas.
- Gestión.
- Interfaces de usuario.
- Futuro (normalización).

Los protocolos de comunicación se pueden clasificar según su topología, extensión, forma de comunicación, modos de dialogo y relación entre estaciones. La relación entre estaciones se diferencia por organización de nodos y modos de comunicación el cual se clasifica según(Rodríguez Penin, 2008):

- Comunicación punto a punto.
 - Ethernet
 - Profibus
 - Modbus
 - Interbus
- Comunicación Productor/Consumidor.
 - Controlnet
 - Foundation fieldbus
 - Devicenet

1.11.1 Protocolo Modbus

Protocolo de comunicación en serie desarrollado por la empresa Modicon en el año 1979. En su origen estaba orientado a los controladores (PLCs) de Modicon. En la actualidad el protocolo Modbus es usado a nivel mundial como uno de los protocolos base en entornos industriales, sistemas de telecontrol y monitorización. El objetivo de este protocolo es muy sencillo, se basa en la transmisión de información entre distintos equipos electrónicos conectados a un mismo bus. Dicho bus tiene un funcionamiento clásico el cual consiste en un dispositivo maestro (**MASTER**) y varios esclavos (**SLAVES**) conectados a la línea (Torres Hurtado, 2015:pp.12-14).

Orientado a una conectividad a través de líneas serie como RS-232 o RS-485, hoy en día existen algunas variantes como Modbus TCP, que permite el encapsulamiento del Modbus serie en tramas Ethernet TCP/IP así como se muestra en la **Figura 8** en donde un dispositivo de nivel de campo (dispositivos Modbus/TCP) se pueden comunicar con el centro de control y este a su vez con la red corporativa, permitiendo enlazar todos los niveles a través de la red.

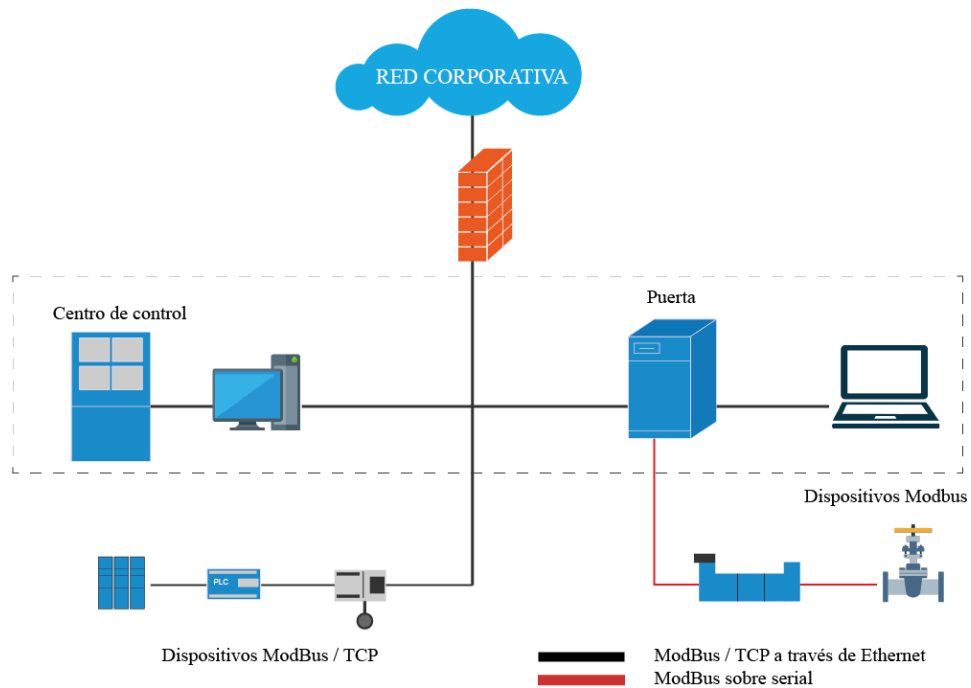


Figura 8-1 Arquitectura básica del protocolo MODBUS.

Realizado por: Edwin Herrera, 2018

Fuente:(Torres Hurtado, 2015:p.12)

La gran capacidad de acoplamiento que tiene Modbus se debe a su posición dentro del modelo OSI de ISO, en la cual ocupa la etapa de aplicación tal como se muestra en la **Tabla 4**.

Tabla 4-1 Modelo Osi de Iso, Niveles de jerarquía

MODELO OSI DE ISO	
1ra	Capa de Aplicación
2da	Capa de Presentación
3ra	Capa de Sesión
4ta	Capa de Transmisión
5ta	Capa de Red
6ta	Capa de Enlace
7ma	Capa Física

Realizado por: Edwin Herrera, 2018

Fuente: (Guerrero, L. Yuste and Martínez, 2010)

Modbus maneja dos tipos de datos, bits individuales (estados On/Off) o palabras de 16 bits tal como se muestra en la **Tabla 5** en donde los bits individuales y palabras de 16 bits pueden ser de lectura/escritura o de solo lectura. Los tipos de datos mencionados se clasifican por sectores que pueden ser salidas o entradas discretas y registros de entrada o salida (Salazar, 2006:p.14).

Tabla 5-1 Tipos de datos en un dispositivo conectado a una red Modbus

Sector	Formato	Tipo de Acceso	Detalle
Salidas discretas (Coils)	Bits Individuales	Lectura- escritura	Modificables por un <i>software</i> de aplicación
Entradas discretas (Inputs)	Bits Individuales	Solo lectura	Suministrado por un sistema de E/S
Registro de entrada (Input register)	Palabras de 16 bits	Solo lectura	Suministrado por un sistema de E/S
Registro de salida (Holding register)	Palabras de 16bits	Lectura- escritura	Modificables por un <i>software</i> de aplicación

Realizado por: Edwin Herrera, 2018

Fuente: (Salazar, 2006:p.14)

1.11.2 Métodos para la transmisión de datos

ModBus posee dos métodos de comunicación, ASCII (American Estándar Code For Information Interchange) que se basa en la codificación de sus datos como caracteres ASCII entre el “0” (16#30) y el “9” (16#39) y entre “A” (16#41) y “F” (16#46), todo esta información es enviada dentro de una trama cuya estructura se muestra en la **Figura 9** y RTU (Remote Terminal Unit) que se caracteriza por que el envío de sus tramas se realiza en su codificación binaria plana, sin ningún tipo de conversión, especial para trabajar bajo comunicaciones en bus serie, al igual que el método ASCII es enviado dentro de una trama cuya estructura se muestra en la **Figura 10** (Candelas-Herías, 2011).

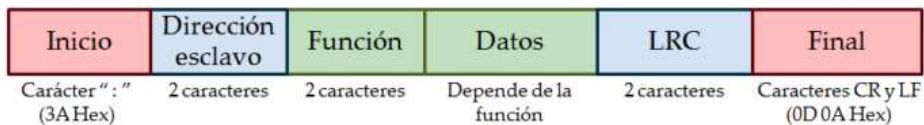


Figura 9-1 Trama de envío en el modo de transmisión ASCII

Fuente: (Candelas-Herías, 2011).

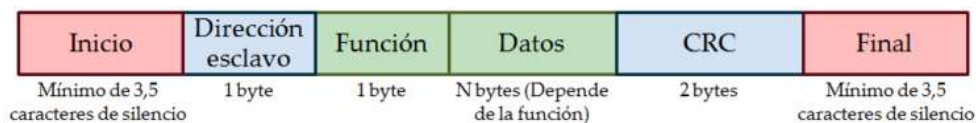


Figura 10-1 Trama de envío en el modo de transmisión RTU

Fuente: (Candelas-Herías, 2011).

Cabe detallar que en una comunicación entre maestro y esclavo no se puede tener varios protocolos de comunicación. Cada proceso de comunicación se compone por una petición y una respuesta desde el maestro hacia el esclavo respectivamente como se muestra en la **Figura 11** donde tanto la petición como la respuesta contienen un trama de información compuesta por la dirección del dispositivo, código de función, datos y orden de control (CRC o LRC) (Salazar, 2006:p.16).

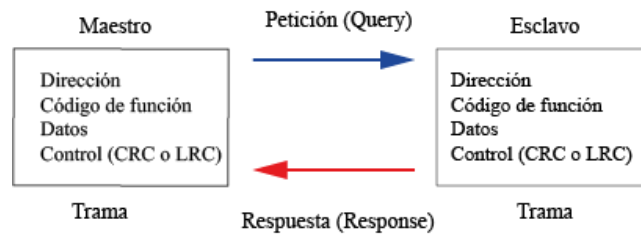


Figura 11-1 Comunicación maestro- esclavo bajo ModBus.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.
Fuente:(Salazar, 2006).

Modbus, es un protocolo multipunto, esto indica que el maestro puede comunicarse con varios esclavos a través de la misma línea de comunicación, a este modo de comunicación se le conoce como bus. Debido a este detalle cada esclavo debe tener una identificación única de manera que no cause algún conflicto en la comunicación con su maestro (Salazar, 2006:p.17). El direccionamiento de un dispositivo dentro de la red de comunicación según PI-MBUS- 300 rev J. debe estar en el rango de 1 a 63 posibles valores que van desde 01_H hasta $3F_H$, esto se hace para garantizar que las señales tanto de voltaje y de corriente sean las establecidas por los estándares de comunicación serial establecidos (Salazar, 2006:p.17).

Dentro de las características básicas del protocolo ModBus cuando se establece por medio de una interfaz de comunicación RS-485 se mencionan las siguientes:

- Interfaz sigue el estándar EIA-485
- Posibilita comunicación utilizando tasas de 9600 hasta 38400 Kbit/s
- Interfaz aislada galvánicamente y con señal diferencial, confiriendo mayor robustez contra interferencia electromagnética.
- Permite la conexión de hasta 32 dispositivos en el mismo segmento. Una cantidad mayor de dispositivos puede ser conectada con el uso de repetidores.
- Longitud máxima del bus: 1000 metros(Automação, 2013:p.9).

1.11.3 Funciones y Registros ModBus

El protocolo de comunicación Modbus tiene por heredad funciones ya establecidas, las cuales son de dos tipos, ordenes de lectura/escritura y ordenes de control (ON/OFF) (Salazar, 2006:p.18). En la **Tabla 6** se muestra ocho funciones básicas de ModBus con su representación en código decimal y hexadecimal.

Tabla 6-1 Códigos de función más comunes de MODBUS.

Código decimal	Código hexadecimal	Función	Tipo de datos
1	16#01	Leer estado de marcas y salidas digitales(bobinas)	Bit
2	16#02	Leer estado de entradas digitales	Bit
3	16#03	Leer registros	Entero 16 bits
4	16#04	Leer entradas analógicas	Entero 16 bits
5	16#05	Forzar valor de una salida digital (bobina)	Bit
6	16#06	Establecer valor de un registro	Entero 16 bits
15	16#0F	Forzar múltiples marcas o salidas digitales (bobinas)	Bit
16	16#10	Establecer múltiples registros	Entero 16 bits

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Fuente:(Candelas-Herías, 2011).

El estándar Modbus establece una relación entre las direcciones representables por Modbus, las direcciones físicas de los dispositivos y las direcciones del formato IEC61131 como se muestra en la **Tabla 7**. Aunque los creadores de Modbus recomiendan usar esta tabla como una guía de direccionamiento, cada fabricante es libre de crear su propia tabla de correspondencias.

Tabla 7-1 Tabla de correspondencias de registros de MODBUS.

Función	Dirección MODBUS	Dirección en dispositivo	Tipo de registro	Tipo de acceso
16#01, 16#05, 16#0F	0 a 9.999	1 a 10.000	Salidas o registros de aplicación digitales (bits)	Lectura y escritura
16#02	0 a 9.999	10.001 a 20.000	Entradas digitales (bits)	Lectura
16#04	0 a 9.999	30.001 a 40.000	Entradas analógicas (entero)	Lectura
16#03, 16#06, 16#10	0 a 9.999	40.001 a 50.000	Registro general de la aplicación (entero)	Lectura y escritura

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Fuente: (Candelas-Herías, 2011)

Como ejemplo en la **Figura 12** se muestra una transferencia de información entre el maestro y un esclavo bajo el protocolo MODBUS, donde se realiza una petición de lectura del estado de varias entradas (función 16#2) al esclavo 21(16#15). La petición hace referencia a la entrada con dirección del dispositivo 10.931 y las 4 siguientes.

Para el desarrollo de este ejemplo se debe empezar con la conversión de los datos.

Maestro:

Petición= función (16#2) Que se refiere a el grupo de direcciones 10.001-20.000 de acuerdo a la **Tabla 7**.

Esclavo:

Dirección= 21(16#15) Que se refiere a la dirección de dispositivo 15.

Entradas= 10.931-10.932-10.933-10.934-10.935

Para las entradas se debe convertir las direcciones a un formato hexadecimal, en base a la **Tabla 7** se conoce que las entradas pertenecen a un grupo de función 16#2 entonces se tiene que:

Dirección Decimal – Dirección base = 10.931-10.000 = 930

$\frac{930}{16} = 58.125$ $0.125 \times 16 = 2$ Para la siguiente división se toma la parte entera del residuo.

$\frac{58}{16} = 3.625$ $0.625 \times 16 = 10$ El valor restante al ser menor que 16 pasa directamente a ser residuo.

De donde la dirección en formato hexadecimal es: 2 en base 16 = 2, 10 en base 16 = A y 3 en base 16 = 3, entonces.

Dirección de las cinco entradas en hexadecimal = 03A2 – 03A3 – 04A3 – 05A3 – 06A3

Petición:



Respuesta:

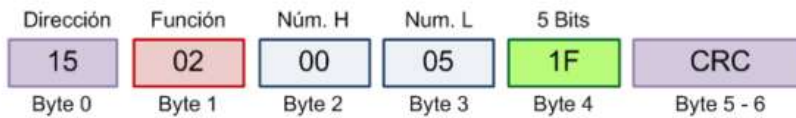


Figura 12-1 Ejemplo de tramas de petición y respuesta de MODBUS-RTU.

Fuente: (Candelas-Herías, 2011).

1.12 Adquisición de datos

Al tratarse de una función preponderante, la adquisición de datos se convierte en la medula funcional de todo sistema scada en donde se puede mencionar varias características asociadas a la adquisición de datos como son (Navarro Guarín, 2010):

- Interrogación, informes por excepción y transmisiones iniciadas por RTU.
- Manejo de fallas de comunicación.
- Protocolos de comunicación.
- Redes de comunicación.
- Procesadores de comunicaciones Front End.
- Radio
- Circuitos telefónicos.

1.13 Trazabilidad de datos

Permite desplazarse a través de la cadena de datos hacia atrás o hacia adelante con el fin de analizar su comportamiento a través del tiempo.

De esta manera podemos tener tres tipos de datos que soporta el sistema de información:

- **Temporales:** nos expresan la unidad de tiempo en que nos encontraremos los datos.

- **Cualitativos:** nos expresan las cualidades de los datos de diferente tipo.
- **Valor:** nos expresan datos en formato numérico, normalmente podemos agruparlos o sumarlos, contarlos o hacer cualquier otro tipo de proceso(Muñiz, 20010:pp.1-4).

1.14 Sistema SCADA

El sistema SCADA (Control con Supervisión y Adquisición de Datos) por sus siglas en inglés, así se denomina a todo tipo de *software* que permita tener acceso a datos de un proceso de manera remota, además que permita la utilización de herramientas de comunicación necesarias en cada uno de ellos para un control de forma parcial o total(Penin, 2007:p.19).

Funciona como una interface entre los niveles de control y los de gestión o administración, a un nivel superior de Administración u otros(Penin, 2007:p.19). Consiste en una computadora principal o “master” generalmente llamada (Estación Maestra, “Master Terminal Unit” o MTU); una o más unidades de control obteniendo datos de campo (generalmente llamados estaciones remotas, “Remote Terminal Units,” o RTU); y una colección de *software* estándar a la medida usado para supervisar y controlar de manera remota dispositivos de campo(Navarro Guarín, 2010).

Usado para vigilar y controlar estaciones o plantas de manera remota, en donde el control puede ser automático o manual.

Los tipos de datos que un sistema SCADA puede adquirir son los siguientes:

- Datos analógicos
- Datos digitales
- Datos de pulsos

Características de un sistema SCADA

- Adquisición de datos “RTU”
- Gráficos de tendencias
- Procesamiento de alarmas
- Control: Control a Lazo Cerrado, e iniciando manualmente
- Visualizaciones de Gráficos u otros datos
- Informes
- Mantenimiento
- Interfaces con otros sistemas: procesamiento de órdenes de trabajo
- Seguridad: Niveles de acceso
- Administración

- Aplicaciones especiales
- Sistemas expertos, sistemas de modelado: modelado de datos(Navarro Guarín, 2010:pp.14-16).

Entre las ventajas más importantes de un sistema SCADA podemos destacar las siguientes:

- Economía: es más fácil ver lo que sucede con la planta desde la oficina que enviar a un operario.
- Accesibilidad: La facilidad de poder modificar variables desde la computadora en una oficina si necesidad de salir a campo.
- Mantenimiento: La sola posibilidad de obtener una base de datos por medio de las RTU, nos posibilita tener diagnósticos tanto de la planta como de la maquinaria o equipos.
- Ergonomía: esta se encarga de poder proveer al operario la facilidad de evitar el agotamiento físico y mental al evitar estar analizando y vigilando grandes paneles llenos de cables y dispositivos. Todo esto lo puede hacer desde una pantalla y cómodamente instalado.
- Gestión: Toda la data que es recopilada puede ser tratada de múltiples maneras, de modo que se pueda tener una gestión sobre ellos y escoger el mejor proceso a llevar a cabo.
- Flexibilidad: Esto quiere decir que la mayor parte de modificaciones que se realiza se hace sobre el *software* y no de manera física en los dispositivos.
- Conectividad: Se busca sistemas abiertos, es decir, sin secretos ni sorpresas para el integrador “persona encargada del desarrollo del SCADA”. Los protocolos actuales permiten la interconexión de sistemas de diferentes proveedores y evita la existencia de fallos(Penin, 2007:p.20).

1.15 Opc-Ua

Proporciona una interfaz común para las comunicaciones entre diferentes productos de distintos proveedores, “También llamado INTERPRETE”. El OPC clásico proporciona las especificaciones estándar para el acceso de datos (DA), el acceso de datos históricos (HDA), las alarmas y los sucesos (A&E). La OPC clásica se basaba en la tecnología COM/DCOM de Microsoft, esto ha llevado a un desarrollo de nuevas especificaciones conocidas como OPC UA (arquitectura unificada)(Mahnke and Leitner, 2009:p.57). Es un sistema multiplataforma, es decir no está restringida a funcionar solo en Windows, proporciona un nivel común de comunicación para el intercambio de información(Murphy, 2009:pp.2-3).

1.16 Ignition

Creado por Inductive Automation en el 2003. Se trata de un *software* servidor que permite crear Sistemas de Visualización, Control y Gestión que cubren todo el espectro entre el HMI, SCADA y MES (Ignition, 2017). Dentro de las características de Ignition tenemos las siguientes:

- Diseñado sobre tecnología web en base a java.
- La aplicación de diseño y el acceso de los clientes se realizan a través del navegador Web.
- Una arquitectura escalable con gestión central.
- Base de Datos SQL central.
- Windows, Linux, Mac
- Potencial sin límites
- SQLTags: Historiador de Datos en Tiempo Real
- OPC-UA
- Integración total con SQL
- Store + Forward evita la pérdida de datos
- Alarmas
- Scripting
- Reportes dinámicos en PDF

1.17 Observación

En este capítulo se han presentado los fundamentos teóricos que sustentan el desarrollo de un *software* capaz de poder predecir y notificar posibles anomalías que alteran el funcionamiento de una carga y poder evitar costes innecesarios. De los trabajos revisados por el autor sobre el tema se destaca que en su mayoría se centra en la supervisión del espectro de la corriente y de la calidad de alimentación, pero ninguno de estos fue implementado con el fin de brindar un sistema de notificación en tiempo real, un control de paro de emergencia automático y tampoco el poder generar reportes que me ofrezcan la opción de trazabilidad en la información. Se concluye que la propuesta de desarrollar un sistema Scada de control y supervisión de cargas inductivas y resistivas bajo Ignition posibilita la solución a la problemática planteada en la presente investigación. Además, permite tener un control de registros de cada variable analizada y el poder tener acceso al *software* por medio de cualquier dispositivo con sistema operativo Microsoft, Mac, Android y Linux, cuya accesibilidad permite bajos costes de instalación en estaciones de trabajo.

CAPITULO II

2. MARCO METODOLOGICO

En este capítulo se presenta el diseño del sistema Scada para control y supervisión de cargas inductivas y resistivas bajo Ignition. Se especifica y pone en marcha los requerimientos para el desarrollo del sistema, con el fin de cumplir los objetivos planteados en el capítulo anterior.

2.1 Requerimientos del sistema SCADA

Basado en el estudio realizado en el capítulo anterior se puede definir los requerimientos de diseño que debe satisfacer el sistema Scada para un mantenimiento predictivo. Estos son:

- Facilidad de acceso a la aplicación por medio de la red.
- Control y supervisión de variables de corriente y voltaje de cada una de las cargas.
- Poseer una estructura dinámica para el registro de variadores de frecuencia.
- Brindar una seguridad adecuada para el sistema por medio jerarquías y roles.
- Brindar un oportuno sistema de notificaciones en tiempo real por medio del servicio de correo electrónico.
- Capacidad de generar reportes y ser enviados de manera programada hacia los distintos destinatarios.

2.2 Arquitectura general del sistema

En la **Figura 13** se presenta el diagrama de bloques que está constituido por dos etapas. La primera etapa de hardware contiene la gestión desde la carga, interfaz de control/potencia, interfaz de comunicación y la red de comunicación. La segunda etapa de software contiene la selección de señales, validación de lecturas, diseño del scada, diagnóstico de las señales, la generación de reportes y alarmas.

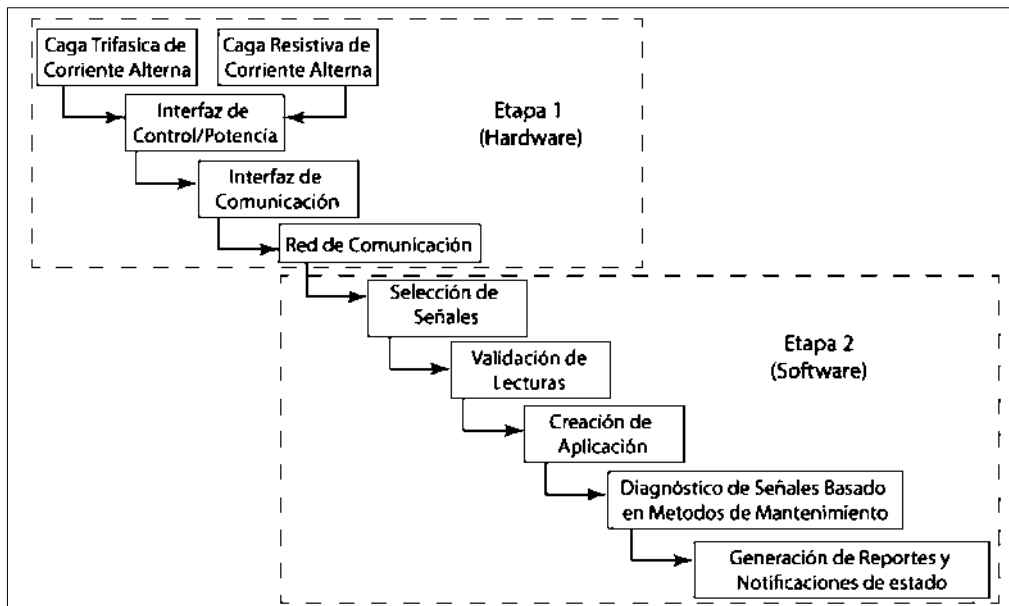


Figura 13-2 Diagrama de Bloques de Metodología.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

2.2.1 Etapa de hardware

La etapa de hardware comprende la implementación de dos tipos de cargas siendo estas una carga inductiva y una resistiva como se muestra en la **Figura 13**.

Para el caso de una carga inductiva, en la **Figura 14** se puede observar el esquema en donde un motor trifásico se halla bajo la gestión de un variador de frecuencia el cual cuenta con una tarjeta de comunicación serial RS-485, una red de comunicación basada en un convertor RS-485 a RS232 que sirve de enlace entre la etapa de hardware y software.



Figura 14-2 Esquema de comunicación de la etapa de hardware de una carga inductiva.
Realizado por: Edwin Herrera 2018.

Para una carga resistiva, en la **Figura 15** se observa el esquema en donde una resistencia calórica (niquelina) es controlada por un dispositivo SCR, el mismo que cumple con las funciones de Interfaz de Control/ Potencia y la Interfaz de Comunicación. Para la etapa de red de comunicación

se hace uso del conector del dispositivo SCR, que permite un medio físico ETHERNET que a diferencia del caso anterior no necesita de una sub etapa de conversión de datos, para ser enviados hacia el dispositivo maestro.



Figura 15-2 Esquema de comunicación de la etapa de hardware de una carga resistiva.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

En el *Anexos R* se muestra el tablero de control y fuerza con los dispositivos CFW500 Y EPACK-1PH usados en la aplicación.

2.2.1.1 Carga Inductiva

Para el uso de una carga inductiva de corriente alterna que permita un análisis adecuado, se hace la adquisición de un motor trifásico modelo MT80A19-6 fabricado por la empresa danesa Thrige-Titan a/s, la cual es una maquina rotativa asíncrona del tipo jaula de ardilla de 6 polos que gracias a su baja potencia y una alimentación de 220 V en conexión delta y 440 V en conexión estrella permite una apuesta en marcha sencilla y de fácil control. El motor puede ser accionado por medio de una tensión de 220 V de corriente alterna a una frecuencia de 60 Hz, entrega una potencia activa de 0.37 Kw generando un consumo de 1.9 Amperios en su valor nominal y un funcionamiento normal en condiciones de temperatura inferiores a 40 grados centígrados. En la **Tabla 8** se muestra las características técnicas del motor ((ASEA), 2017).

Tabla 8-2 Características técnicas de la placa del motor.

Marca de motor	T-T ASEA	
Modelo	MT80A19-6	
Protección	IP54	
Potencia nominal	½ HP (0.37kW)	
Conexión estrella	440 V	1.2 A
Conexión delta	220 V	1.9 A
Frecuencia nominal	60 Hz	
Factor de potencia	0.67	
Tipo de aislamiento	B	
Revoluciones por minuto	1130 r/min	
Norma	IEC 34	

Fuente: ((ASEA), 2017)

En la **Figura 16** se muestra el motor trifásico ASEA usado en el desarrollo del presente documento.



Figura 16-2 Motor TT-ASEA Modelo MT80A19-6.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Debido al uso de una interfaz electrónica para el control del motor, se recomienda una conexión en tipo delta con un conductor concéntrico de cuatro hilos con un calibre mínimo de 16 AWG como se muestra en la **Figura 17**.



Figura 17-2 Conexión delta del motor.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

2.2.1.2 Carga Resistiva

Para el análisis de una carga resistiva calórica se hace uso de una resistencia industrial modelo M tubular de acero inoxidable fabricada por la empresa Ecuatoriana Omega, la cual es una resistencia blindada utilizada para calentar fluidos como el aire. La carga posee una potencia eléctrica de 600 watts para una alimentación igual a 110v de corriente alterna y una frecuencia de 60 hertzios y una resistencia de 22 ohmios aproximadamente, la misma está compuesta por una mezcla de níquel y cromo en proporciones propias del fabricante como se muestra en la **Figura 18** (Ing. Rodolfo Vega, 2017).

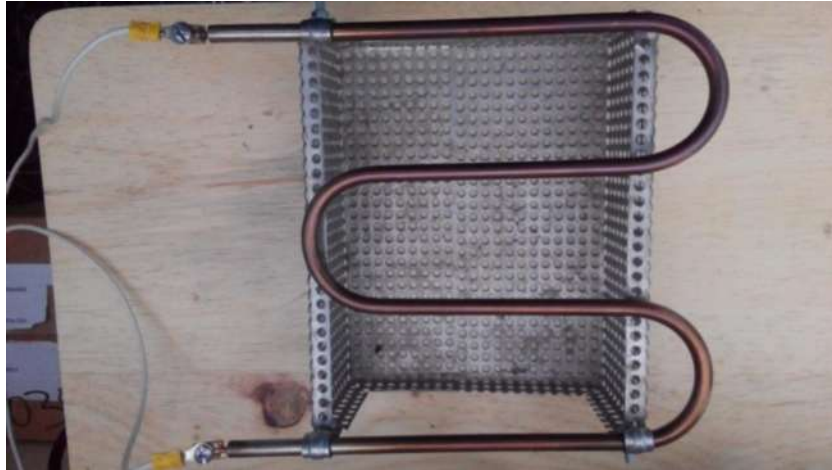


Figura 18-2 Resistencia Tubular tipo M 600W
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

2.2.1.3 Interfaz de control y potencia

Tiene como función principal permitir el paso de energía hacia una carga, controlar su alimentación y manipula su funcionamiento por medio de la activación de relés electromecánicos o de tiristores como scr.

2.2.1.3.1 Interfaz de control y potencia para una carga inductiva

El dispositivo usado, es un variador de frecuencia CFW500 fabricado por la empresa brasileña WEG. Posee una amplia pantalla digital LCD que permite la visualización de hasta 3 parámetros al mismo tiempo y una interfaz HMI para el control del dispositivo de manera local como se muestra en la **Figura 19** (WEG, 2015).



Figura 19-2 Variador de frecuencia CFW500 WEG.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

El CFW500 posee un rango de potencia de 0.18 hasta cargas de 7.5 Kw, puede ser alimentado con una tensión monofásica de 200 a 240 V y una tensión trifásica de 380 a 480 V de corriente alterna, puede trabajar en temperaturas desde los -10 grados centígrados hasta los 50 grados

centígrados en condiciones normales, posee un módulo de comunicación como accesorio que puede brindar múltiples funciones como de entrada y salida de datos, integra protocolos de comunicación como Modbus (Heredado), Can Open, Device Net, ProfiBus DP, Ethernet-IP y Modbus-TCP/I estas de manera opcional bajo pedido. En la **Tabla 9** se muestra algunas de las características técnicas del dispositivo. Mas información *Anexos C* (WEG, 2015).

Tabla 9-2 Características técnicas del CFW500.

Alimentación	220 V AC	Tolerancia -15% a +10%
Frecuencia	50/60 Hz	Rango 48Hz a 62 Hz
Potencia	1 hp	0.74 Kw
Rendimiento típico	97%	
Control	Método	<ul style="list-style-type: none"> • Control Escalar • Control Vectorial • Control PWM SVM
	Frecuencia de salida	0 a 500 Hz, resolución de 0,015Hz
Entradas	Analógicas	1 entrada aislada (0 a 10) V o (0 a 20) mA o (4 a 20) mA
Entradas	Digitales	<ul style="list-style-type: none"> • Entradas aisladas • Funciones programables (PNP o NPN)
Salidas	Analógicas	1 salida aislada
	Relé	<ul style="list-style-type: none"> • 1 relé con contacto NA/NF • Tensión máxima: 240 Vca • Corriente máxima: 0.5 A
	Transistor	1 salida digital aislada
	Fuente de alimentación	Fuente de alimentación de 24 Vcc - 15% + 20%
Comunicación	Interfaz RS-485	<ul style="list-style-type: none"> • RS485 aislado • Protocolo Modbus-RTU con comunicación máxima de 38,4kbps.

Fuente: (WEG, 2015)

2.2.1.3.2 Interfaz de control y potencia para una carga resistiva

Se incorpora un control inteligente SCR EPack fabricado por el grupo Eurotherm perteneciente a la empresa Alemana Schneider Electric, el dispositivo cuenta con un control de interruptores de potencia de alta velocidad específicos para cargas resistivas. En la **Figura 20** se muestra el dispositivo EPack usado para el estudio (Eurotherm(Schneider Electric), 2016).



Figura 20-2 Controlador SCR EPack compacto.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Entre las características más relevantes del dispositivo se puede mencionar las siguientes:

- Intensidad de carga nominal de 1 a 32 amperios.
- Tensión de alimentación de 0 a 500V.
- Comunicaciones Ethernet Plug and Play Red de configuración Zero.
- Control de alimentación V2, I2 o control de potencia.
- Medición del uso de energía.
- Diagnóstico avanzado de la carga.
- Switch integrado Ethernet de doble puerto para comunicaciones en serie.
- Protocolo de comunicación Modbus TCP.
- Velocidad de comunicación 10/100 completo semiduplex. Mas información *Anexos F*

2.2.1.4 Interfaz de comunicación

Es la encargada de transferir los datos desde el nivel de campo hacia la red de comunicación, en esta etapa se considera la recolección de datos desde los sensores respectivos, los cuales pueden estar o no integrados en el dispositivo de control.

2.2.1.4.1 Interfaz de comunicación para una carga inductiva

Para la carga inductiva el proceso de envío de datos se realiza por un medio serial RS-485, la tarjeta electrónica de comunicación viene como un accesorio del variador de frecuencia CFW500. En la **Figura 21** se muestra la tarjeta de comunicación usada para la transferencia de datos en donde se tiene los bornes de conexión para el control y comunicación, al igual que un selector de tipos de señal ya sea en miliamperios, voltios o la secuencia de comunicación serial. La tarjeta posee un total de 16 bornes divididos en superiores e inferiores, en los bornes inferiores se hallan los

pinos de comunicación denominados RS485-A (pin 12), RS485-B (pin 14) y la referencia a cero voltios GND ((WEG), 2013).



Figura 21-2 Tarjeta de comunicación.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

En la **Tabla 10** se muestra un detalle de los puertos de comunicación de la tarjeta, para la función requerida se usa tres puertos los cuales son dos pines de datos (A-, B+) y un pin de tierra (GND)((WEG), 2013).

Tabla 10-2 Características de los puertos de comunicación de la tarjeta.

Terminal	Nombre	Función
12	A-Line (-)	RxD/TxD negativo
14	B-Line (+)	RxD/TxD positivo
16	GND	0v aislado del circuito RS485

Realizador por: Edwin Herrera, 2018.

2.2.1.4.2 Interfaz de comunicación para una carga resistiva

E-Pack provee de una comunicación bajo un medio físico ethernet RJ-45 para el envío de datos como se muestra en la **Figura 22**, en donde el dispositivo cuenta con dos puertos de conexión con sus respectivos pines de comunicación serial Rx-, Rx+, Tx-, Tx+ y dos indicadores led tanto de conectividad como de transmisión de datos. (Eurotherm(Schneider Electric), 2016).

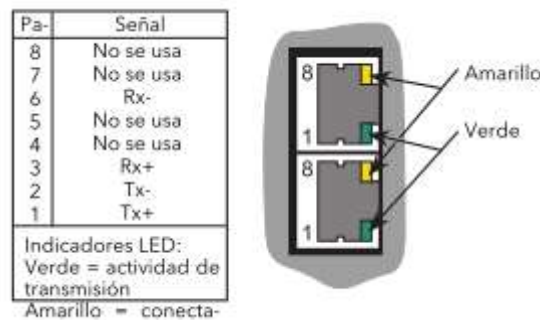


Figura 22-2 Cableado de comunicaciones por medio de puerto RJ-45.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

2.2.1.5 Red de comunicación

Encargada de brindar un enlace por el cual los datos enviados desde el dispositivo de campo (esclavo) hacia un dispositivo de estación (maestro) sea posible sin pérdidas de información.

2.2.1.5.1 Red de comunicación para una carga inductiva

En el caso de una carga inductiva, la arquitectura de comunicación establecida desde un dispositivo que habla Modbus RTU por medio de una interfaz RS-485 hacia un ordenador el cual típicamente tiene como salida la interfaz RS-232, se hace necesaria la conexión de un módulo convertidor. Dado que la red debe ser eficiente en longitudes considerables se divide está en dos etapas, la primera de transferencia y la segunda de conversión/recepción como se muestra en la **Figura 23**. La etapa de transferencia comprende la distancia entre el dispositivo y el lugar de recepción de información y la segunda etapa comprende la conversión de la interfaz RS-485 a RS-232 y posterior hacia el ordenador. El envío de datos en la etapa de transferencia se hace a través de un medio físico serial RS-485 debido a que posee mejores ventajas respecto a sus similares RS-232 Y RS-422 como:

Mayor velocidad de transferencia de datos, mayor alcance en longitud, permite topología de comunicación en bus y una cantidad de 32 emisores y receptores(Guerrero, L. Yuste and Martínez, 2010).

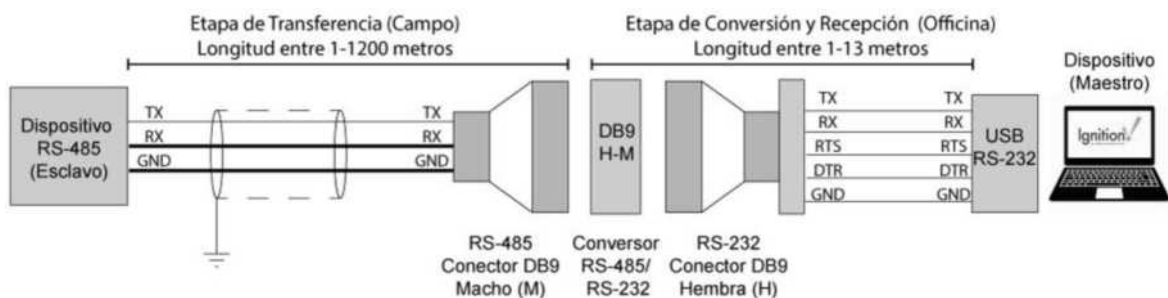


Figura 23-2 Red de comunicación entre un dispositivo maestro-esclavo de una carga resistiva. **Realizado por:** Edwin Herrera, 2018.

Como se muestra en la **Figura 23** en la etapa de conversión y recepción se hace el uso de un convertor RS-485 a RS-232 el cual posibilita comunicar al dispositivo esclavo con el maestro. Para esta función se implementa una interfaz convertora HEXIN modelo 485 fabricado por la empresa China Soarland & Heaxin que se muestra en la **Figura 24**, permite una comunicación bidireccional entre RS-232 y RS-485 ya sea punto a punto y punto a puntos de red de

comunicación remota, logra comunicación solicitud-respuesta entre máquinas múltiples. Su principal función radica en cambiar las señales TXD y RXD del puerto RS-232 a la señal RS-485 semiduplex de dos hilos, una de sus características es no necesitar de alimentación pues puede obtener la energía del tercer pin de la interfaz RS-232 y al mismo tiempo existir una solicitud de envío por el séptimo pin (RTS) gracias a que el cuarto pin puede suministrar energía de resguardo. Mas información *Anexos B* (Hexin Technology, 2017).



Figura 24-2 Interfaz convertora RS-485 a RS-232 HEXIN 485.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Entre las características más relevantes del módulo Hexin 485 se menciona las siguientes:

- Conector DB9 hembra en el lado RS-232, DB9 macho en al lado RS-485 con un bloque con 4 o 6 terminales.
- Tasa de baudios: 300bps-11500bps
- Distancia de transmisión: 5 metros en el lado RS-232 y 1200 metros en el lado RS-485.
- Ambiente de trabajo: -10 a 85 grados centígrados y humedad relativa de 5% a 95%.

Para conseguir que el dispositivo maestro hable Modbus con el esclavo, es necesario configurar el modo de transmisión que puede ser ASCII o RTU si el dispositivo lo permite, la velocidad de comunicación serial, cantidad de bits en la transmisión, tolerancia en la sincronización de relojes de cada dispositivo y la verificación si hay errores en la trasmisión serial. La configuración de parámetros en el dispositivo esclavo se muestra en la **Tabla 11** donde los valores de configuración son iguales a los configurados en el dispositivo maestro. Mas información *Anexos D* (National Instrument, 2004).

Tabla 11-2 Parámetros de configuración Modbus RTU en el dispositivo esclavo.

Parámetro	Característica	Propiedad	Rango de valores
P0380	Dirección serial	CFG	1-247
P0310	Tasa de comunicación serial	CFG	0=9600 bits/s 1=19200 bits/s 2=38400 bits/s

P0311	Bits de la interfaz serial	CFG	0 = 8 bits de datos, sin paridad, 1 bit de parada. 1 = 8 bits de datos, paridad par, 1 bit de parada. 1 = 8 bits de datos, paridad impar, 1 bit de parada. 2= 8 bits de datos, sin paridad, 2 bit de parada. 3 = 8 bits de datos, paridad par, 2 bit de parada. 4 = 8 bits de datos, paridad impar, 2 bit de parada.
P0312	Protocolo serial	CFG	0= HMI (1) 1=Reservado 1=Modbus RTU (1) 2=Reservado 3=Reservado 4=Reservado 5=HMI y Modbus
P0680	Estado lógico	RO	0000h – FFFFh

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Fuente: ((WEG), 2013)

Como se vio en la tabla anterior las opciones que el dispositivo permite configurar son:

- Dirección del esclavo P0380= 3.

Indica la dirección que el dispositivo tendrá dentro de la red y será un identificador que el maestro usa para poder enviar datos a su destino, este identificador será único dentro de la misma red.

- Tasa de comunicación serial P0310: Opción 0 = 9600 bits/s.

Indica la velocidad de transmisión de datos desde el dispositivo esclavo hasta el maestro, la velocidad elegida es conforme a lo requerido de acuerdo al estándar de tasas de comunicación que indican que la velocidad es inversamente proporcional a la distancia de transmisión, por lo cual una configuración de altas velocidades reduce la distancia entre dispositivos.

- Bits de la interfaz serial P0311: Opción 0= 8 bits de datos, sin paridad, 1 bit de parada.

De acuerdo al estándar elegido RTU se establece un tamaño de datos de 8 bits, se usa el envío de tramas sin paridad para lograr reducir los tiempos de transmisión y un bit de paridad para la verificación de errores en la transmisión.

- Protocolo serial P0312: Opción 1= Modbus RTU.

Este modo de transmisión permite una mayor velocidad de envío de tramas a diferencia de su similar ASCII.

Para la configuración de parámetros en el dispositivo maestro, se debe instalar en primera instancia el software Ignition en donde se puede configurar los parámetros de comunicación. En

la **Figura 25** se muestra los valores de cada parámetro que son iguales a los ingresados en el dispositivo esclavo y las direcciones en el mapa ModBus mostrados en el *Anexos H*.

Connectivity	
Serial Port	COM4
Bit Rate	BitRate_9600 <small>(default: BitRate_115200)</small>
Data Bits	DataBits_8 <small>(default: DataBits_8)</small>
Parity	None <small>(default: None)</small>
Stop Bits	StopBits_1 <small>(default: StopBits_1)</small>
Handshake	None <small>(default: None)</small>
Communication Timeout	2000 <small>Maximum amount of time to wait for a response. (default: 2.000)</small>

Figura 25-2 Parámetros de configuración para la comunicación en Ignition.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

2.2.1.5.2 Red de comunicación para una carga resistiva

Para el caso de una comunicación entre un dispositivo esclavo con una carga resistiva y un dispositivo maestro, se realiza la transmisión de datos de forma directa por medio de los conectores RJ-45 desde el dispositivo esclavo hacia el RJ-45 del maestro tal como se muestra en la **Figura 26** en donde la etapa de transferencia está compuesta por un cable ethernet de par trenzado.

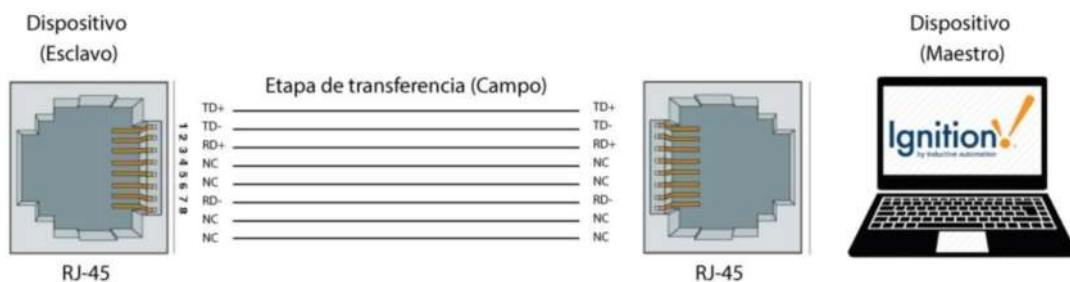


Figura 26-2 Red de comunicación entre un dispositivo maestro-esclavo de una carga resistiva.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Los parámetros de configuración para comunicar el dispositivo esclavo con el maestro pueden ser encontrados al instalar el software iTools, el cual es un gestor scada propio de la empresa Schneider Electric. Este software permite la navegación dentro de los parámetros del dispositivo Epack, con el fin de conocer la dirección IP, que será usada para comunicarse con Ignition. En la **Figura 27** se muestra la lista de parámetros correspondientes a la comunicación de Epack en

ITools, en la cual se muestra la dirección IP: 169.254.24.148, una máscara de subred de 255.255.0.0 y un tiempo de espera de respuesta de 5000 milisegundos.

Pr	Nombre	Descripción	Dirección	Valor	Wired From
	Hostname	Name of the device on the lin	3136	epk0A00048D1794	
	SRVname	MBUS name	3118	!US_Epack[0A00048D1794]	
	IPMode	IP configuration mode (static	3109	DHCP (1) ▾	
	IP	Current IP of the instrument	3114	169.254.24.148	
	cSubNetMask	Current SubNet mask IP	3115	255.255.0.0	
	cDefault_Gatew	Current Default Gateway IP a	3116	0.0.0.0	
	MAC12	Dirección MAC 1	3106	10	
	MAC34	Dirección MAC 2	3107	36100	
	MAC56	Dirección MAC 3	3108	37911	
	Timeout	Comms Timeout in ms.	3110	5000	
	Fallback1	Fallback1	3112	1	
	Fallback2	Fallback2	3113	0	
	EnTimeout	Timeout Enable	3117	Off (0) ▾	
	TCPTimeout	TCP Comms Timeout in ms.	3150	5000	
	TCPCounter	TCP Counter	3151	0	
	TCP_Open	TCP Number Open Connecti	3152	2	

Figura 27-2 Parámetros de referencia del dispositivo Epack en ITools.

Fuente: (Eurotherm(Schneider Electric), 2013)

Gracias al tipo de comunicación que posee Epack, como Modbus TCP, se puede interactuar de manera directa entre Ignition y el dispositivo, sin la incorporación de una etapa de conversión de datos, o el ingreso de parámetros tanto de velocidad, baudios y la parametrización necesaria en la comunicación Modbus RTU. En la **Figura 28** se muestra la configuración y creación de una comunicación Modbus TCP dentro de Ignition, denominada Modbus TCP Epack con la dirección IP: 169.254.24.148, asignada al puerto 502 por default en Ignition y un tiempo de espera de respuesta máximo de 2000 milisegundos. Mas información en el *Anexos I*.

General	
Name	ModbusTCPEpack
Description	conexionaepack1
Enabled	<input checked="" type="checkbox"/> (default: true)

Connectivity	
Hostname	169.254.24.148 Hostname/IP address of the Modbus device.
Port	502 Port to connect to. (default: 502)
Communication Timeout	2000 Maximum amount of time to wait for a response. (default: 2,000)

Figura 28-2 Configuración de comunicación ModbusTCP en Ignition.

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

2.2.2 Etapa de software

2.2.2.1 Selección de señales

Para seleccionar las señales que brinden información útil para la implementación de un mantenimiento predictivo, se debe hacer referencia a lo estudiado en el capítulo anterior donde se muestra dos métodos que se ha escogido para el desarrollo del estudio como MCSA y Calidad de la Alimentación.

En la implementación del método MCSA para una carga inductiva, se establece que por medio del análisis de la corriente se puede determinar si el motor está en sobrecarga o su consumo ha superado el valor nominal. Para la implementación de la calidad de alimentación en donde se establece que al tener un voltaje ya sea por encima o por abajo del valor nominal especificado por la carga, esta presenta alteración tanto en el flujo magnético como en la potencia entregada, así como de la frecuencia de la red. De los datos generados por el variador de frecuencia se elige los parámetros tanto de la corriente y tensión, además de estos valores se añade la lectura de velocidad del motor y frecuencia siendo estas no indispensables para el sistema tal como se muestra en la **Tabla 12** en donde cada parámetro es representado en código Modbus como un tipo de datos denominado Holding Register, este tipo de datos son convertidos a base hexadecimal conforme al estándar usado por los fabricantes del dispositivo Weg ((WEG), 2013).

Tabla 12-2 Señales de supervisión elegidos de acuerdo al parámetro de fábrica.

Parámetro	Detalle	Propiedad	Valor en Hexadecimal
P0003	Velocidad de salida	RO	3
P0004	Corriente del motor	RO	4
P0006	Frecuencia de salida	RO	6
P0007	Tensión de salida	RO	7

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Fuente: ((WEG), 2013)

Las variables de escritura para controlar el estado del motor y la referencia de velocidad, son establecidas por los parámetros P0682 y P0683 respectivamente. Estos parámetros son ingresados en el mapa ModBus del sistema scada en base a su equivalente en base hexadecimal.

Para el caso de una carga resistiva, se hace uso de las señales generadas por el dispositivo SCR Epack, como variables de control y supervisión las señales de voltaje rms, corriente rms, standby, *setpoint*, frecuencia y tensión de línea. En la **Tabla 13** se muestra los parámetros con sus respectivas direcciones ModBus que son usadas en el sistema scada. Mas información *Anexos G*.

Tabla 13-2 Parámetros de control y supervisión en dispositivo Epack1Ph.

Nombre	Descripción	Dirección	Dirección Modbus en base 16	Tipo variable
Standby	Standby del regulador	1056	0x0420	Control
NominallPV	PV de fase de control de potencia	1057	0x0421	Control
Frecuency	Frecuencia de la línea	267	0x010b	Lectura
Vline	Medida de tensión de línea	256	0x0100	Lectura
I	Irms de la carga	257	0x0101	Lectura
V	Vrms de la carga	260	0x0104	Lectura

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Fuente: (Eurotherm(Schneider Electric), 2013)

2.2.2.2 Validación de instrumentos de medida

Para tener la seguridad de que los datos recogidos de la señal supervisada sean adecuados, se recurre a la prueba de validez y confiabilidad. Un instrumento de medida como un multímetro o una trajera de adquisición de datos debe ser validada con el fin de identificar si las medidas recolectadas son útiles para el estudio. La validez de un instrumento es el grado en que se mide realmente la variable (Fernández y Baptista, 1998 citados en Méndez, 2014).

Para la prueba de validez de los instrumentos de medida tanto para la carga resistiva como para la inductiva, se hace el uso de la validez por criterio concurrente, en donde se establece el grado hasta el cual el instrumento de medida arroja los mismos valores que otro instrumento ya existente, considerado como una medida aceptada.

En el desarrollo de la prueba se integra el uso de un multímetro Truper MUT-202 fabricado por la empresa TRUPER S.A de C.V como un instrumento de referencia, en el detalle técnico del instrumento se establece una precisión de (+-4%+40) para una medida no mayor a 1 amperio y (+-3% + 30) para una medida mayor a 1 en el rango de dos amperios, (+-3%+12) para medidas menores o iguales a 4 amperios y (+-2%+8) para medidas en el rango de 4 a 20 amperios. De esta información se establece que si el multímetro en su pantalla visualiza 0,2 amperios el valor real de esta medida será al tomar en cuenta su error de calibración dando como resultado $0,2 + 0,008 + 0,4 = 0,608$ Amperios. Mas información *Anexos E* (TRUPER S.A de C.V, 2014).

El uso de una interfaz electrónica para el control de la carga inductiva representa perdidas en la calidad de la señal a medir, en la **Figura 29** se muestra el efecto que produce el uso de un variador de frecuencia, donde la señal de entrada desde la red es inferior a la señal de entrada hacia el motor, esto ocurre por el proceso de rectificación de corriente alterna a corriente continua del variador de frecuencia.

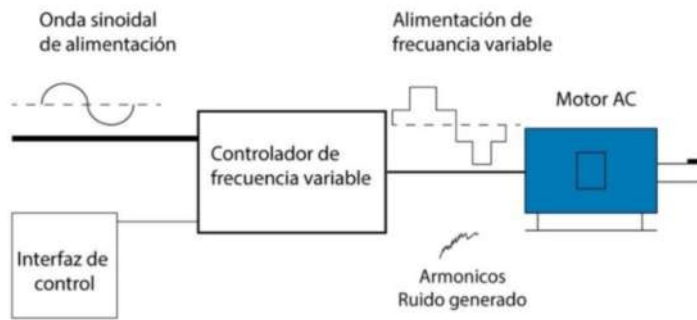


Figura 29-2 Estructura de funcionamiento del CFW500.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

En la **Figura 30** se muestra la toma de valores entre el multímetro y el sistema scada, la medida de corriente realizada con el multímetro se lo realiza en una de las líneas de alimentación al motor.



Figura 30-2 Toma de medidas de corriente con un multímetro Truper MTU-202 y el sistema Scada con el motor en marcha sin carga.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Para la carga inductiva en la **Tabla 14** se muestra los datos recogidos de la corriente para el desarrollo de la prueba, en donde se estima un numero de 8 datos tomados en un valor de frecuencia ascendente en el rango de 0,4Hz a 60Hz, los datos el sistema Scada se muestran en la columna D1, los datos referentes al variador de frecuencia en la columna D2, los datos referentes al multímetro sin consideración del error en la columna D3 y los datos del multímetro más la estimación del error en la columna D4. Cabe destacar que al realizar el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson se puede determinar la validez de la información y si este proceso es

realizado en repetidas ocasiones en lapsos de tiempos determinados a los mismos dispositivos, se puede indicar la confiabilidad de los instrumentos de medida.

Tabla 14-2 Prueba de validez por criterio concurrente por medio del coeficiente de Pearson entre un multímetro Truper MTU-202, el sistema scada y el variador de frecuencia CFW500.

		Scada	Vdf	Mult(-e)	Mult(+e)			
Prueba		Hz	D1	D2	D3	D4	c.c.p (D2-D3)	c.c.p D3Px
14:00:00	P1	0,4	0,1	0,1	0,153	0,16312	0,862987472	P1-P2
		0,9	0,2	0,2	0,086	0,09344		
		1,8	0,4	0,4	0,087	0,09448		
		3,7	1,1	1,1	0,387	0,40648		
		7,5	1,3	1,3	0,571	0,59784		
		15	1,4	1,4	0,932	0,97328		
		30	1,5	1,5	1,362	1,40586		
		60	1,5	1,5	1,514	1,56242		
15:00:00	P2	0,4	0,1	0,1	0,082	0,08928	0,767314309	P1-P2
		0,9	0,2	0,2	0,073	0,07992		
		1,8	0,4	0,4	0,764	0,79856		
		3,7	1,1	1,1	0,365	0,3836		
		7,5	1,3	1,3	0,587	0,61448		
		15	1,4	1,4	0,916	0,95664		
		30	1,5	1,5	1,348	1,39144		
		60	1,4	1,4	1,429	1,47487		
							0,8978686	
16:00:00	P3	0,4	0	0	0,079	0,08616	0,843825261	P3-P4
		0,9	0,1	0,1	0,072	0,07888		
		1,8	0,4	0,4	0,076	0,08304		
		3,7	1,1	1,1	0,332	0,34928		
		7,5	1,3	1,3	0,559	0,58536		
		15	1,4	1,4	0,925	0,966		
		30	1,5	1,5	1,353	1,39659		
		60	1,4	1,4	1,449	1,49547		
17:00:00	P4	0,4	0,100	0,100	0,082	0,08928	0,802631078	P3-P4
		0,9	0,900	0,900	0,074	0,08096		
		1,8	0,400	0,400	0,076	0,08304		
		3,7	1,100	1,100	0,361	0,37944		
		7,5	1,300	1,300	0,561	0,58744		
		15	1,400	1,400	0,920	0,9608		
		30	1,500	1,500	1,356	1,39968		
		60	1,400	1,400	1,436	1,48208		
							0,99981924	

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

El proceso de la prueba ha sido realizado en 4 ocasiones con la comparación de dos dispositivos y un motor sin carga, en la **Tabla 14** se muestra las columnas con los coeficientes de Pearson en los cuales se toma los siguientes aspectos:

Caso 1: Coeficiente calculado con el valor del multímetro sin la corrección de precisión y el sistema scada en cada toma de datos, este valor se muestra en la columna c.c.p D2-D3.

Caso 2: Coeficiente calculado con el valor del multímetro entre la primera y segunda toma de datos, entre la tercera y cuarta toma de datos. Estos valores se muestran en la columna c.c.p D3Px

Al terminar con el cálculo y tener valores de correlación se puede interpretar los datos obtenidos. En el caso 1 se estima el coeficiente de correlación entre los instrumentos de medida, obteniendo un valor altamente positivo que indica la existencia de una correlación lineal entre los dos instrumentos y una validez aceptable. En el caso 2 se estima el coeficiente de correlación en base a la prueba Test-retest en donde al repetir la prueba en algunas ocasiones y calcular su correlación se obtiene un valor altamente positivo el cual indica una estabilidad temporal y convirtiendo al sistema scada en un instrumento fiable.

En el caso de la carga resistiva la incorporación de una interfaz electrónica no altera su funcionamiento debido a la naturaleza de la carga, es decir la existencia de ruido en la red no induce a alguna anomalía en la carga. En la **Figura 31** se muestra el circuito básico de potencia para una carga resistiva por medio de SCR controlados.

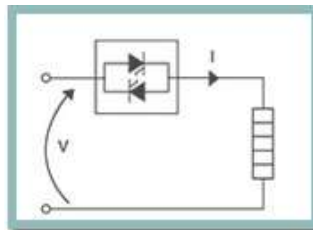


Figura 31-2 Circuito de potencia para una carga resistiva por medio de SCR.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

En la **Figura 32** se muestra la toma de datos para una carga resistiva entre el dispositivo Epack-1PH, el multímetro Truper y el sistema Scada en Ignition. La pinza amperimétrica es colocada en la línea procesada de la red de 110v AC que sale de la parte inferior del dispositivo SCR.



Figura 32-2 Toma de medidas de corriente con un Multímetro Truper, en una carga resistiva con referencia a el sistema Scada y el dispositivo Epac-1PH.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Tanto para la validación de medidas como para el control general, se ha elegido el método de disparo Burst variable firing como se muestra en la **Figura 33**, por su principal característica que se basa en la menor emisión de ruido electromagnético EMC en la red, respecto a sus similares como: control de ángulo de fase, control de medio ciclo y realimentación(Eurotherm(Schneider Electric), 2013).

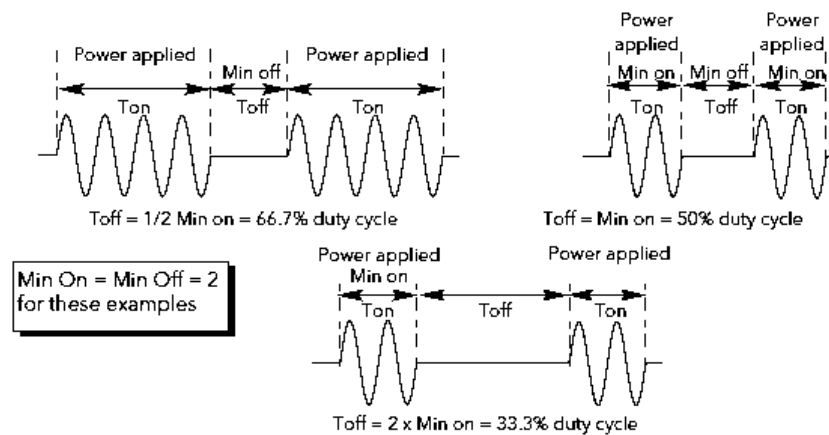


Figura 33-2 Disparo Burst para la activación de la compuerta del SCR.
Fuente:(Eurotherm(Schneider Electric), 2013)

En la **Tabla 15** se muestra los datos recogidos de la corriente para el desarrollo de la prueba, en donde se estima un número cuatro tiempos con un lapso de 23 minutos entre prueba y prueba, en cada una se ha tomado los valores referentes al incremento del set-point o punto de consigna en un rango de 0 a 100%, una tensión de red aproximada de 120V AC, una frecuencia de 60 Hz y un método de disparo por ráfaga Burst (Eurotherm(Schneider Electric), 2013).

Tabla 15-2 Prueba de validez por criterio concurrente por medio del coeficiente de Pearson entre un multímetro Truper MTU-202, el sistema scada y el driver Epack-1PH.

			Epack-1Ph	Scada	Mult - e	Mult +e	c.c.p(instr)	c.c.p(tiem)
Prueba		SP %	D1	D2	D3	D4	c.c.p (D2-D3)	c.c.p (D2Px)
12:17:00	P1	0	0	0	0	0,120	0,9985446	D2P1-D2P2
		25	2,6	2,61	2,63	2,758		
		50	3,69	3,68	3,6	3,731		
		75	4,51	4,52	4,5	4,634		
		100	5,17	5,16	5,4	5,536		
12:40:00	P2	0	0	0	0	0,120	0,99919833	D2P1-D2P2
		25	2,61	2,6	2,7	2,828		
		50	3,69	3,7	3,73	3,861		
		75	4,51	4,52	4,5	4,634		
		100	5,17	5,19	5,4	5,536		
13:03:00	P3	0	0	0	0,120	0,99849318	D2P3-D2P4	

		25	2,84	2,84	2,8	2,928	
		50	4,02	4,01	4,1	4,232	
		75	4,92	4,91	4,78	4,914	
		100	5,48	5,51	5,71	5,847	
13:26:00	P4	0	0,000	0,000	0,000	0,120	0,99904906
		25	2,830	2,830	2,840	2,969	
		50	4,010	4,010	4,120	4,252	
		75	4,910	4,910	4,850	4,985	
		100	5,450	5,450	5,660	5,797	
							0,99999516

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

En base a los datos generados por medio del coeficiente de correlación de Pearson, en la tabla anterior se puede ver la aproximación del valor a la unidad, indicando esto una buena correlación entre las medidas tanto entre dispositivos como entre los tiempos de toma de datos. Los resultados son planteados en dos casos como se muestra a continuación.

Caso 1: El valor de correlación entre el sistema Scada y el multímetro en la prueba P1 con un total de cuatro valores respectivamente igual a 0,998 que se aproxima notablemente a la unidad, el mismo caso con un valor aproximado se muestra para la prueba P2, P3 y P4.

Caso 2: El valor de correlación entre las cuatro pruebas en base a la toma de valores del sistema Scada, muestra un valor de 0,99 para la prueba P1-P2 y un valor de 0,99 para la prueba P3-P4.

En conclusión, de las pruebas realizadas tanto para la carga resistiva como para la carga inductiva se deduce que los instrumentos de medida como Scada, Variador de frecuencia, Epack-1PH y el multímetro Truper son aceptables y sus medidas pueden ser consideradas como válidas.

2.2.2.3 Aplicación

El sistema scada propuesto en esta investigación se desarrolla en base al diagrama de navegación de la **Figura 34**, donde el usuario puede tener acceso a cada una de las pantallas de control y configuración dependiendo del tipo de acceso que este posea. Para tener acceso al sistema el usuario deberá tener una clave y un identificador, después el usuario podrá ver solo la planta a la que se le ha asignado y otras opciones que pueden variar de acuerdo a la política del diseño.

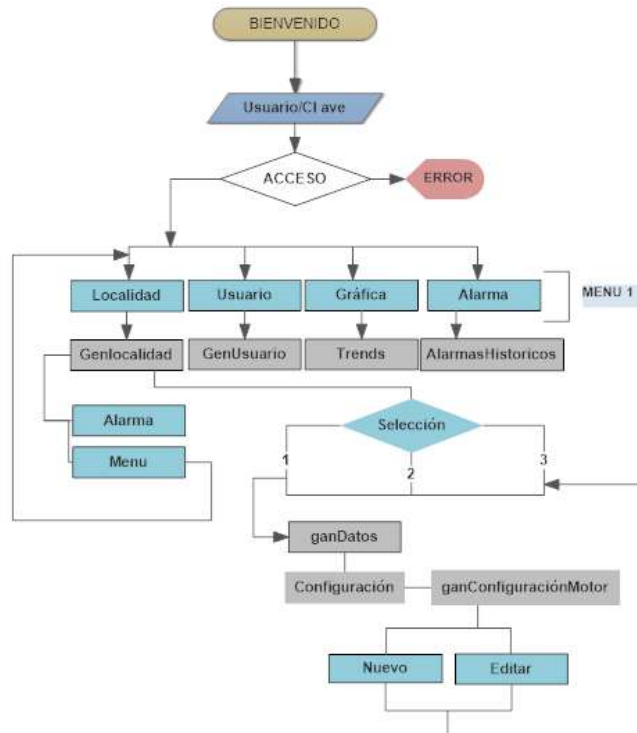


Figura 34-2 Diagrama de navegación a través del sistema Scada.
 Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

El diseño de las interfaces de navegación del sistema scada está basado en la programación de objetos propia de Ignition bajo lenguaje Java y Python como se muestra en el *Anexos Q*.

2.2.2.3.1 Control de Acceso basado en jerarquías

Para brindar una seguridad adecuada en cuanto al ingreso de cada usuario del sistema Scada, se ha estructurado un acceso basado en la jerarquía del personal adquirida dentro de la empresa. Los datos de cada usuario son ingresados por el administrador y guardados dentro de la base de datos en donde se genera un ID y se establece una contraseña. Para registrar un nuevo usuario en el sistema, el administrador debe ingresar la información necesaria tal como se ve en la **Figura 35**. Donde se puede escoger el tipo de rol, el idioma y otras características. Mas información *Anexos L*.

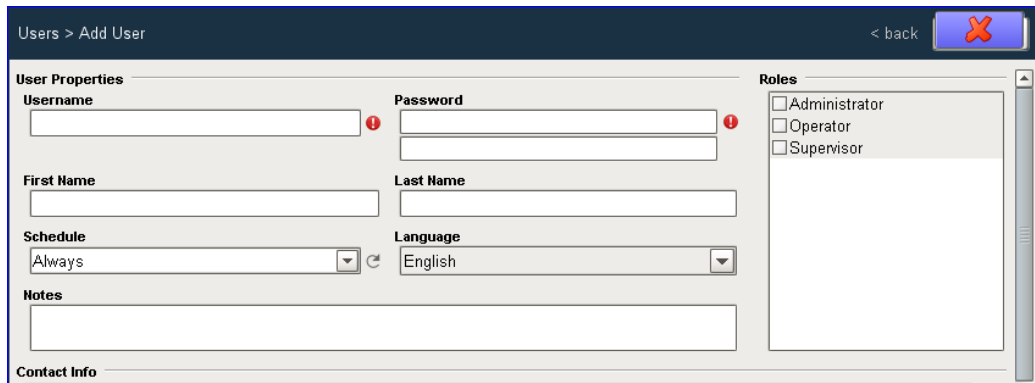


Figura 35-2 Registro de nuevos usuarios dentro del sistema scada.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Dentro de la implementación de sistema scada bajo Ignition se ha logrado que los diferentes usuarios que han sido registrados en el sistema tengan privilegios permitidos o denegados, esto ayuda a que un operario tenga denegado el acceso a la configuración de las cargas para evitar que el mismo sea dañado o alterado de manera accidental. Existen tres tipos de acceso o tres niveles a los que se les ha asignado privilegios o permisos como son: administrador, supervisor y operador. El scada permite el acceso de manera remota por medio de la dirección IP de la red en donde se encuentra, esto representa una gran ventaja al evitar tener un operario en una estación fija de supervisión. Esta característica ayuda a tener un acceso a la aplicación desde cualquier dispositivo y cualquier punto en donde se cuente con acceso a la red.

2.2.2.3.2 Sistema dinámico de variadores de frecuencia

Tiene la función de crear de manera automática un variador de frecuencia con valores ya establecidos anteriormente sin necesidad de la intervención del diseñador del sistema, sino solo desde la interfaz de usuario. Como se muestra en la **Figura 36** a cada usuario se le ha sido asignado una LOCALIDAD, SISTEMA y un NUM_MANTENIMIENTO, cuyos valores son los que aparecen al crearse la nueva planta. Mas información en el *Anexos K*.



Figura 36-2 Asignación de la planta a un nuevo usuario.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Después de configurar las nuevas asignaciones, en la **Figura 37** se muestra las plantas creadas de acuerdo a los datos ingresados como se muestra en la **Figura 36**.

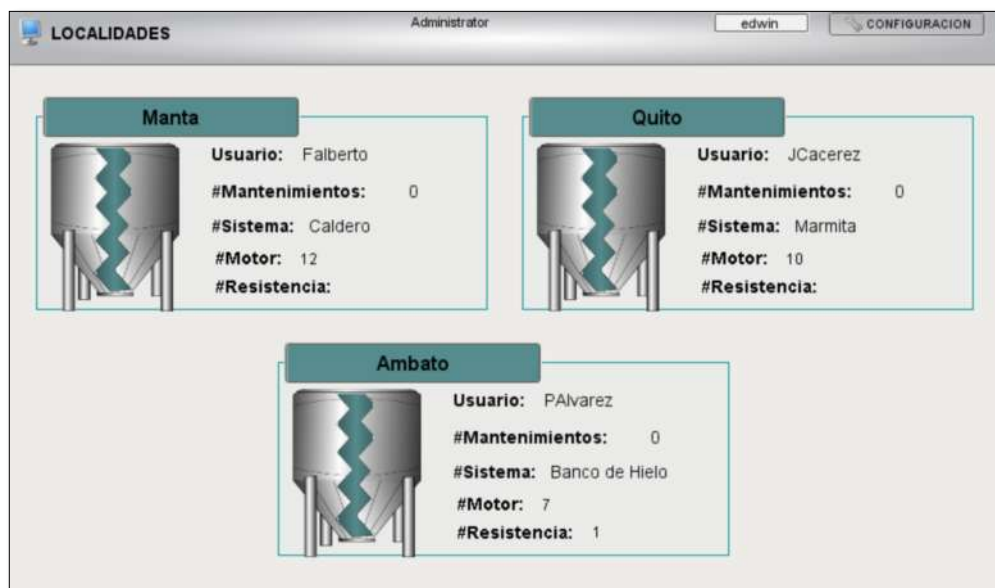


Figura 37-2 Plantas creadas de manera automática.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

En la **Figura 38** se muestra el acceso a una planta seleccionada al dar un clic sobre la imagen de la misma, esta acción extrae de MySQL los datos anexados a un usuario como datos referentes a la carga inductiva y a la carga resistiva. En la misma pantalla se muestra los datos supervisados de la planta seleccionada donde se tiene variables de: Amperaje, Voltaje, Velocidad, Rendimiento de acuerdo a la carga respectiva y opciones de Graficas, Reporte, Alarmas y Configuración avanzada de la planta. En este punto dependiendo del rol asignado al usuario, este podrá o no

tener acceso a las configuraciones avanzadas, en caso contrario se emitirá un mensaje de falta de privilegios.



Figura 38-2 Scada de la planta Banco de Hielo.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

2.2.2.3.3 Tags en Ignition

En la **Tabla 16** se muestra los tipos de tags usados tanto para la recolección de información desde los dispositivos de campo (esclavos) hacia el dispositivo maestro y para los respectivos cálculos internos del sistema.

Tabla 16-2 Tipos de Tags dentro de Ignition.

TIPO	FUNCIÓN	CARACTERÍSTICA
Opc-Tag	Variable de conexión con dispositivos externos	Creada a partir de la raíz de la conexión del OPC con el dispositivo externo
Memory-Tag	Variable interna	Usada para guardar datos locales
Query-Tag	Variable de consulta DB	Usada para importar datos desde la base de datos o de algún scripting
Expresión-Tag	Variable de cálculo	Usada para realizar cálculos a partir de una Tag
Data Type Instance	Variable dinámica	Usada para agrupar Tags y poderlas crear de manera automática
UDT	Variable datos de Usuario	Variable de agrupación de Opc-Tag, Memory-Tag y demás.

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

En la tabla anterior se encuentran los tags UDT los cuales cumplen la función de agrupación de tags, estos UDTs son usados para la gestión de las plantas de manera automática, al llamar desde una instancia o script a un UDT este lleva consigo todos los tags tanto de comunicación como de cálculo.

2.2.2.3.4 Alarmas

Encargadas de cumplir la función de notificaciones bajo criterio de eventos de alto o bajo riesgo. Todas las alarmas son almacenadas en la base de datos creada por el usuario con su respectivo id, las mismas pueden ser visualizadas por medio de Alarmas Diarias o Estado de Alarmas. En el presente estudio se configura alarmas en las siguientes variables:

- Carga Inductiva
 - Corriente de lectura
 - Voltaje en la carga
 - Frecuencia
 - Potencia calculada
 - Rendimiento calculado
 - Flujo magnético
- Carga Resistiva
 - Voltaje de la red (Protección de dispositivo)

Como ejemplo se menciona que la Memory-tag a la cual se le ha asignado la variable de lectura de la corriente de acuerdo al mapa Modbus del dispositivo es “**Corrientecalculada**”, la cual tiene un subproceso a partir de la raíz de la OPC-tag con la dirección “**ns=1;s=[MODBUSRTU]3.Monitoro4**” como se muestra en la *Figura 39*.

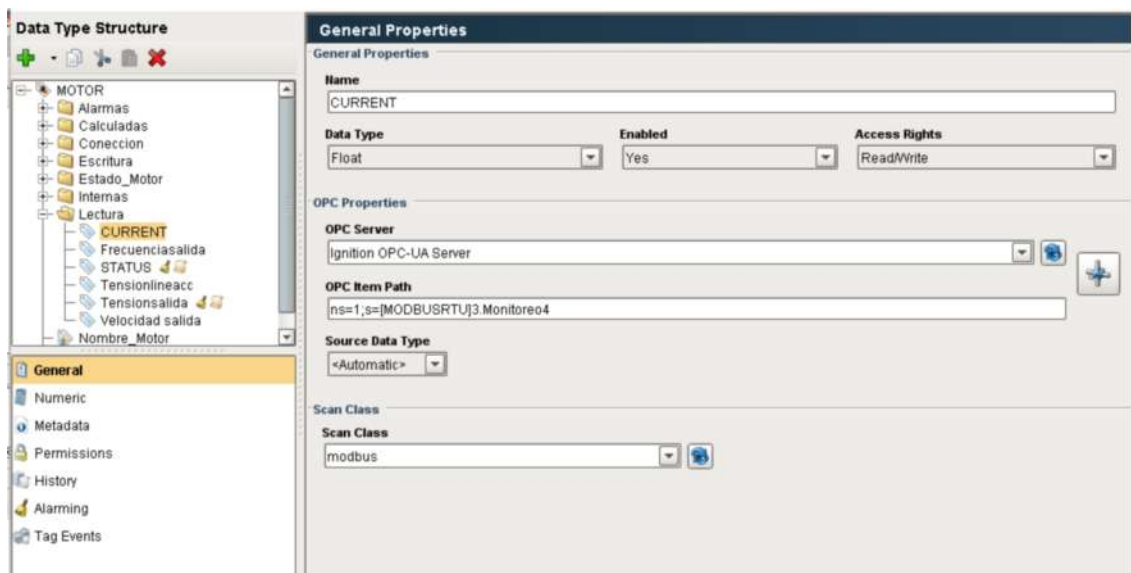


Figura 39-2 Opc-tag correspondiente a la variable de lectura de la corriente del motor.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

A continuación, se muestra algunos de los parámetros de configuración para las alarmas seleccionadas en la carga inductiva:

- Name:** El nombre de la alarma que será usado para ser llamada si fuere necesario.
- Enabled:** Estado de la alarma puede estar activa o inactiva (Control manual/Automático).
- Priority:** Prioridad o severidad de la alarma, esto servirá para poder saber de qué tipo de prevención se trata.
- Timestamp Source:** Fuente de tiempo en que sucedió la primera activación de la alarma.
- Display Path:** Texto mostrado al activarse la alarma, puede contener parámetros de la misma.
- Ack Mode:** Modo de accionamiento (Manual/Automático).
- Notes:** Texto que puede o no ser mostrado al llamar esta alarma.
- Mode:** Modo de accionamiento en base a un valor establecido o setpoint, el cual puede ser: igual, mayor, menor, entre dos valores, fuera de rango, fuera de entre dos puntos, y otros.
- Setpoint:** Valor ingresado para ser comparado con las variables.
- Inclusive:** Usado para incluir o no el valor leído dentro del setpoint.
- Any change:** Usado para activar la alarma en cada cambio del valor en la variable.

Dentro del Módulo de Alarmas, existen los llamados Pipelines, los cuales cumplen con el criterio de notificación al usuario por medio de un correo electrónico previamente registrado en la sección de On-Call Rosters. En la **Figura 40** se muestra el diagrama de notificaciones global, en este diagrama las alarmas ingresan por medio de la compuerta Switch y es dirigida hacia la notificación correspondiente por medio del Jump respectivo. Mas información *Anexos N*.

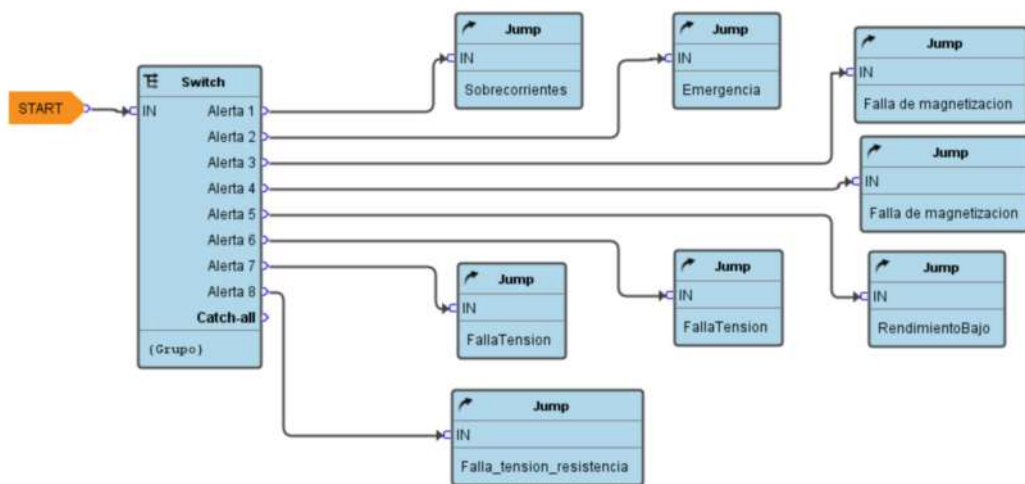


Figura 40-2 Diagrama de notificaciones y redirección global de alarmas para carga inductiva y resistiva.

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

2.2.2.3.5 Reportes Dinámicos

Los reportes generados por Ignition pueden ser configurados, diseñados y personalizados a un 100% al criterio del personal o de la necesidad. Una de las funciones y facilidades que presta el módulo de reportes en Ignition está en poder tener un eficiente sistema de notificación bajo el criterio de rutina diaria, semanal, mensual y más. Este método de notificación puede ser vía e-mail y SMS.

Después de diseñar la hoja de reportes, resta configurar el modo en que el reporte será guardado, notificado, o enviado a distintos destinatarios. Para ello se debe configurar tanto los días, las horas, el número de repeticiones, tipo de acciones a realizar con el reporte y a quienes será enviado.

Una vez configurado la rutina debemos seleccionar el método de envío, el cual en este caso se ha tomado que sea por medio de un servidor smtp. Como se ve en la **Figura 41** este parámetro es editado en la pestaña de acciones donde se puede escoger el tipo de evento que se efectuara para el reporte correspondiente. Más información *Anexos O*.

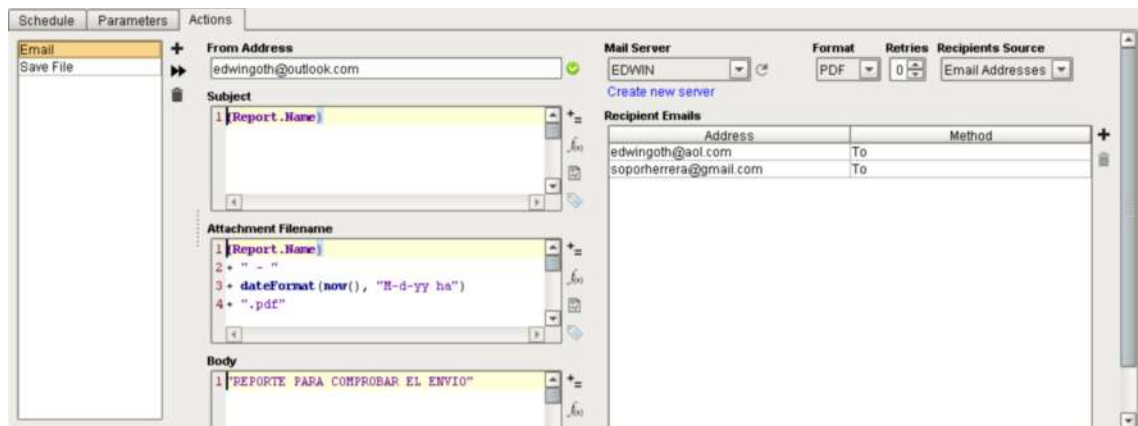


Figura 41-2 Acciones de envío de reporte por medio del servidor smtp(e-mail).

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

2.2.2.3.6 Acceso remoto al sistema

El acceso a la aplicación del sistema scada desarrollado en Ignition desde un punto remoto se pudo lograr por medio de dispositivos móviles como teléfonos Android, tables u otros dispositivos capaces de ejecutar aplicaciones Java. En la siguiente **Figura 42** se muestra el acceso a la aplicación desde un teléfono ACER Z-500 con sistema operativo Android 5.3 en el cual se puede navegar por todo el sistema, supervisar y controlar todas las funciones de la planta.

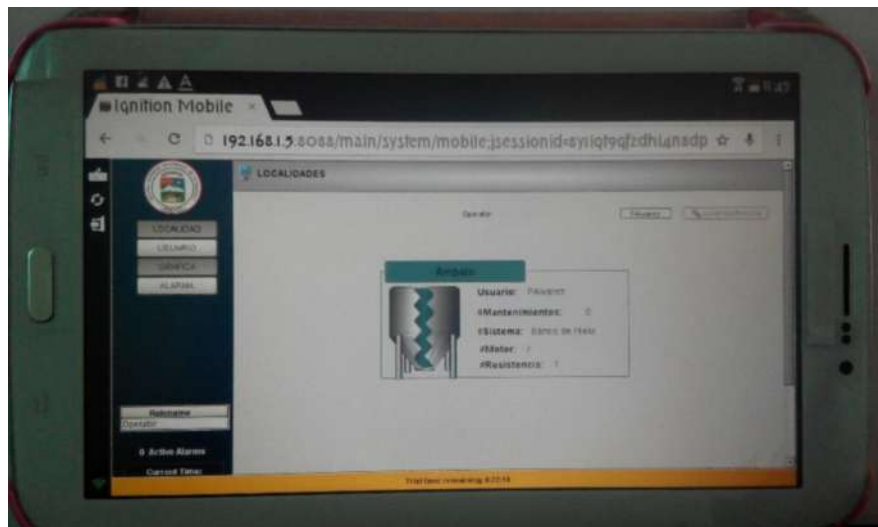


Figura 42-2 Ingreso al sistema scada por medio de un dispositivo móvil con sistema operativo Android 5.3

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

CAPITULO III

3. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se muestra el funcionamiento del sistema Scada cuya función principal es ayudar a predecir futuras fallas en un motor de inducción trifásico y una carga resistiva. El análisis de las señales a supervisar del motor no será sobre su espectro, debido a que al hacer uso de una tarjeta electrónica como interfaz de control y datos estos introducen armónicos a la red lo que impide tener un análisis espectral de las variables eléctricas. Se analiza las magnitudes recogidas del vdf y el scr usando como parámetros de control o referencia datos de las cargas y parámetros estándar que ayudaran a diagnosticar funcionamientos erróneos. Esto se realiza con las cargas en marcha como un método de análisis no intrusivo.

3.1 Análisis de las señales de la carga inductiva

Los datos recogidos de las señales supervisadas de una carga inductiva son las variables correspondientes a los valores de:

- Corriente de sobrecarga
- Desequilibrio de la tensión
 - Voltaje de subtensión
 - Voltaje de sobretensión
- Desequilibrio de frecuencia

3.1.1 Corriente de sobrecarga

Este valor es configurado como un *setpoint* en el módulo de alarmas del sistema scada, el cual notifica si el motor está o no en una sobrecarga. La señal es supervisada en tiempo real y almacenada dentro de la base de datos para ser analizada dentro de una trazabilidad, con el fin de evaluar si luego de un periodo de tiempo el motor presenta anomalías recurrentes. Para calcular su valor se hace uso de la **Ecuación 6** de la corriente de sobrecarga.

Ecuación 6

$$I_{sc} = I_n * 1,5$$

Donde:

I_{sc} se refiere a la corriente de sobrecarga generada por el motor.

I_n indica el valor de la corriente nominal del motor de acuerdo a la placa de datos.

En base a lo descrito el cálculo de la corriente de sobrecarga queda como sigue:

$$I_{sc} = 1,9 * 1,25 = 1,95 \text{ Amp}$$

El parámetro del *setpoint* es ingresado conforme al formato de direccionamiento: `{[.]../Internas/Corriente_nominal}*1.25`. En la **Figura 43** se muestra el valor supervisado de la corriente con un valor de 1.4 amperios, el valor de la Inominal con un valor de 1.9 amperios y la Isobrecarga con un valor de 2,85 amperios.

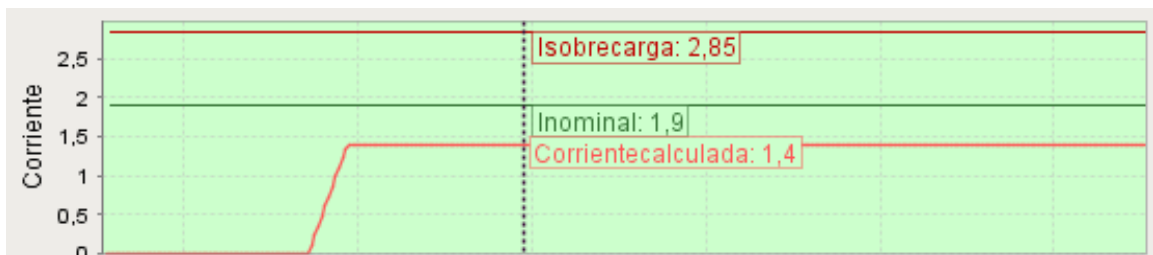


Figura 43-3 Gráfica de la corriente en tiempo real (Arranque del motor sin carga).

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

En la gráfica anterior los valores de la corriente supervisada son generados por el arranque del motor sin carga. Por naturaleza del motor si este se encuentra sin carga alguna, el consumo de corriente será menor al de su corriente nominal.

En la **Figura 44** se muestra el efecto de la carga en el consumo de la corriente del motor, en esta gráfica los picos de corriente son bastante notables hasta llegar al punto de establecimiento, el valor de la corriente sobrepasa la nominal hasta llegar a una sobrecarga admisible, es decir, el motor no se ve afectado por ese consumo, sin embargo este pico de corriente dispara una alarma indicando que el motor ha superado su corriente nominal pero sin llegar a un consumo crítico. Si se dará el caso en que la corriente supervisada llegue al valor de la corriente de sobrecarga crítica, el sistema de manera automática emitirá una orden que desactivará el motor como un método de protección, esto siempre ira acompañado de una notificación al personal respectivo.



Figura 44-3 Gráfica de corriente en tiempo real bajo prueba con carga.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

3.1.2 Desequilibrio de la tensión

El valor del voltaje de sobretensión o de subtensión es configurado como un *setpoint* sobre el valor supervisado. En base a la *Ecuación 2* y *Ecuación 3* se establece el valor de desequilibrio de la tensión, al registrarse la alarma como activa en el sistema el bloque de alarmas activa la tubería correspondiente a las notificaciones.

La expresión ingresada en el *setpoint* de la alarma tiene la forma: $\{[.]/Internas/Voltaje_nomial\} + \{[.]/Internas/Voltaje_nomial\} * 0.1$, en donde un incremento de la tensión por encima o por debajo de este punto de consigna, indica que el motor a entrado en una etapa de funcionamiento conocido como zona B, en esta zona su operación deberá ser por el menor tiempo posible, en caso contrario se considera la zona de trabajo A en donde si bien los valores aun sufren variaciones que afectan su funcionamiento, esta zona de trabajo es menos perjudicial para el motor (ABB, 2014).

En la *Figura 45* se puede ver el comportamiento de la tensión cuando se ha realizado una prueba a un motor sin carga y un valor de tensión adecuada.

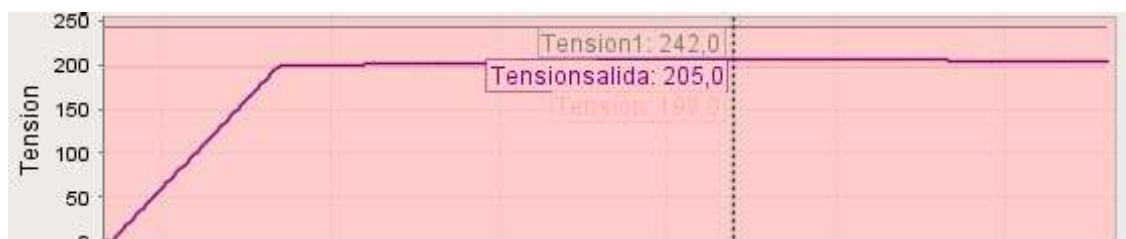


Figura 45-3 Representación de la tensión en tiempo real (arranque sin carga).
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

En la *Figura 46* muestra el valor de la tensión supervisada, con una alimentación por debajo de la tensión adecuada.

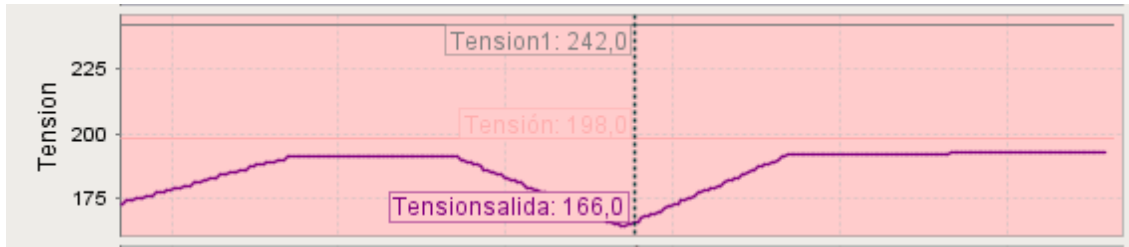


Figura 46-3 Representación de la tensión en tiempo real (arranque con carga sin subtensión).
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

La reducción de la tensión por debajo del 10% de desequilibrio con una duración superior a 10 segundos por debajo del punto de consigna activa una alarma denominada “*Desequilibrio_tensión_negativa*” que a su vez permite la notificación por medio de correo electrónico a través del pipeline correspondiente. La alarma generada por una mala alimentación se muestra en la tabla de “Estados de Alarma” como se muestra en la **Figura 47-3**, en donde la fila de color rojo indica la existencia de una alarma activa.

<input type="checkbox"/> Active?	Active Time	Display Path	Current State	Priority	Active Duration
<input checked="" type="checkbox"/>	20/03/18 17:39	Tensionsalida / Desequilibrio_tension_negativa : MOTOR7	Active, Unacknowle...	Critical	29 seconds
<input type="checkbox"/>	20/03/18 17:39	Frecuenciacalculada(motor) / Frecuencia_inestable_alta : MOTOR7	Active, Acknowledged...	High	32 seconds
<input type="checkbox"/>	20/03/18 17:37	Tensionsalida / Desequilibrio_tension_positiva : MOTOR7	Cleared, Acknowled...	Critical	
<input type="checkbox"/>	20/03/18 17:37	Corrientecalculada / Sobrecarga de riesgo : MOTOR7	Cleared, Acknowled...	Critical	

Figura 47-3 Alarma de "Desequilibrio_tensión_baja" activa en la tabla de estados.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Al encontrarse la alarma como activa, en el sistema de Ignition se genera el evento de notificación correspondiente a la alarma generada como se muestra en la **Figura 48-3**, en donde en la columna de “Items” se visualiza el valor de estado en 1 y la columna “Active?” Como verdadera.

Name	Active?	Items	
Alarma corregida	false	0	Details
Emergencia	false	0	Details
Falla de magnetizacion	false	0	Details
FallaTension	true	1	Details
Falla_de_frecuencia	false	0	Details
Falla_tension_resistencia	false	0	Details
Global	false	0	Details
RendimientoBajo	false	0	Details
Sobrecorrientes	false	0	Details

Figura 48-3 Eventos generados por la activación de la alarma de “Falla de Tensión”.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Si la falla de desequilibrio de tensión ha sido corregida en la **Figura 49-3** de Estados de Alarma, se muestra como la fila correspondiente a la alarma de “Desequilibrio_tensión_negativa” pasa a ser de color azul, indicando su estado de limpieza, en la misma tabla en la columna de “Active Duration” se puede visualizar el tiempo que la alarma estuvo en estado activo.

Active?	Active Time	Display Path	Current State	Priority	Active Duration
<input checked="" type="checkbox"/>	20/03/18 17:39	Tensionsalida / Desequilibrio_tension_negativa : MOTOR7	Cleared, Unacknowl...	Critical	59 seconds
<input type="checkbox"/>	20/03/18 17:37	Tensionsalida / Desequilibrio_tension_positiva : MOTOR7	Cleared, Acknowled...	Critical	
<input type="checkbox"/>	20/03/18 17:37	Corriente calculada / Sobrecarga de riesgo : MOTOR7	Cleared, Acknowled...	Critical	
<input type="checkbox"/>	20/03/18 17:37	FlujoMagnético / FlujoMagnéticoBajo : MOTOR7	Cleared, Acknowled...	Critical	

Figura 49-3 Estado de alarma "Desequilibrio_tensión_negativa" como limpia.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

La activación de la alarma genera el accionamiento de notificaciones en el bloque de pipelines hacia los destinatarios registrados en el sistema, en la **Figura 50** se muestra el correo recibido desde la alarma “Desequilibrio_tensión_negativa”.



Figura 50-3 Notificación de alarma activa “Desequilibrio_tensión_negativa” por servicio de correo smtp.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

3.1.3 Flujo magnético

Para el valor del flujo magnético permitido, se hace uso de la **Ecuación 1** donde se ingresa los valores nominales tanto de tensión como de frecuencia, se toma en consideración los valores de tensión máximos y mínimos permitidos bajo normativa, los cuales indican una operación del (+) (-)10% al valor de la tensión nominal. Tal como se muestra en la **Tabla 17** los valores tanto superiores o inferiores a los correspondientes de una tensión mínima de 198 y máxima de 242 activan las alarmas de falla de tensión.

Tabla 17-3 Calculo del flujo magnético de acuerdo a valores de tensión leídos y una frecuencia estable.

Flujo magnético(Ø)	Voltaje	Frecuencia
3.3	198 (min)	60
3.6	220	60
4.03	242 (máx.)	60

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Como se muestra en la **Figura 51** se puede verificar dos casos en que el flujo magnético puede afectar de manera recurrente al funcionamiento del motor. En el primer caso, el flujo magnético es mayor a 4.03 por encima del valor permitido, lo que significa que ha existido una alimentación

considerada como una sobretensión y esto provoque un incremento en la temperatura del motor y reducirá considerablemente el tiempo de vida del mismo. En el segundo caso, el valor del flujo magnético es menor al permitido de 3.3, lo que indica que ha existido una alimentación considerada como subtensión y esto repercutirá directamente en un incremento del consumo de la corriente e incremento de la temperatura del motor.

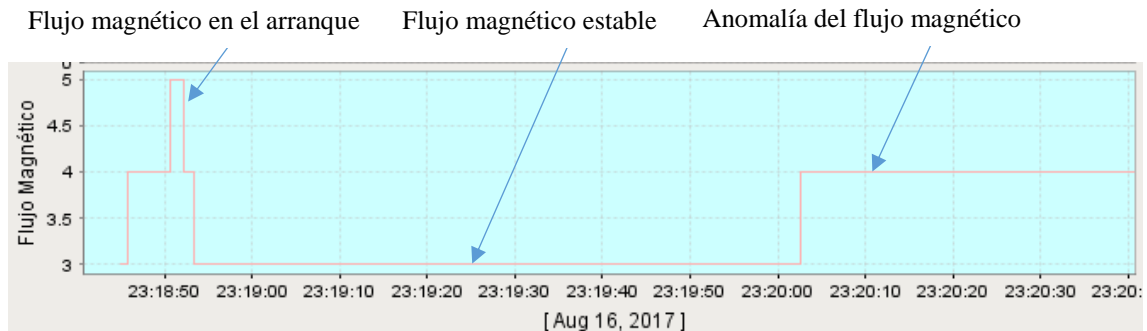


Figura 51-3 Flujo magnético calculado a partir de los valores en tiempo real de voltaje y frecuencia.

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

3.2 Análisis de las señales de la carga resistiva.

Al tratarse de una carga netamente lineal con un Factor de potencia unitario y a la información recolectada desde los fabricantes de Resistencias calóricas, se establece que no es factible implementar un método de mantenimiento predictivo para la carga, más que solo la supervisión y control de la misma por medio del sistema Scada.

3.2.1 Corriente de sobrecarga de una carga resistiva.

En la **Figura 52** se muestra la señal de la corriente eficaz o Irms de la carga al ser sometida a un punto de consigna del 100%. La señal sufre una rampa de subida debido al tipo de disparo y de rampa de incremento generada desde el dispositivo Epack.

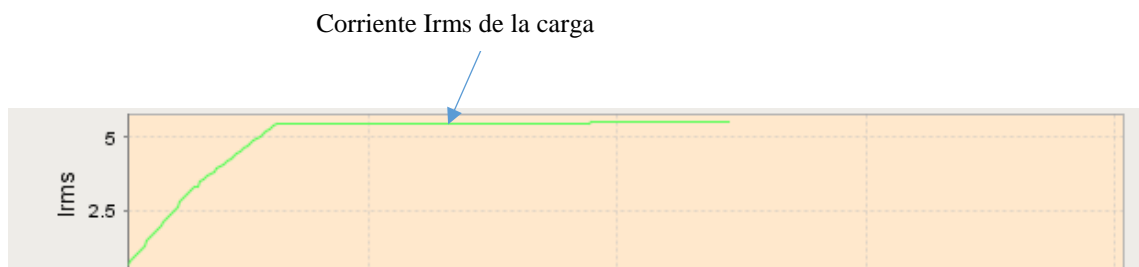


Figura 52-3 Señal de corriente Irms o eficaz de la carga.

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

En la **Figura 53** se muestra la señal de la tensión eficaz o Vrms de la carga que al igual que la corriente eficaz sufre una rampa de incremento debido al modo de disparo del dispositivo Epack-1PH.

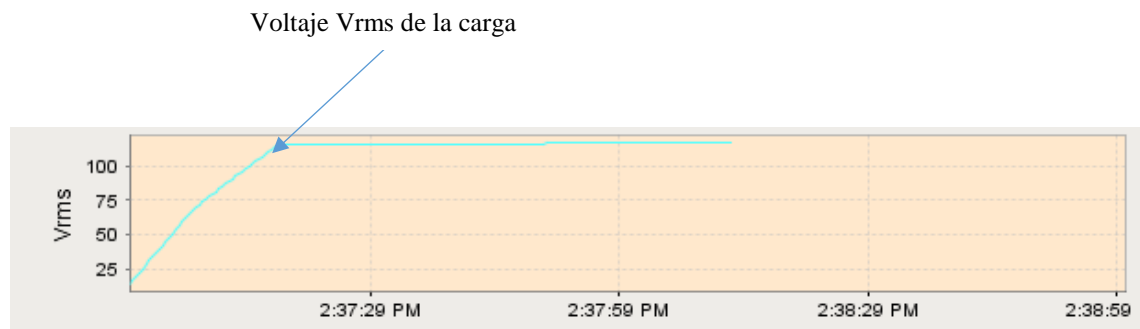


Figura 53-3 Señal de voltaje Vrms o eficaz de la carga.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

3.2.2 Desequilibrio de la tensión en la carga resistiva

Como se puede ver en la **Figura 54**, el valor de la tensión de línea o de alimentación es bastante inestable con una variación de ± 5 voltios de corriente alterna, a pesar de tener este tipo de incremento y decremento en el valor de la tensión, la carga no se ve afectada por este tipo de anomalías.



Figura 54-3 Señal supervisada de la tensión de la red.
Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

3.3 Determinar las causas fundamentales de fallas de acuerdo a las técnicas de mantenimiento predictivo.

De acuerdo a lo establecido en capítulos anteriores, las fallas más comunes en motores de inducción de corriente alterna pueden ser ocasionadas por dos motivos en general que son:

- Variación de la tensión tanto de manera positiva como negativa.
- Sobrecarga de la corriente consumida por el motor.

En base a la información recopilada por el sistema scada, se evidencia que:

- Al someter el motor a una carga superior a su capacidad, este presenta un incremento de la corriente que de manera directa incrementa la temperatura del bobinado del motor.

- Al recibir el motor una tensión superior a lo establecido, este presenta un incremento en la generación del flujo magnético, forzando al motor en su trabajo e incrementando la temperatura.
- Al recibir el motor una tensión por debajo de lo establecido, este presenta una reducción en el flujo magnético, provocando que el motor no abastezca a la carga a la que se le ha sido sometida.

Cabe destacar que el presente estudio no contempla el predecir en donde aparecerá una futura falla en la carga, sin embargo, si provee de datos necesarios para el análisis técnico en base al número de anomalías encontradas y de su frecuencia en un cierto periodo de tiempo. En la **Tabla 18** se muestra los resultados de la cantidad de alarmas generadas por variable analizada y supervisada en un rango de tiempo, con el objetivo de saber si el motor ha sufrido algún deterioro en cuando a la calidad de alimentación o de sobrecarga de corriente en la carga. Si el número de alarmas activas es superior al rango permitido la condición recomendada es de intervención inmediata, en caso contrario no se recomienda ninguna acción y se considera que el motor funciona de manera adecuada.

Tabla 18-3 Rango de alarmas en un tiempo de toma de datos igual a cuatro horas.

Señal	Rango		Señal	Rango		Estado	Recomendación
	0-6	6-sup		0-4	4-sup		
Sobretensión	*		Sobrecarga	*		Motor en condiciones estables	Sin recomendaciones
Sobretensión		*	Sobrecarga		*	Motor en condición inestable	Intervención inmediata
Subtensión	*		Sobrecarga	*		Motor en condiciones estables	Sin recomendaciones
Subtensión		*	Sobrecarga		*	Motor en condición inestable	Intervención inmediata

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

Al finalizar el periodo de análisis, el sistema scada provee de un reporte en el cual se evidencia las gráficas de las señales supervisadas tanto de la carga inductiva como de la resistiva, estado del motor de acuerdo a la información de la **Tabla 18** y de un detalle de las alarmas activas en el sistema, el reporte generado se muestra en el *Anexos S*.

En el caso específico de una carga resistiva, después del análisis realizado en capítulos anteriores, se concluye que toda carga resistiva tiene un bajo grado de vulnerabilidad en cuanto a deficiencias de alimentación eléctrica. Por tal motivo no se recomienda un mantenimiento predictivo para este tipo de cargas. De acuerdo a la información emitida por medio de una entrevista telefónica a Rodolfo Vega de la empresa Omega fabricante de resistencias eléctricas en Ecuador, considera que el único factor que debe ser tomado en cuenta como un mantenimiento es la calidad de

conexión y forma de uso de la resistencia. Siendo este factor el único que deteriora la vida útil de una carga resistiva (Ing. Rodolfo Vega, 2017).

3.4 Análisis económico de la de la implementación del sistema

A continuación, en la **Tabla 19** se presenta el análisis económico de la implementación del sistema scada para el mantenimiento predictivo de cargas inductivas y resistivas por medio de Ignition, con dispositivos y elementos adquiridos en Ecuador y por medio de Importaciones.

Tabla 19-3 Listado de los componentes y costos para cada una de las cargas que integran el Sistema Scada para un mantenimiento predictivo.

CARGA	COMPONENTES	CANTIDAD	COSTO (USD)
Inductiva	Breaker termomagnético 2 polos 10 Amp	1	27
	Variador de Frecuencia WEG CFW500	1	375
	Motor trifásico de ½ Hp ASEAT-T	1	220
	Convertor RS-485/RS-232	1	25
	Cable Serial DB9-USB	1	9
Resistiva	Breaker termomagnético 1 polos 15 Amp	1	43
	Controlador SCR EPACK monofásico 0-32 Amp	1	1100
	Cable ethernet rj-45	1	2,5
	Base porta fusible de riel Dinn Camsco 1 polo	1	2,5
	Niquelina Industrial 220v 1200Watts	1	55
	Fusible ultrarrápido ar 20 NH 00	1	15
	Accesorios para empotrar resistencia tubular	1	2
COSTO TOTAL (USD)			1876

Realizado por: Edwin Herrera, 2018.

En la **Tabla 19** se presenta el detalle del costo para la implementación del estudio realizado con un total de 1876 dólares americanos, en donde para la carga inductiva el costo del variador de frecuencia WEG CFW500 representa un 20% del total siendo este el costo más alto, y para la carga resistiva el costo de un controlador SCR EPACK-1PH representa un 58,6% siendo este el más alto en cuanto a la carga resistiva y el sistema en general.

CONCLUSIONES

- ✓ Se diseñó una planta prototipo para el estudio de las señales generadas por la carga tanto inductiva como resistiva. La planta usa el protocolo de comunicación Modbus RTU y Modbus TCP.
- ✓ Se logró adquirir las señales desde los dispositivos esclavos hacia el dispositivo maestro por medio del protocolo de comunicación Modbus, el cual, al ser de fácil uso, bajo costo de implementación, de uso libre y ser el más usado en dispositivos de automatización en el mundo lo hacen ser un protocolo estándar y el más adecuado para una comunicación industrial de bajo riesgo.
- ✓ De las señales generadas por los dispositivos de control y potencia como variador de frecuencia, los datos transmitidos desde el variador de frecuencia hacia Ignition solo constan de su valor eficaz y no de su espectro. Este factor es generado de manera automática por el variador de frecuencia debido a la existencia de armónicos por el efecto de conversión de CA -CC por tiristores de alta frecuencia en el mismo.
- ✓ Se desarrolló un sistema scada en Ignition para el control y supervisión de las variables básicas de la carga inductiva y resistiva, el sistema scada consta de un método de acceso por jerarquías o niveles de usuario que son registrados por el administrador y encriptadas en la base de datos de Ignition.
- ✓ De las pruebas realizadas con la carga inductiva tanto en vacío como con carga, se establecieron cantidades mínimas de alarmas generadas que son consideradas no perjudiciales, al igual que se establecen valores de funcionamiento en cuanto a referencias de normativas vigentes para motores de inducción.
- ✓ Se generó un reporte dinámico con las gráficas de las señales monitoreadas, las cantidades de alarmas generadas en un periodo de tiempo y una tabla de referencias de funcionamiento en base al número de alarmas generadas por la carga.
- ✓ Se configuró un sistema de notificación de alarmas por medio de correo electrónico, el cual se basa en la configuración de valores setpoint de cada variable supervisada.
- ✓ Al realizar las pruebas de funcionamiento, el análisis de las señales y de la información generada por fabricantes de cargas resistivas se concluyó que no resulta adecuado la implementación de un mantenimiento predictivo si no un mantenimiento preventivo para este tipo de cargas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda usar una etapa de reducción de armónicos en la etapa de hardware de la carga inductiva para mejorar la calidad de las señales y poder trabajar con los espectros de las mismas.
- ✓ Se recomienda sustituir la etapa de control y potencia monofásico-trifásico con una etapa trifásica-trifásica para el motor, con el fin de evitar el uso de dispositivos que creen una fase de manera artificial como lo es el variador de frecuencia CFW500.
- ✓ Se recomienda usar un método de análisis por medio de Transformadas de Fourier y espectros de las señales adquiridas, para mejorar el diagnóstico de las variables eléctricas y su efecto en la vida útil del motor.
- ✓ Se recomienda integrar una etapa de supervisión de temperatura para la carga inductiva con el fin de mejorar el análisis y los efectos que producen voltajes y corrientes inadecuadas en la carga.
- ✓ Se recomienda realizar una investigación más profunda en cuanto a la resolución gráfica de sistemas scada basados en Java en dispositivos móviles.
- ✓ Se recomienda integrar un módulo de notificación por mensajes instantáneos y llamadas a móviles, con el fin de tener una mayor cobertura del sistema de notificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

(ASEA), T.-T. E.- (2017) *AC Motors*. Available at: http://www.t-telectric.com/english/t-t_electric_ac_motors.htm (Accessed: 16 November 2017).

(WEG), D. & C. (2013) ‘Modbus RTU CFW500’, *Group WEG*, p. 30. Available at: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-cfw500-manual-modbus-rtu-10002253405-manual-espanol.pdf> (Accessed: 26 April 2017).

ABB (2014) *Motores de baja tensión. La guía del motor*. Tercera, *Abb*. Tercera. Available at: <http://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK106713A1223&LanguageCode=es&DocumentPartId=&Action=Launch>.

Bethel, N. P. (2005) ‘Análisis por Zonas de Falla Seis zonas fallas en la identificación de la salud del motor’, *Pdma*, pp. 2–28.

Cancela, J. de la M. de la E. de la C. de M. (2012) ‘Eficiencia energética en motores eléctricos. Normativa IEC 60034-30’, in *Segundo Congreso eficiencia energética eléctrica*. Madrid. Available at: <https://www.fenercom.com/pdf/formacion/e3plus2012/15-eficiencia-energetica-en-motores-electricos.pdf>.

Candelas-Herías, F. A. (2011) *Comunicación con RS-485 y MODBUS, 13-oct-2011*. Available at: <http://hdl.handle.net/10045/18990> (Accessed: 27 October 2017).

Carballo Guerrero, D. (2013) ‘Universidad veracruzana’, *Tesis*, 1(COMPACION DE DOS DILUYENTES COMERCIALES PARA CRIOPRESERVAR SEMEN DE BOVINO BAJO CONDICIONES DE CAMPO EN EL TRÓPICO HÚMEDO), p. 27.

Castellanos Villa, D. S. and Sotomayor Cardenas, D. A. (2016) *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA LA DETECCIÓN DE FALLAS EN MOTORES DE INDUCCION TRIFÁSICOS*. ESCUELA POLITECNICA NACIONAL.

Castelli, M. and Andrade, M. (2008) ‘Metodología de monitoreo, detección y diagnóstico de fallos en motores asincronicos de induccion’, *16-10-2008*, 7, pp. 9–17.

Castelli, M., Fossati, J. P. and Andrade, M. (2008) ‘Metodología de monitoreo, detección y diagnóstico de fallos en motores asíncronos de inducción’, 6, pp. 9–17.

Ciro, E. and Oqueña, Q. (2004) *Efectos del Desbalance y los Armónicos de Voltaje en la Operación de los Motores de Inducción*. Cali, Colombia. Available at: <http://www.enriquequispe.com/wp->

content/uploads/2012/01/2004Quispe_Armonicos_Desequilibrio_IMotor.pdf.

Climente Alarcón, V. (2012) *Aportación al mantenimiento predictivo de motores de inducción mediante modernas técnicas de análisis de la señal*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALÉNCIA. doi: 10.4995/Thesis/10251/15915.

Cossio, M. L. T. *et al.* (2012) ‘Hornos de resistencias’, *Uma ética para quantos?*, XXXIII(2), pp. 81–87. doi: 10.1007/s13398-014-0173-7.2.

Electro Idustria (2014) ‘MANTENIMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS Un rol que adquiere protagonismo en operaciones industriales’, pp. 1–3. Available at: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2254&xit=mantenimiento-de-motores-electricos-un-rol-que-adquiere-protagonismo-en-operaciones-industriales#> (Accessed: 12 October 2016).

Enrique, J. *et al.* (2009) *ASÍNCRONOS TRIFÁSICOS*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Available at: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0158_ME.pdf.

Esteban, D. *et al.* (2015) *Diagnóstico de Fallas del Motor de Inducción Trifásico Jaula de Ardilla por medio del Análisis de la Firma de Corriente del Motor*. Universidas Distrital Francisco José de Caldas.

Eurotherm(Schneider Electric) (2013) ‘User Guide Epack Controller’, *Epack power management and control units*, (1), pp. 26–40. Available at: <https://www.eurotherm.com/downloads>.

Eurotherm(Schneider Electric) (2016) ‘E-Pack™’, pp. 1–2. Available at: www.eurotherm.com/worldwide.

Francisco, G. *et al.* (2009) *Escuela Politécnica Nacional Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS ALIMENTADORES MEDIANTE COMPENSACIÓN REACTIVA CONSIDERANDO CLIENTES FINALES INDUSTRIALES*. ESCUELA POLITECNICA NACIONAL. Available at: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1251/1/CD-2056.pdf> (Accessed: 21 July 2016).

Gardel Sotomayor, P. E. (2013) *Aportaciones al mantenimiento predictivo de motores de inducción mediante una metodología de diagnóstico basada en el uso combinado de técnicas estadísticas y redes neuronales artificiales*. Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Available at: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/3812> (Accessed: 12 April 2017).

Gentileza de Baker, compañía perteneciente al S. G. (2009) ‘Pruebas y diagnóstico de motores eléctricos en servicio’, pp. 1–6. Available at:

<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1254>.

Guerrero, V., L. Yuste, R. and Martínez, L. (2010) *Comunicaciones Industriales*. primera. Edited by Marcombo. Alfaomega. Available at: http://www.marcombo.com/Comunicaciones-industriales_isbn9788426715746.html.

Hexin Technology (2017) *HXSP-485B RS-232 a convertidor RS-485*. Available at: http://www.hexin-technology.com/RS-232_To_RS-485_Converter-Product-257.html (Accessed: 17 November 2017).

Hoffmann, C. (WEG M. L. (2004) *Guía Práctica de Capacitación Técnico Comercial: Motor Eléctrico*. JARAGUÁ DO SUL-SC-BRAZIL. Available at: www.weg.net.

Iglesias Vasco, F. J. and Abarca Sigcho, D. F. (2012) *Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo Mediante la Aplicación de Termografía Industrial en los Motores Eléctricos de la Planta de Eurolit en la Empresa Tubasec C.A.* Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

Ignition (2017) *Powerful Control & Data-Visualization Software | Ignition SCADA*. Available at: <https://inductiveautomation.com/scada-software/> (Accessed: 30 October 2017).

Ing. Rodolfo Vega (2017) *RESISTENCIAS ELÉCTRICAS OMEGA* -. Available at: <http://www.resistenciasomega.com/> (Accessed: 7 March 2018).

Labaien, E. *et al.* (2009) ‘Curso sobre mantenimiento predictivo y sus distintas técnicas de aplicación’, *Curso sobre mantenimiento predictivo y sus distintas técnicas de aplicación*, 1, p. 3. Available at: <http://www.coiig.com/COIIG/dmdocuments/Formacion IKASI/cursos presenciales/mantenpredic.documentacion.pdf> (Accessed: 7 April 2016).

Mahnke, W. and Leitner, S. (2009) ‘Arquitectura OPC unificada’, *ABB*.

Méndez, A. (2014) ‘VALIDEZ Y CONFIABILIDAD’. Barquisimeto, pp. 8–15. Available at: https://www.academia.edu/12985063/VALIDEZ_Y_CONFIABILIDAD (Accessed: 22 November 2017).

Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (2013) ‘Balance Energetico Nacional 2013’, 17, p. 169. Available at: www.sectoresestrategicos.gob.ec.

Morales Mariño, N. E. (2007) *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ETECCIÓN DE BARRAS ROTAS EN MOTORES DE INDUCCION UTILIZANDO ALGORITMOS DE ANÁLISIS ESPECTRAL DE CORRIENTES(MCSA)*. ESCUELA POLITECNICA NACIONAL.

Motortico (2016) ‘Protecciones de Motores Eléctricos de CA’, *Boletín mensual*, pp. 1–3. Available at: <http://www.motortico.com/biblioteca/MotorTico/2016 JUN - Protecciones de>

motores de CA.pdf (Accessed: 15 April 2017).

MOTORTICO (2013) 'Corriente de Arranque en Motores Electricos'. Available at: [http://www.motortico.com/biblioteca/MotorTico/2013 NOV - Corriente de Arranque en Motores Electricos.pdf](http://www.motortico.com/biblioteca/MotorTico/2013%20NOV%20-%20Corriente%20de%20Arranque%20en%20Motores%20Electricos.pdf).

Muñiz, L. & R. (2010) 'LA TRAZABILIDAD DE LA INFORMACIÓN UN CONOCIMIENTO BÁSICO', p. 8. Available at: [http://www.sistemacontrolgestion.com/Portals/1/5_LA TRAZABILIDAD DE LA INFORMACION UN CONOCIMIENTO BASICO_SCG.pdf](http://www.sistemacontrolgestion.com/Portals/1/5_LA%20TRAZABILIDAD%20DE%20LA%20INFORMACION%20UN%20CONOCIMIENTO%20BASICO_SCG.pdf).

Muños Abella, M. B. (2003) *MENTENIMIENTO INDUSTRIAL*. Universidad Carlos III de Madrid.

Murphy, E. (2009) 'OPC UA : 5 Conceptos que Todos Necesitan Saber'.

National Instrument (2004) *Comunicación Serial: Conceptos Generales, 2006*. doi: 1M9E1L6Q.

Navarro Guarín, C. A. (2010) *Sistemas De Ejecución De Manufactura En La Fabricación Integrada Por Computador Y Prácticas De Laboratorio De Sistemas Scada*. UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. Available at: <http://docplayer.es/3782825-Sistemas-de-ejecucion-de-manufactura-en-la-fabricacion-integrada-por-computador-y-practicas-de-laboratorio-de-sistemas-scada.html>.

Nicolás Zorotovic, G. C. de C. S. . (2009) *Revista Electroindustria - Importancia del Mantenimiento Predictivo en Motores Eléctricos, 06-2009*. Available at: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1185&tip=7> (Accessed: 13 April 2017).

Open Automation | Novedades | On line process supervision SMART FACTORY (2014) 06-2014. Available at: <http://www.openautomation.net/page/noticias/id/67/title/On-line-process-supervision---SMART-FACTORY> (Accessed: 13 April 2017).

Penin, A. R. (2007) *Sistemas Escada*. Segunda Ed. Edited by E. T. 2007 Marcombo. Barcelona: Marcombo, S.A. Available at: http://www.marcombo.com/Sistemas-scada_2-ed__isbn9788426714503.html.

Peña Gonzales, H. E. *et al.* (1994) 'Fallas en los motores electricos de induccion, causas, diagnosticos y medidas preventivas', in. Bogota-Colombia, pp. 71–72.

RELECO, C. (2015) *Tipos y categorías de cargas eléctricas*. Available at: <https://comatreleco.com.br/tipos-e-categorias-de-cargas-eletricas/?lang=es> (Accessed: 16 April 2017).

Revista ElectroIndustrial (2015) 'MANTENIMIENTO PREDICTIVO: Anticipando la ocurrencia de fallas para una mayor productividad de planta', 169, September. Available at: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2617>.

Rodríguez Penin, A. (2008) *COMUNICACIONES INDUSTRIALES, Marcombo .p1*. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

Salazar, R. T. (2006) *Modbus Rtu. Implementación Del Protocolo En Microcontrolador*. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS. Available at: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/3176/2/119444.pdf>.

SIEMENS (1992) *Standard Drives, Información general motores*. Available at: <http://www.electricidadgeneral.com/> (Accessed: 7 April 2016).

Tecno Ingeniería Industrial S. A. C. (2008) *Presentación Software SCADA integrado con OEE y MES - Ignition*. Available at: <http://www.tecnoing.com/BoletinDetalle.aspx?CodBoletin=dfa2ff68eb> (Accessed: 13 April 2017).

Torres Hurtado, M. J. (2015) 'Introducción a las Redes de Comunicación Industrial', in. Linares, p. 19.

TRUPER S.A de C.V (2014) *Truper® - Manuales, Manual de Usuario*. Available at: <https://www.truper.com/php/manuales.php> (Accessed: 22 November 2017).

WEG (2015) *Manual de Usuario CFW500, CFW500*. Available at: <http://old.weg.net/ec/Productos-y-Servicios/Drives/Convertidores-de-Frecuencia/CFW500-Machinery-Drive>.

GLOSARIO

Bus de campo: Un bus de campo es un sistema de transmisión de información que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

Modbus: Modbus es un protocolo industrial que fue desarrollado en 1979 para hacer posible la comunicación entre dispositivos de automatización.

Tramas: Viene a ser el equivalente de paquete de datos o Paquete de red, en el Nivel de enlace de datos del modelo OSI.

Holding Register: Registros de retención usados para lectura de múltiples parámetros o marcadores tipo Word.

Runtime: Tiempo de ejecución en el que la variable está siendo activa.

Downtime Tracking: Seguimiento del tiempo en que la variable ha permanecido en estado de nulo o desactivado.

Tasa de transmisión: Define el número de bits que se transmiten por unidad de tiempo a través de un sistema de transmisión digital o entre dos dispositivos digitales.

Tag: Etiqueta (lenguaje de marcado), en los lenguajes informáticos de marcado. Etiqueta o palabra clave que describe un documento.

Memory tag: Etiqueta de marcado virtual, solo usada para usar dentro del sistema sin poder ser usada para conectar con dispositivos externos.

Mapa Modbus: Referido al conjunto de direcciones Modbus con su número de representación propio de cada dispositivo y su referencia ya sea en octal o hexadecimal.

On-Call Roster: Usado para permitir crear grupos de usuarios para que se les notifique cuando ocurre una alarma.

Pipeline: Los bloques de tuberías son los componentes básicos del sistema de notificación de tuberías de alarma. Cada bloque tiene una entrada y cero o más salidas

Set Point: Valor o punto de ajuste hacia donde debe llegar el valor de alguna variable.

Script: Archivo plano de ejecución de rutinas bajo un lenguaje de programación

ANEXOS

Anexos A Cable de comunicación serial-usb RS232-DB9

StarTech.com
Hard-to-find made easy®

Data Sheet

Cable Adaptador USB a Serie RS232 de 1 Puerto Serial DB9 - Macho a Macho

Product ID: ICUSB232V2



El adaptador USB a Serie, de un puerto, modelo ICUSB232V2, convierte un puerto USB en puerto serie RS232 DB9 para conectar, monitorear y controlar un dispositivo serie.

Con soporte para tasas de transferencia de datos de hasta 921,6 Kbps, el cable USB a serie constituye una solución ideal para proporcionar conectividad serie a dispositivos como terminales de punto de venta, módems serie, equipos industriales, así como una amplia gama de otros periféricos RS232.

El conversor USB a RS232 es fácil de instalar y ofrece amplia compatibilidad con sistemas operativos, incluidos Windows® 8, Linux y Mac OS®, lo cual permite su fácil integración en entornos mixtos.

Respaldo por la garantía de tres años de StarTech.com y con soporte técnico gratuito de por vida.

Hardware	Warranty	3 Years
	Cantidad de Puertos	1
	Estándares Industriales	USB 1.1/2.0 RS232
	Estilo de Puerto	Adaptadores de cable
	ID del Conjunto de Chips	Prolific - PL2303RA
	Interfaz	Serial
	Tipo de Bus	USB 2.0
Rendimiento	Bits de Datos	5, 6, 7, 8
	Bits de Detención	1, 1.5, 2
	Control de Flujo	Ninguno, Xon/Xoff, RTS/CTS, DTR/DSR
	FIFO	512 Bytes
	MTBF	30.000 horas
	Paridad	Odd, Even, Mark, Space, or None Parity Modes
	Protocolo Serie	RS-232
	Tasa Máxima de Baudios	921,6 Kbps
Conector(es)	Tipo(s) de Conector(es)	1 - DB-9 (9 pines, D-Sub) Macho 1 - USB Type-A (4 pines) USB 2.0 Macho
Software	Certificado WHQL de Microsoft	Sí
	Compatibilidad OS	Windows® 2000, XP, Vista, 7, 8, 8.1, 10 Windows Server® 2003, 2008 R2, 2012, 2012 R2, 2016 Mac OS® 9.x, 8.x, 10.6 to 10.12 Linux 2.4, 31 to 4.4.x LTS Versions Only
Observaciones / Requisitos	Requerimientos del Sistema y Cables	Un puerto USB 1.1 (o superior) disponible
Requisitos Ambientales	Humedad	HR 0~65%
	Temperatura de Almacenamiento	-20°C to 80°C (-4°F to 176°F)
	Temperatura Operativa	0°C to 60°C (32°F to 140°F)
Características Físicas	Altura del Producto	20 mm [0.8 in]



3

/ 4



Anexos B Convertidor Serial Hexin HXSP-485 RS-232/RS-485

Soarland & Hexin
Hexin Technology [Http://www.hexin-technology.com/](http://www.hexin-technology.com/)

HXSP-485 RS-232/RS-485 Converter

User Guide

Product introduction
HXSP-485 series converter is bi-directional connector converter between RS-232 and RS-485, it is mainly used for communication between main controller machines, main controller machine and SCMs or Peripherals, point to point and point to points remote communicate network, it achieve request-response communication between multi-machines, it is mainly used for the field of electricity, industrial automatic control, IC card billing system, such as one card solution, access control system, parking system, and so on.
HXSP-485 series converters change the TXD and RXD signals of RS-232 serial port to 2 wire half duplex RS-485 signal. No need to get through the power, it can get the electricity from the 3rd pin of RS-232 interface, at the same time, there is a request sending by 7th pin(RTS), 4th pin data terminal prepares(DTR) to help power supplying HXSP-485. The automatically process control make you need not reset and make a easy application of the hardware and software installation.

Specification

- Standard: Accord EIA RS-232, RS-485 standard.
- Connector: DB9 female on RS-232 side, DB9 male with 4 or 5 terminal block on RS-485 side.
- Work methods: asynchronous, point to point or multi-point, 2 wire half-duplex.
- Transmission medium: Ordinary Line, twisted pair cable or Shielded Wire
- Baud rate: 300~115000bps.
- Transmission distance: 5 meters (RS-232 side) and 1200 meters (RS-485 side).
- Communication protocol: Transparent.

8. Environment: -10°C to 55°C working temperature, 5% to 95% relative humidity.
9. Signals: RS-232 TXD, RXD, GND; RS-485 Data+, Data-, GND.

Connection wire and signals:
RS-232 Side(DB9 Female) RS-485 (DB9 Male)

RS-232 pin definition

DB9 Female	1	2	3	4	5	6	7	8
	DCD	RXD	TXD	DTR	GND	DSR	RTS	CTS

RS-485 pin definition

DB9 Male	1	2	3	4	5	6
	Data	Data		GND	+12V	

There are two situations about working power supply:
1. It can get the electricity from the 3rd pin of RS-232 connector, at the same time, there is a request sending by 7th pin (RTS), 4th pin data terminal prepares (DTR) to help power supplying HXSP-485.
2. When the RS-232 cannot power supply, it can be power supply by RS-485 6th pin (+5/+12V) and 5th Pin (GND).

Installation and Application

1. Installation:

- Prepare two pieces ordinary wire or twisted pair cable before installing HXSP-485 products;
- Close the serial port of equipment (turn off the equipment);
- The RS-232 port of HXSP-485 series converter use DCE method, it can plug into DB9 Male DTE equipment directly (e.g. COM port of computer), and get the electricity from TXD, DTR, RTS signals but please notice that the SL (signal level) should be higher than +5V, if the equipment uses the DCE method, it must be connect as below:

2. Application

1) The communication of RS-232 equipment and RS-485 equipment
This method is mainly used for control-side equipment connector is RS-232c, and the connector of equipment under control is RS-485. The two side can not communicate directly because of disaccord of two side electrical specialty, HXSP-485 series converter can be used for transparent change the RS-232 signals to RS-485 signals.

2) RS-485 Network Application
A RS-232 Host will control more than 32 RS-485 equipment, use this method, in order to avoid signal reflex and interfering signal, it should be add the matched resistance on the terminal circuit (120Ω, 1/4 w)

Soarland & Hexin
Hexin Technology [Http://www.hexin-technology.com/](http://www.hexin-technology.com/)

There are two connection methods:

Two HXSP-485 converters connect:

HXSP-485	.....	HXSP-485
Data (+)	.....	Data (+)
Data (-)	.....	Data (-)
GND	.....	GND

HXSP-485 connect with RS-485 equipment

HXSP-485	.....	RS-485 equipment
Data (+)	.....	T+/R+ or 485+
Data (-)	.....	T-/R- or 485-

Problem analysis:

- Data communication unsuccessful**
 - Check RS-232 interfaces whether to be correct;
 - Check RS-485 interfaces whether to be correct;
 - Check whether RS-232 signal level (TXD, DTR, RTS) lower than +5V, if that, it can get through power from 6th pin of DB9 Male.
- Data missing or messy code**
 - Check whether the baud rate and format of both sides of data communication equipment are same.
 - If possible, add the matched resistance on the terminal circuit (120Ω, 1/4 w)



<< Back to our NEW WEBSITE

» Home » Productos y Servicios » Drives » Convertidores de Frecuencia » CFW500 Machinery Drive



🔍 haga clic en la imagen para ampliarla

CFW500 Machinery Drive

Rápida puesta en marcha e infinitas posibilidades, hacen con que este convertidor de frecuencia sea perfecto para fabricantes de máquinas. La serie CFW500 abarca un rango de potencia desde 0,18 a 15kW (0,25 a 20 HP).

Soporte técnico

✉ Contáctenos

✂ Asistentes Técnicos

Informaciones Generales

Biblioteca CAD

Central de Descarga

Aplicaciones (2)

Archivos de Configuraciones (9)

Catálogos (6)

Estudio de caso (2)

Guías Rápido (2)

Guías para la Instalación, Configuración y Operación - Accesorios (14)

Manuales Técnicos (14)

Software (2)

Videos (1)

Un convertidor, infinitas posibilidades



Características y Ventajas

- Rango de potencia: 0,18 hasta 7,5kW (0,25 hasta 10,0 HP)
- Monofásico y Trifásico
- Tensión de Alimentación: 200-240 V y 380-480 V
- Control Escalar (V/F) o Vectorial (VVV)
- Capacidad de Sobrecarga: 150% de la corriente durante 60 seg.
- Filtro RFI interno (opcional)
- Inductores incorporados al Bus CC (opcional para la talla D)
- Temperatura Ambiente: -10 hasta 50 °C (14 hasta 122 °F)
- Todas las tarjetas electrónicas son barnizadas (conformal coating) clasificadas como 3C2 de acuerdo con la normativa IEC 60721-3-3
- Grado de protección IP20 o NEMA 1 (con accesorios)
- SoftPLC disponible en el producto estándar
- Módulo Plug-in: I/Os, USB y comunicación Fieldbus
- Módulo de Memoria Flash: Utilizado para descargar la programación existente de un CFW500 en otros sin la necesidad de energizarlos
- Protocolos de Comunicación: Modbus RTU (RS-485 disponible en todo los módulos plug-in), CANopen, DeviceNet, Profibus DP, Ethernet-IP, Profinet y Modbus-TCP/IP
- WLP y SuperDrive G2 - Software gratuitos

Fácil Configuración



- Rápida puesta en marcha
- Diseño innovador, compacto y uniforme
- Excelente coste-beneficio



Interfaz Hombre-Máquina

- Visualización de hasta 3 parámetros al mismo tiempo, seleccionables por el usuario



Programación Amigable

- Puesta en marcha orientada: paso a paso en la programación
- Teclas soft keys: acceso rápido a los parámetros
- Grupo de parámetros: direcciona los parámetros de interés

Software Gratuitos

WLP (WEG Ladder Programmer)

Anexos D Parámetros de configuración CFW500.

REFERENCIA RÁPIDA DE LOS PARÁMETROS, ALARMAS Y FALLAS

0

Parám.	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste del Usuario	Prop.	Grupos	Pág.
P0000	Acceso a los Parámetros	0 a 9999	0				5-2
P0001	Referencia Velocidad	0 a 65535			ro	READ	16-1
P0002	Velocidad de Salida (Motor)	0 a 65535			ro	READ	16-1
P0003	Corriente del Motor	0.0 a 200.0 A			ro	READ	16-1
P0004	Tensión Línea CC (Ud)	0 a 2000 V			ro	READ	16-2
P0005	Frecuencia de Salida (Motor)	0.0 a 500.0 Hz			ro	READ	16-2
P0006	Estado del Convertidor	0 = Ready (Pronto) 1 = Run (Ejecución) 2 = Subtensión 3 = Fala 4 = Autoajuste 5 = Configuración 6 = Frenado CC 7 = Estado Dormir			ro	READ	16-2
P0007	Tensión de Salida	0 a 2000 V			ro	READ	16-3
P0009	Torque en el Motor	-1000.0 a 1000.0 %			ro, V, VW	READ	16-4
P0011	Factor de Potencia	-1.00 a 1.00			ro	READ	16-4
P0012	Estado DI8 a DI1	Bit 0 = DI1 Bit 1 = DI2 Bit 2 = DI3 Bit 3 = DI4 Bit 4 = DI5 Bit 5 = DI6 Bit 6 = DI7 Bit 7 = DI8			ro	READ, VO	12-15
P0013	Estado DO5 a DO1	Bit 0 = DO1 Bit 1 = DO2 Bit 2 = DO3 Bit 3 = DO4 Bit 4 = DO5			ro	READ, VO	12-24
P0014	Valor de AO1	0.0 a 100.0 %			ro	READ, VO	12-6
P0015	Valor de AO2	0.0 a 100.0 %			ro	READ, VO	12-6
P0016	Valor de FO en %	0.0 a 100.0 %			ro	READ, VO	12-12
P0017	Valor de FO en Hz	0 a 20000 Hz			ro	READ, VO	12-12
P0018	Valor de AI1	-100.0 a 100.0 %			ro	READ, VO	12-1
P0019	Valor de AI2	-100.0 a 100.0 %			ro	READ, VO	12-1
P0020	Valor de AI3	-100.0 a 100.0 %			ro	READ, VO	12-1
P0021	Valor de FI en %	-100.0 a 100.0 %			ro	READ, VO	12-9
P0022	Valor de FI en Hz	0 a 20000 Hz			ro	READ, VO	12-10
P0023	Versión de SW Princ.	0.00 a 655.35			ro	READ	6-1
P0024	Versión de SW Sec.	0.00 a 655.35			ro	READ	6-1
P0027	Config. Mod. Plug-in	0 = Sin Plug-in 1 = CFW500-ICS 2 = CFW500-ICD 3 = CFW500-IGAD 4 = CFW500-IOR 5 = CFW500-CUSB 6 = CFW500-CCAN 7 = CFW500-CRS232 8 = CFW500-CPDP 9 = CFW500-CRS485 10 a 63 = Sin Plug-in			ro	READ	6-1

Referencia Rápida de los Parámetros, Alarmas y Fallas



0

Parám.	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste del Usuario	Prop.	Grupos	Pág.
P0029	Config. HW Potencia	0 = No Identificado 1 = 200-240 V / 1.6 A 2 = 200-240 V / 2.6 A 3 = 200-240 V / 4.3 A 4 = 200-240 V / 7.0 A 5 = 200-240 V / 9.6 A 6 = 380-480 V / 1.0 A 7 = 380-480 V / 1.6 A 8 = 380-480 V / 2.6 A 9 = 380-480 V / 4.3 A 10 = 380-480 V / 6.1 A 11 = 200-240 V / 7.3 A 12 = 200-240 V / 10.0 A 13 = 200 240 V / 16.0 A 14 = 380-480 V / 2.6 A 15 = 380-480 V / 4.3 A 16 = 380-480 V / 6.5 A 17 = 380-480 V / 10.0 A 18 = 200 240 V / 24.0 A 19 = 380 480 V / 14.0 A 20 = 380 480 V / 16.0 A 21 = 500 600 V / 1.7 A 22 = 500 600 V / 3.0 A 23 = 500 600 V / 4.3 A 24 = 500 600 V / 7.0 A 25 = 500 600 V / 10.0 A 26 = 500 600 V / 12.0 A 27 = 200 240 V / 28.0 A 28 = 200-240 V / 33.0 A 29 = 380-480 V / 24.0 A 30 = 380-480 V / 30.0 A 31 = 500 600 V / 17.0 A 32 = 500 600 V / 22.0 A 33 = 200-240 V / 45.0 A 34 = 200-240 V / 54.0 A 35 = 380-480 V / 38.0 A 36 = 380-480 V / 45.0 A 37 = 500 600 V / 27.0 A 38 = 500 600 V / 32.0 A 39 ... 63 = Reservado	Conforme modelo del convertidor		ro	READ	6-2
P0030	Temp. Módulo Potencia	-20 a 150 °C			ro	READ	16-5
P0037	Sobrecarga Motor Ixt	0 a 100 %			ro	READ	15-2
P0040	Variable Proceso PID	0.0 a 3000.0			ro	READ	13-8
P0041	Valor del Setpoint PID	0.0 a 3000.0			ro	READ	13-8
P0047	Estado CONFIG	0 a 999			ro	READ	16-5
P0048	Alarma Actual	0 a 999			ro	READ	15-7
P0049	Falla Actual	0 a 999			ro	READ	15-7
P0050	Última Falla	0 a 999			ro	READ	15-8
P0051	Corriente Últ. Falla	0.0 a 200.0 A			ro	READ	15-8
P0052	Línea CC Últ. Falla	0 a 2000 V			ro	READ	15-8
P0053	Frecuencia Últ. Falla	0.0 a 500.0 Hz			ro	READ	15-9
P0054	Temp. Últ. Falla	-20 a 150 °C			ro	READ	15-9
P0055	Estado Lóg. Últ. Falla	0000h a FFFFh			ro	READ	15-9
P0060	Segunda Falla	0 a 999			ro	READ	15-8
P0061	Corriente 2ª Falla	0.0 a 200.0 A			ro	READ	15-8
P0062	Línea CC 2ª Falla	0 a 2000 V			ro	READ	15-8
P0063	Frecuencia 2ª Falla	0.0 a 500.0 Hz			ro	READ	15-9
P0064	Temp. 2ª Falla	-20 a 150 °C			ro	READ	15-9
P0065	Estado Lóg. 2ª Falla	0000h a FFFFh			ro	READ	15-9



Referencia Rápida de los Parámetros, Alarmas y Fallas

Parám.	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste del Usuario	Prop.	Grupos	Pág.
P0070	Tercera Falla	0 a 999			ro	READ	15-8
P0071	Corriente 3ª Falla	0.0 a 200.0 A			ro	READ	15-8
P0072	Línea CC 3ª Falla	0 a 2000 V			ro	READ	15-8
P0073	Frecuencia 3ª Falla	0.0 a 500.0 Hz			ro	READ	15-9
P0074	Temp. 3ª Falla	- 20 a 150° C			ro	READ	15-9
P0075	Estado Lóg. 3ª Falla	0000h a FFFFh			ro	READ	15-9
P0100	Tiempo Aceleración	0.1 a 999.0 s	10.0 s			BASIC	11-1
P0101	Tiempo Desaceleración	0.1 a 999.0 s	10.0 s			BASIC	11-1
P0102	Tiempo Acel. 2ª Rampa	0.1 a 999.0 s	10.0 s				11-2
P0103	Tiempo Desac. 2ª Rampa	0.1 a 999.0 s	10.0 s				11-2
P0104	Rampa S	0 = Inactiva 1 = Activa	0		cfg		11-2
P0105	Selección 1ª/2ª Rampa	0 = 1ª Rampa 1 = 2ª Rampa 2 = Dlx 3 = Serial/USB 4 = Reservado 5 = CO/DN/DP 6 = SoftPLC	2			I/O	11-3
P0106	Tiempo de la 3ª Rampa	0.1 a 999.0 s	5.0 s				11-3
P0120	Backup de la Ref. Veloc.	0 = Inactivo 1 = Activo 2 = Backup por P0121	1				7-9
P0121	Referencia v/a HMI	0.0 a 500.0 Hz	3.0 Hz				7-9
P0122	Referencia JCG	-500.0 a 500.0 Hz	5.0 Hz				7-10
P0124	Ref. 1 Multispeed	-500.0 a 500.0 Hz	3.0 Hz				7-10
P0125	Ref. 2 Multispeed	-500.0 a 500.0 Hz	10.0 (5.0) Hz				7-10
P0126	Ref. 3 Multispeed	-500.0 a 500.0 Hz	20.0 (10.0) Hz				7-10
P0127	Ref. 4 Multispeed	-500.0 a 500.0 Hz	30.0 (20.0) Hz				7-10
P0128	Ref. 5 Multispeed	-500.0 a 500.0 Hz	40.0 (30.0) Hz				7-10
P0129	Ref. 6 Multispeed	-500.0 a 500.0 Hz	50.0 (40.0) Hz				7-10
P0130	Ref. 7 Multispeed	-500.0 a 500.0 Hz	80.0 (50.0) Hz				7-10
P0131	Ref. 8 Multispeed	-500.0 a 500.0 Hz	66.0 (55.0) Hz				7-11
P0133	Velocidad Mínima	0.0 a 500.0 Hz	3.0 Hz			BASIC	7-8
P0134	Velocidad Máxima	0.0 a 500.0 Hz	66.0 (55.0) Hz			BASIC	7-8
P0135	Corriente Máxima Salida	0.0 a 200.0 A	1.5x _{I_{nom}}			BASIC, MOTOR	11-7
P0136	Boost de Torque Manual	0.0 a 30.0 %	Conforme modelo del convertidor		V/f	BASIC, MOTOR	9-4
P0137	Boost de Torque Autom.	0.0 a 30.0 %	0.0 %		V/f	MOTOR	9-5
P0138	Compensación Deslizamiento	-10.0 a 10.0 %	0.0 %		V/f	MOTOR	9-6
P0139	Filtro Corriente Salida	0 a 9999 ms	50 ms				8-1
P0140	Filtro Comp. Desliz.	0 a 9999 ms	500 ms		V/VW		8-2
P0142	Tensión Salida Máxima	0.0 a 100.0 %	100.0 %		cfg, V/f		9-4
P0143	Tensión Salida Intermed	0.0 a 100.0 %	66.7 %		cfg, V/f		9-4
P0144	Tensión Salida Mínima	0.0 a 100.0 %	33.3 %		cfg, V/f		9-4
P0145	Frec. Inicio Dism. Campo	0.0 a 500.0 Hz	60.0 (50.0) Hz		cfg, V/f		9-5
P0146	Frec. Salida Intermed.	0.0 a 500.0 Hz	40.0 (33.3) Hz		cfg, V/f		9-5
P0147	Frec. Salida Mínima	0.0 a 500.0 Hz	20.0 (16.7) Hz		cfg, V/f		9-5
P0150	Tipo Regul. Línea CC V/f	0 = hold_Ud y desac_LC 1 = acel_Ud y desac_LC 2 = hold_Ud y hold_LC 3 = acel_Ud y hold_LC	0		cfg	MOTOR	11-4

Parám.	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste del Usuario	Prop.	Grupos	Pág.
P0213	Factor Escala de la Barra	1 a 65535	Conforme modelo del convertidor			HMI	5-4
P0216	Iluminación HMI	0 = Apaga 1 = Enciende	1		ctg	HMI	5-5
P0217	Frecuencia para Dormir	0.0 a 500.0 Hz	0.0 Hz				11-8
P0218	Tiempo para Dormir	0 a 999 s	0 s				11-9
P0220	Selección LOC/REM	0 = Siempre LOCAL 1 = Siempre REMOTO 2 = Tecla HMI (LOC) 3 = Tecla HMI (REM) 4 = Entrada Digital Dlx 5 = Serial/USB (LOC) 6 = Serial/USB (REM) 7 = Sin Función 8 = Sin Función 9 = CO/DN/DP (LOC) 10 = CO/DN/DP (REM) 11 = SoftPLC	2		ctg	I/O	7-5
P0221	Sel. Referencia LOC	0 = Teclas HMI 1 = AI1 2 = AI2 3 = AI3 4 = FI 5 = AI1 + AI2 > 0 6 = AI1 + AI2 7 = E.P. 8 = Multispeed 9 = Serial/USB 10 = Sin Función 11 = CO/DN/DP 12 = SoftPLC 13 = Sin Función 14 = AI1 > 0 15 = AI2 > 0 16 = AI3 > 0 17 = FI > 0	0		ctg	I/O	7-5
P0222	Sel. Referencia REM	Ver opciones en P0221	1		ctg	I/O	7-5
P0223	Selección Giro LOC	0 = Horario 1 = Antihorario 2 = Tecla HMI (H) 3 = Teclas HMI (AH) 4 = Dlx 5 = Serial/USB (H) 6 = Serial/USB (AH) 7 = Sin Función 8 = Sin Función 9 = CO/DN/DP (H) 10 = CO/DN/DP (AH) 11 = Sin Función 12 = SoftPLC	2		ctg	I/O	7-6
P0224	Selección Giro/Para LOC	0 = Tecla HMI 1 = Dlx 2 = Serial/USB 3 = Sin Función 4 = CO/DN/DP 5 = SoftPLC	0		ctg	I/O	7-7
P0225	Selección JOG LOC	0 = Inactivo 1 = Teclas HMI 2 = Dlx 3 = Serial/USB 4 = Sin Función 5 = CO/DN/DP 6 = SoftPLC	1		ctg	I/O	7-7
P0226	Selección Giro REM	Ver opciones en P0223	4		ctg	I/O	7-6
P0227	Selección Giro/Para REM	Ver opciones en P0224	1		ctg	I/O	7-7
P0228	Selección JOG REM	Ver opciones en P0225	2		ctg	I/O	7-7

Referencia Rápida de los Parámetros, Alarmas y Fallas



0

Parám.	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste del Usuario	Prop.	Grupos	Pág.
P0304	Frecuencia Evitada 2	0.0 a 500.0 Hz		30.0 Hz			11-12
P0306	Rango Evitado	0.0 a 25.0 Hz		0.0 Hz			11-13
P0308	Dirección Serial	1 a 247		1		NET	17-2
P0310	Tasa Comunic. Serial	0 = 9600 bits/s 1 = 19200 bits/s 2 = 38400 bits/s		1		NET	17-2
P0311	Config. Bytes Serial	0 = 8 bits, sin, 1 1 = 8 bits, par, 1 2 = 8 bits, imp, 1 3 = 8 bits, sin, 2 4 = 8 bits, par, 2 5 = 8 bits, imp, 2		1		NET	17-2
P0312	Protocolo Serial (1) (2)	0 = HMIR (1) 1 = Reservado 2 = Modbus RTU (1) 3 = Reservado 4 = Reservado 5 = Reservado 6 = HMIR (1) + Modbus RTU (2) 7 = Modbus RTU (2)		2		cfg, NET	17-3
P0313	Acción p/ Error Comunic.	0 = Inactivo 1 = Para por Rampa 2 = Deshab. General 3 = Va hacia LOC 4 = LOC Mantiene Hab 5 = Causa Falta		1		NET	17-3
P0314	Watchdog Serial	0.0 a 999.0 s		0.0 s		NET	17-3
P0316	Estado Interf. Serial	0 = Inactivo 1 = Activo 2 = Error Watchdog			ro	READ, NET	17-3
P0320	Flying Start/Ride-Through	0 = Inactivas 1 = Flying Start (FS) 2 = FS / RT 3 = Ride-Through (RT)		0		cfg	11-9
P0331	Rampa de Tensión FS y RT	0.2 a 60.0 s		2.0 s			11-9
P0340	Tiempo Autoreset	0 a 255 s		0 s			15-10
P0343	Máscara Fala/Alarma	0000h a FFFFh Bit 0 = F0074 Bit 1 = F0048 Bit 2 a 3 = Reservado Bit 4 = F0076 Bit 5 a 15 = Reservado		0003h		cfg	15-4
P0349	Nivel para Alarma txt	70 a 100 %		85 %		cfg	15-2
P0397	Configuración del Control	Bit 0 = Comp. Regen. Bit 1 = Comp. Tiempo Muerto Bit 2 = Estabilización de Is Bit 3 = Red. P0297 en el A0050		000 Bh		cfg	8-2
P0399	Rendimiento Nom. Motor	50.0 a 99.9 %		75.0 %		cfg, VVW	MOTOR, STARTUP 10-5
P0400	Tensión Nominal Motor	200 a 600 V		Conforme Tabla 10.2 en la página 10-5		cfg, VVW	MOTOR, STARTUP 10-5
P0401	Corriente Nom. Motor	0.0 a 200.0 A		1.0I _{nom}		cfg	MOTOR, STARTUP 10-5
P0402	Velocidad Nom. Motor	0 a 30000 rpm		1710 (1425) rpm		cfg	MOTOR, STARTUP 10-5
P0403	Frecuencia Nom. Motor	0 a 500 Hz		60 (50) Hz		cfg	MOTOR, STARTUP 10-6



Referencia Rápida de los Parámetros, Alarmas y Fallas

Parám.	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste del Usuario	Prop.	Grupos	Pág.
P0404	Potencia Nom. Motor	0 = 0.16 HP (0.12 kW) 1 = 0.25 HP (0.19 kW) 2 = 0.33 HP (0.26 kW) 3 = 0.50 HP (0.37 kW) 4 = 0.75 HP (0.55 kW) 5 = 1.00 HP (0.75 kW) 6 = 1.50 HP (1.10 kW) 7 = 2.00 HP (1.50 kW) 8 = 3.00 HP (2.20 kW) 9 = 4.00 HP (3.00 kW) 10 = 5.00 HP (3.70 kW) 11 = 5.50 HP (4.00 kW) 12 = 6.00 HP (4.50 kW) 13 = 7.50 HP (5.50 kW) 14 = 10.00 HP (7.50 kW) 15 = 12.50 HP (9.00 kW) 16 = 15.00 HP (11.00 kW) 17 = 20.00 HP (15.00 kW) 18 = 25.00 HP (18.50 kW) 19 = 30.00 HP (22.00 kW)	Conforme modelo del convertidor		cfg, V V W	MOTOR, STARTUP	10-6
P0407	Factor Pot. Nom. Motor	0.50 a 0.99	0.80		cfg, V V W	MOTOR, STARTUP	10-6
P0408	Autoajuste	0 = No 1 = Sí	0		cfg, V V W	STARTUP	10-6
P0409	Resistencia Estator	0.01 a 99.99 Ω	Conforme modelo del convertidor		cfg, V V W	MOTOR, STARTUP	10-7
P0510	Unidad de Ingeniería 1 SoftPLC	0 = Ninguna 1 = V 2 = A 3 = rpm 4 = s 5 = ms 6 = N 7 = m 8 = Nm 9 = mA 10 = % 11 = °C 12 = CV 13 = Hz 14 = HP 15 = h 16 = W 17 = kW 18 = kWh 19 = H	0			HMI, SPLC	5-8
P0511	Punto Decimal para Unidad de Ingeniería 1 SoftPLC	0 = wxyz 1 = wxy.z 2 = wx.yz 3 = wxyz	1			HMI, SPLC	5-8
P0512	Unidad de Ingeniería 2 SoftPLC	Ver opciones en P0510	3			HMI, SPLC	5-9
P0513	Punto Decimal para Unidad de Ingeniería 2 SoftPLC	Ver opciones en P0511	0			HMI, SPLC	5-9
P0520	Ganancia Proporc. PID	0.000 a 9.999	1.000				13-9
P0521	Ganancia Integral PID	0.000 a 9.999	0.430				13-9
P0522	Ganancia Diferencial PID	0.000 a 9.999	0.000				13-9
P0525	Setpoint PID por la HMI	0.0 a 100.0 %	0.0 %				13-10
P0526	Filtro Setpoint PID	0 a 9999 ms	50 ms				13-10
P0527	Tipo de Acción PID	0 = Directo 1 = Reversa	0				13-10
P0528	Escala Indicación VP	10 a 30000	1000			HMI	13-11

Referencia Rápida de los Parámetros, Alarmas y Fallas



0

Parám.	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste del Usuario	Prop.	Grupos	Pág.
P0529	Forma Indicación VP	0 = wxyz 1 = wxy.z 2 = wx.yz 3 = w.xyz	1			HMI	13-11
P0533	Valor VPx	0.0 a 100.0 %	90.0 %			IO	13-11
P0535	Rango p/ Despertar	0.0 a 100.0 %	0.0 %			IO	13-12
P0536	Ajuste Autom. P0525	0 = Inactivo 1 = Activo	0		cfg		13-12
P0680	Estado Lógico	0000h a FFFFh Bit 0 a 3 = Reservado Bit 4 = Parada Rápida Bit 5 = 2ª Rampa Bit 6 = Modo Config. Bit 7 = Alarma Bit 8 = Girando Bit 9 = Habilitado Bit 10 = Horario Bit 11 = JOG Bit 12 = Remoto Bit 13 = Subtensión Bit 14 = Automático(PID) Bit 15 = Falla			ro	READ, NET	7-13
P0681	Velocidad 13 bits	-32768 a 32767			ro	READ, NET	17-5
P0682	Control Serial/USB	0000h a FFFFh Bit 0 = Habilita Rampa Bit 1 = Habilita General Bit 2 = Girar Horario Bit 3 = Habilita JOG Bit 4 = Remoto Bit 5 = 2ª Rampa Bit 6 = Parada Rápida Bit 7 = Reset de Falla Bit 8 a 15 = Reservado			ro	READ, NET	7-14
P0683	Ref. Vel. Serial/USB	-32768 a 32767			ro	READ, NET	17-3
P0684	Control CO/DN	Ver opciones en P0682			ro	READ	7-14
P0685	Ref. Vel. CO/DN	-32768 a 32767			ro	READ, NET	17-3
P0690	Estado Lógico 2	Bit 0 a 3 = Reservado Bit 4 = Reducción Fs Bit 5 = Estado Dormir Bit 6 = Rampa Desacel. Bit 7 = Rampa Acel. Bit 8 = Rampa Congelada Bit 9 = Setpoint Ok Bit 10 = Regulación Línea CC Bit 11 = Configuración en 50 Hz Bit 12 = Ride-Through Bit 13 = Flying Start Bit 14 = Frenado CC Bit 15 = Pulsos PWM			ro	READ, NET	7-14
P0695	Valor para DOx	Bit 0 = DO1 Bit 1 = DO2 Bit 2 = DO3 Bit 3 = DO4 Bit 4 = DO5			ro	READ, NET	17-5
P0696	Valor 1 para AOx	-32768 a 32767			ro	READ, NET	17-5
P0697	Valor 2 para AOx	-32768 a 32767			ro	READ, NET	17-5
P0698	Valor 3 para AOx	-32768 a 32767			ro	READ, NET	17-5

- Altitud: Operación: 2 000 m
Almacenamiento: 10 000 m
- Seguridad / Normas: IEC 61010 CAT.II 600V, CAT.III 300V por encima de las normas de tensión y doble aislamiento.
- Temperatura y humedad relativa:
Operación: 0 °C - - 30 °C (\leq 75% R.H.); 30 °C - 40 °C (\leq 70% R.H.);
40 °C - 50 °C (\leq 45% R.H.)
Almacenamiento: - 20 °C - + 60 °C (\leq 75% R.H.)

Especificaciones de precisión.

Precisión: \pm (a% de lectura + b dígitos)

Temperatura de operación: 23 °C \pm 5 °C

Humedad relativa: \leq 75% R.H.

Coefficiente de temperatura: 0,1 (precisión especificada) / 1 °C

A. Tensión de c.a. rango automático

Rango	Resolución	Precisión	Protección de sobrecarga
2 V	1 mV	\pm (1,2% + 5)	600 V rms Raíz media cuadrada
20 V	10 mV		
200 V	100 mV		
600 V	1 V	\pm (1,5% + 5)	

Observaciones:

- Impedancia de entrada: 10 M Ω // <100 pF
- Indica el valor efectivo de la onda sinusoidal (respuesta de valor promedio)
- Respuesta a la frecuencia: 40 Hz - 1 kHz
- Para ajustar la lectura de acuerdo al valor efectivo

B. Tensión de c.c. rango automático

Rango	Resolución	Precisión	Protección de sobrecarga
200 mV	0,1 mV	\pm (0,8% + 3)	600 V rms Raíz media cuadrada
2 V	1 mV	\pm (0,8% + 1)	
20 V	10 mV		
200 V	100 mV		
600 V	1 V	\pm (1% + 3)	

Observaciones:

- Impedancia de entrada: 10 M Ω

C. Resistencia: rango automático

Rango	Resolución	Precisión	Protección de sobrecarga
200 Ω	100 m Ω	$\pm (1,2\% + 2)$	600 Vp
2 k Ω	1 Ω	$\pm (1\% + 2)$	
20 k Ω	10 Ω		
200 k Ω	100 Ω		
2 M Ω	1 k Ω	$\pm (1,2\% + 2)$	
20 M Ω	10 k Ω	$\pm (1,5\% + 2)$	

Observaciones:

- Impedancia de entrada: 10 M Ω

D y E. Prueba de diodos y de continuidad.

Función	Rango	Resolución	Protección de entrada	Observación
Diodo		1 mV	600 Vp	Voltaje de circuito abierto Aprox. 0.5 - 0.8 V
Alarma de continuidad		100 m Ω		Aproximadamente <50 Ω la alarma suena en forma continua

Observaciones:

- Tensión de circuito abierto de aproximadamente 0,45 V
- La alarma puede o no sonar cuando la resistencia del circuito que está probando es de entre 50 Ω y 120 Ω
La alarma puede o no sonar cuando la resistencia de un circuito que está probando es mayor a 120 Ω
- Tensión de circuito abierto de aproximadamente 1,48 V

F. Temperatura

Rango	Resolución	Precisión	Protección de sobrecarga
-40° - 1 000 °C	1 °C	-40 - 0 °C: $\pm (3\% + 9)$	600 Vp
		0 - 400 °C: $\pm (1\% + 7)$	
		400 - 1 000 °C: $\pm (2\% + 10)$	
-40 °F - 1 832 °F	1 °F	-40 - 32 °F: $\pm (3\% + 10)$	
		32 - 752 °F: $\pm (1\% + 8)$	
		752 - 1 832 °F: $\pm (2\% + 18)$	

G. Corriente de c.a. rango automático

Rango	Resolución	Precisión	Respuesta de frecuencia	Protección de sobrecarga
2 A	0,001 A	$\leq 1A (4\% + 40)$ $\geq 1A (3\% + 30)$	50 Hz - 60 Hz	400 A rms Raíz media cuadrada
20 A	0,01 A	$\pm (3\% + 12)$ $\leq 4A$		
		$\pm (2\% + 8)$		
200 A	0,1 A	$\pm (1,5\% + 5)$		
400 A	1 A			

Observaciones:

- Indica el valor efectivo de la onda sinusoidal.
Para ajustar la lectura de acuerdo al valor efectivo.

MANTENIMIENTO

Esta sección proporciona la información básica de mantenimiento, incluyendo instrucciones para reemplazar las pilas.

⚠ ADVERTENCIA No intente reparar o dar servicio a su multímetro, para reparaciones o servicio llévelo a una Sucursal Autorizada Truper®.

⚠ ADVERTENCIA Para evitar una descarga eléctrica o daños al multímetro, no permita que entre agua en la cubierta.

Anexos G Direcccionamiento Modbus Epack-1Ph

EPack parameter list

Page 1 of 20

Name	Modbus Address	i3e Address
Instrument[0].Configuration.HWVersion	0x006c	0x80d8
Access[0].OEMEntry	0x00c5	0x818a
Access[0].OEMEnable	0x00c6	0x818c
Network[0].Meas.Vline	0x0100	0x8200
Network[0].Meas.I	0x0101	0x8202
Network[0].Meas.IsqBurst	0x0102	0x8204
Network[0].Meas.Isq	0x0103	0x8206
Network[0].Meas.V	0x0104	0x8208
Network[0].Meas.Vsq	0x0105	0x820a
Network[0].Meas.PBurst	0x0106	0x820c
Network[0].Meas.P	0x0107	0x820e
Network[0].Meas.S	0x0108	0x8210
Network[0].Meas.PF	0x0109	0x8212
Network[0].Meas.Z	0x010a	0x8214
Network[0].Meas.Frequency	0x010b	0x8216
Network[0].Meas.VsqBurst	0x010c	0x8218
Network[0].Meas.THSinkTemp	0x010d	0x821a
Network[0].Setup.HeatsinkTmax	0x010e	0x821c
Network[0].Setup.VdipsThreshold	0x010f	0x821e
Network[0].Setup.OverVoltThreshold	0x0110	0x8220
Network[0].Setup.UnderVoltThreshold	0x0111	0x8222
Network[0].Setup.HeatsinkPreTemp	0x0112	0x8224
Network[0].Setup.PLFAdjusted	0x0113	0x8226
Network[0].Setup.PLFsensitivity	0x0114	0x8228
Network[0].Setup.OverIThreshold	0x0115	0x822a
Network[0].Setup.IheaterType	0x0116	0x822c
Network[0].Setup.VlineNominal	0x0117	0x822e
Network[0].Setup.PLFAdjustReq	0x0118	0x8230
Network[0].Setup.NetType	0x0119	0x8232
Network[0].Setup.INominal	0x011a	0x8234
Network[0].Setup.IMaximum	0x011b	0x8236
Network[0].Setup.Zref	0x011e	0x823c
Network[0].Setup.FreqDriftThreshold	0x0122	0x8244
Network[0].Setup.VMaximum	0x0123	0x8246
Network[0].Setup.VLoadType	0x0124	0x8248
Network[0].Setup.ChopOffThreshold	0x0125	0x824a
Network[0].Setup.ChopOffNb	0x0126	0x824c
Network[0].AlmDis.MissMains	0x0127	0x824e
Network[0].AlmDis.ThyrSC	0x0128	0x8250
Network[0].AlmDis.OverTemp	0x0129	0x8252

	0x012a	0x8254
Network[0].AlmDis.FreqFault	0x012b	0x8256
Network[0].AlmDis.TLF	0x012c	0x8258
Network[0].AlmDis.PLF	0x012d	0x825a
Network[0].AlmDis.OverVolt	0x012e	0x825c
Network[0].AlmDis.PreTemp	0x012f	0x825e
Network[0].AlmDis.OverCurrent	0x0130	0x8260
Network[0].AlmDis.UnderVolt	0x0131	0x8262
Network[0].AlmDis.ChopOff	0x0132	0x8264
Network[0].AlmDet.MissMains	0x0133	0x8266
Network[0].AlmDet.ThyrSC	0x0134	0x8268
Network[0].AlmDet.OverTemp	0x0135	0x826a
Network[0].AlmDet.NetworkDips	0x0136	0x826c
Network[0].AlmDet.FreqFault	0x0137	0x826e
Network[0].AlmDet.TLF	0x0138	0x8270
Network[0].AlmDet.PLF	0x0139	0x8272
Network[0].AlmDet.OverVolt	0x013a	0x8274
Network[0].AlmDet.PreTemp	0x013b	0x8276
Network[0].AlmDet.OverCurrent	0x013c	0x8278
Network[0].AlmDet.UnderVolt	0x013d	0x827a
Network[0].AlmDet.ChopOff	0x013e	0x827c
Network[0].AlmSig.MissMains	0x013f	0x827e
Network[0].AlmSig.ThyrSC	0x0140	0x8280
Network[0].AlmSig.OverTemp	0x0141	0x8282
Network[0].AlmSig.NetworkDips	0x0142	0x8284
Network[0].AlmSig.FreqFault	0x0143	0x8286
Network[0].AlmSig.TLF	0x0144	0x8288
Network[0].AlmSig.PLF	0x0145	0x828a
Network[0].AlmSig.OverVolt	0x0146	0x828c
Network[0].AlmSig.PreTemp	0x0147	0x828e
Network[0].AlmSig.OverCurrent	0x0148	0x8290
Network[0].AlmSig.UnderVolt	0x0149	0x8292
Network[0].AlmSig.ChopOff	0x014a	0x8294
Network[0].AlmLat.MissMains	0x014b	0x8296
Network[0].AlmLat.ThyrSC	0x014c	0x8298
Network[0].AlmLat.OverTemp	0x014d	0x829a
Network[0].AlmLat.NetworkDips	0x014e	0x829c
Network[0].AlmLat.FreqFault	0x014f	0x829e
Network[0].AlmLat.TLF	0x0150	0x82a0
Network[0].AlmLat.PLF	0x0151	0x82a2
Network[0].AlmLat.OverVolt	0x0152	0x82a4

	0x0153	0x82a6
Network[0].AlmLat.OverCurrent	0x0154	0x82a8
Network[0].AlmLat.UnderVolt	0x0155	0x82aa
Network[0].AlmLat.ChopOff	0x0156	0x82ac
Network[0].AlmAck.MissMains	0x0157	0x82ae
Network[0].AlmAck.ThyrSC	0x0158	0x82b0
Network[0].AlmAck.OverTemp	0x0159	0x82b2
Network[0].AlmAck.NetworkDips	0x015a	0x82b4
Network[0].AlmAck.FreqFault	0x015b	0x82b6
Network[0].AlmAck.TLF	0x015c	0x82b8
Network[0].AlmAck.PLF	0x015d	0x82ba
Network[0].AlmAck.OverVolt	0x015e	0x82bc
Network[0].AlmAck.PreTemp	0x015f	0x82be
Network[0].AlmAck.OverCurrent	0x0160	0x82c0
Network[0].AlmAck.UnderVolt	0x0161	0x82c2
Network[0].AlmAck.ChopOff	0x0162	0x82c4
Network[0].AlmStop.MissMains	0x0163	0x82c6
Network[0].AlmStop.ThyrSC	0x0164	0x82c8
Network[0].AlmStop.OverTemp	0x0165	0x82ca
Network[0].AlmStop.NetworkDips	0x0166	0x82cc
Network[0].AlmStop.FreqFault	0x0167	0x82ce
Network[0].AlmStop.TLF	0x0168	0x82d0
Network[0].AlmStop.PLF	0x0169	0x82d2
Network[0].AlmStop.OverVolt	0x016a	0x82d4
Network[0].AlmStop.PreTemp	0x016b	0x82d6
Network[0].AlmStop.OverCurrent	0x016c	0x82d8
Network[0].AlmStop.UnderVolt	0x016d	0x82da
Network[0].AlmStop.ChopOff	0x016e	0x82dc
Network[0].AlmRelay.MissMains	0x016f	0x82de
Network[0].AlmRelay.ThyrSC	0x0170	0x82e0
Network[0].AlmRelay.OverTemp	0x0171	0x82e2
Network[0].AlmRelay.NetworkDips	0x0172	0x82e4
Network[0].AlmRelay.FreqFault	0x0173	0x82e6
Network[0].AlmRelay.ChopOff	0x0174	0x82e8
Network[0].AlmRelay.UnderVolt	0x0175	0x82ea
Network[0].AlmRelay.OverVolt	0x0176	0x82ec
Network[0].AlmRelay.TLF	0x0177	0x82ee
Network[0].AlmRelay.PLF	0x0178	0x82f0
Network[0].AlmRelay.PreTemp	0x0179	0x82f2
Network[0].AlmRelay.OverCurrent	0x017a	0x82f4
Control[0].Setup.Standby	0x0420	0x8840

	0x0421	0x8842
Control[0].Setup.EnLimit	0x0422	0x8844
Control[0].Setup.TransferEn	0x0423	0x8846
Control[0].Setup.PFType	0x0424	0x8848
Control[0].Setup.PFGain	0x0425	0x884a
Control[0].Setup.PFOffset	0x0426	0x884c
Control[0].Setup.BleedScale	0x0427	0x884e
Control[0].Main.PV	0x0428	0x8850
Control[0].Main.SP	0x0429	0x8852
Control[0].Main.TransferPV	0x042a	0x8854
Control[0].Main.TransferSpan	0x042b	0x8856
Control[0].Main.TI	0x042c	0x8858
Control[0].Limit.PV1	0x042d	0x885a
Control[0].Limit.PV2	0x042e	0x885c
Control[0].Limit.PV3	0x042f	0x885e
Control[0].Limit.SP1	0x0430	0x8860
Control[0].Limit.SP2	0x0431	0x8862
Control[0].Limit.SP3	0x0432	0x8864
Control[0].Limit.TI	0x0433	0x8866
Control[0].Diag.Status	0x0434	0x8868
Control[0].Diag.Output	0x0435	0x886a
Control[0].Diag.PAOP	0x0436	0x886c
Control[0].AlmDis.ClosedLoop	0x0437	0x886e
Control[0].AlmDis.PVTransfer	0x0438	0x8870
Control[0].AlmDis.Limitation	0x0439	0x8872
Control[0].AlmDet.ClosedLoop	0x043a	0x8874
Control[0].AlmDet.PVTransfer	0x043b	0x8876
Control[0].AlmDet.Limitation	0x043c	0x8878
Control[0].AlmSig.ClosedLoop	0x043d	0x887a
Control[0].AlmSig.PVTransfer	0x043e	0x887c
Control[0].AlmSig.Limitation	0x043f	0x887e
Control[0].AlmLat.ClosedLoop	0x0440	0x8880
Control[0].AlmLat.PVTransfer	0x0441	0x8882
Control[0].AlmLat.Limitation	0x0442	0x8884
Control[0].AlmAck.ClosedLoop	0x0443	0x8886
Control[0].AlmAck.PVTransfer	0x0444	0x8888
Control[0].AlmAck.Limitation	0x0445	0x888a
Control[0].AlmStop.ClosedLoop	0x0446	0x888c
Control[0].AlmStop.PVTransfer	0x0447	0x888e
Control[0].AlmStop.Limitation	0x0448	0x8890
Control[0].AlmRelay.ClosedLoop	0x0449	0x8892

Anexos H Mapa Modbus-RTU CFW500 WEG

Trial Version 8:47:22 We're glad you're test driving our software. Have fun. [Activate Ignition](#)

No file selected.

Prefix	Start	End	Step	Unit ID	Modbus Type	Modbus Address
Monito	3	8	<input type="checkbox"/>	3	Holding Register (int16)	3 [delete]
Contro	1253	1254	<input type="checkbox"/>	3	Holding Register (int16)	683 [delete]

Radix:

[Add Row](#)

Anexos I Mapa Modbus-TCP EPACK-1PH

Trial Version 8:48:49 We're glad you're test driving our software. Have fun. [Activate Ignition](#)

No file selected.

Prefix	Start	End	Step	Unit ID	Modbus Type	Modbus Address
Lecture	256	268	<input type="checkbox"/>	0	Holding Register (int16)	257 [delete]
Contro	1509	1510	<input type="checkbox"/>	0	Holding Register (int16)	1510 [delete]
Contro	1056	1057	<input type="checkbox"/>	0	Holding Register (int16)	1057 [delete]
Contro	1441	1442	<input type="checkbox"/>	0	Holding Register (int16)	1442 [delete]

Radix:

Anexos J Tabla de roles y usuarios registrados en el sistema

The image displays two screenshots of the Ignition web interface, showing the 'Manage Users and Roles for Profile 'USUARIOS'' page. The top screenshot shows the 'Users' tab, and the bottom screenshot shows the 'Roles' tab.

Top Screenshot: Manage Users and Roles for Profile 'USUARIOS' (Users Tab)

Username	Name	Roles	Contact Info	Schedule	
Falberto	Alberto Fallos	Operator	email: sopoherrera@gmail.com	Always	Edit Delete
HEdwin	Edwin Herrera	Administrator, Supervisor	email: edwingoth@sci.com	Always	Edit Delete
JCaceres	Javier Caceres	Supervisor	email: edwingoth@outlook.com	Always	Edit Delete
PAvarez	Pedro Alvarez	Operator		Always	Edit Delete

Bottom Screenshot: Manage Users and Roles for Profile 'USUARIOS' (Roles Tab)

Role	
Administrator	Edit Delete
Operator	Edit Delete
Supervisor	Edit Delete

[+ Add Role](#)

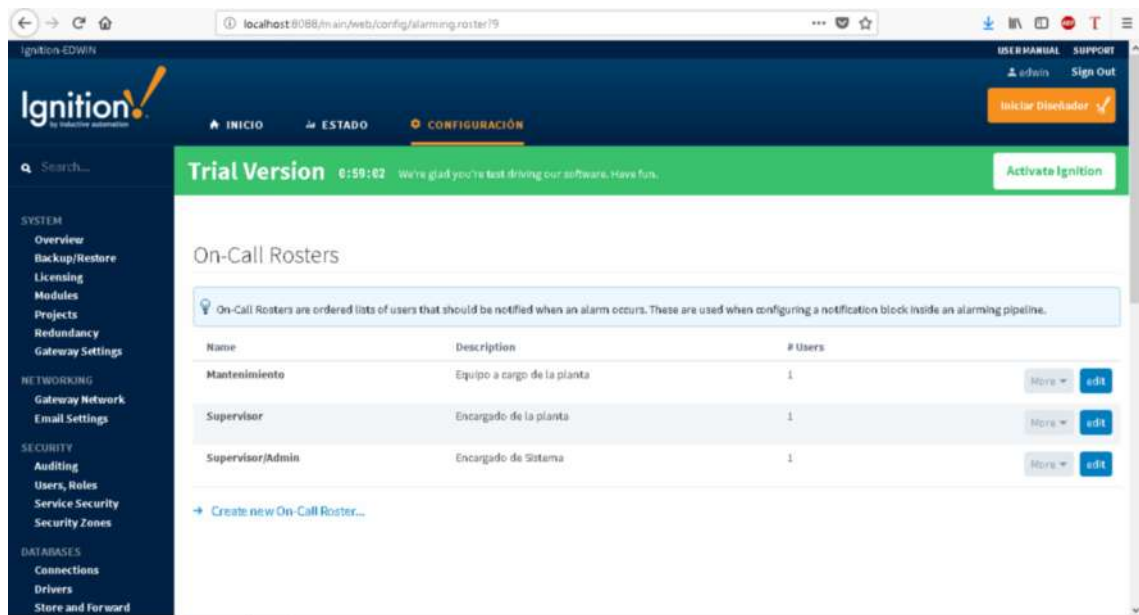
Anexos K Asignación de usuarios a plantas de supervisión y script de programación.

The image displays two screenshots from the Ignition Designer software. The top screenshot shows a data table with columns for 'DETALLE', 'USUARIO', 'SISTEMA', and 'NUM_MANTENIMIENTO'. Below the table is a form with dropdown menus for 'Ambato', 'PAlvarez', and 'Banco de Hielo', and a text input field containing the number '2'. Buttons for 'CREAR', 'ELIMINAR', and 'EDITAR' are visible. The bottom screenshot shows the 'Component Scripting' window for the 'btn_Añadir' component. It contains a JavaScript script that uses the 'system.db.runPrepUpdate' function to insert data into a 'general' table. The script also uses 'system.tag.addTag' to create tags for each system type. The script is as follows:

```
1 detalle = event.source.parent.getComponent('db_detalle').selectedStringValue
2 usuario = event.source.parent.getComponent('db_usuario').selectedStringValue
3 sistema = event.source.parent.getComponent('db_sistema').selectedValue
4 sistemaName = event.source.parent.getComponent('db_sistema').selectedStringValue
5 Num_Motor=event.source.parent.Num_Motor
6 Num_Resistencia=event.source.parent.Num_Resistencia
7 sistemaUno = "BANCO DE HIELO"
8 sistemaDos = "CALDERO"
9 sistemaTres = "MARMITA"
10 MODOSISTO = "MODOS/STO"
11
12 numMantenimiento = 0
13
14 system.db.runPrepUpdate("INSERT INTO general (DETALLE, USUARIO, SISTEMA, NUM_MANTENIMIENTO, idmotor) VALUES (?, ?, ?, ?, ?)", [detalle, usuario, sistemaName
15
16 if sistema == 1:
17     system.tag.addTag(parentPath+"PLANTA", name = detalle, tagType = "UUT_INVT", attributes=["UUTParentType":sistemaUno],parameters=["SISTEMA":sistemaName
18 if sistema == 2:
19     system.tag.addTag(parentPath+"PLANTA", name = detalle, tagType = "UUT_INVT", attributes=["UUTParentType":sistemaDos],parameters=["SISTEMA":sistemaName
20 if sistema == 3:
21     system.tag.addTag(parentPath+"PLANTA", name = detalle, tagType = "UUT_INVT", attributes=["UUTParentType":sistemaTres],parameters=["SISTEMA":sistemaName
22
23
```

The bottom screenshot also shows the 'Event Description' and 'Event Object Properties' sections. The 'Event Description' states: "This event is fired when the 'action' of the component occurs. What this action is depends on the type of the component. Most commonly, this is used with buttons, where the action is that the button was pushed, via a mouse click or a key press. See the component reference for details on what the action means for other components." The 'Event Object Properties' section lists a property named 'source' with the description: "The component that fired this event."

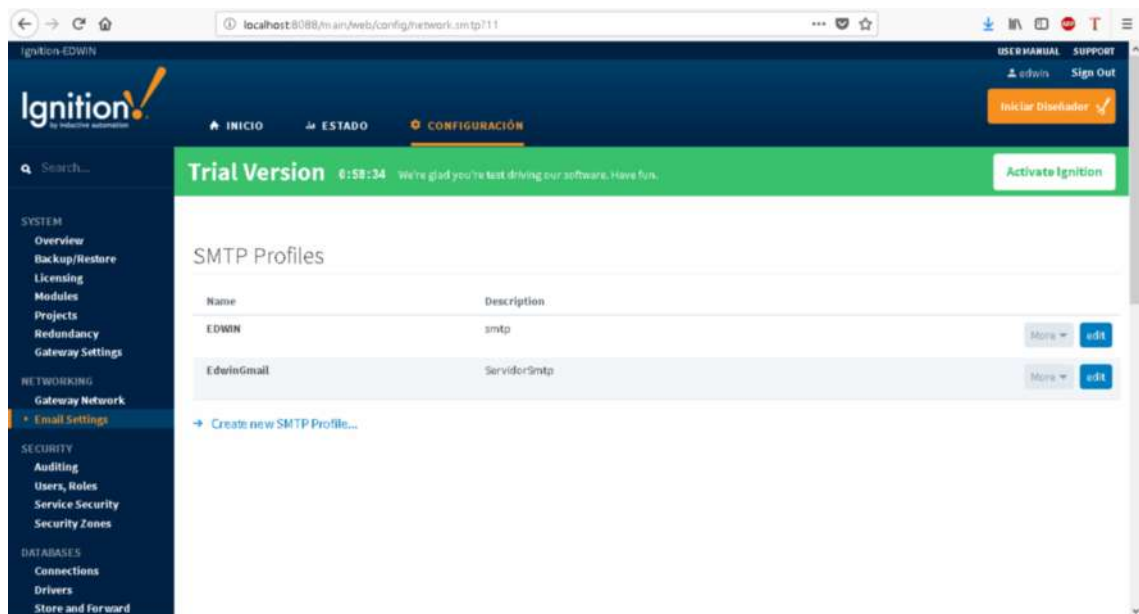
Anexos L Creación de áreas o competencias para el control de acceso y notificaciones



The screenshot shows the Ignition EDWIN web interface. The browser address bar displays `localhost:8088/main/web/config/alarms/roster19`. The page title is "On-Call Rosters". A green banner at the top indicates a "Trial Version" with a timer at 0:59:02 and a button to "Activata Ignition". The left sidebar contains a navigation menu with categories: SYSTEM, NETWORKING, SECURITY, and DATABASES. The main content area features a table of On-Call Rosters with columns for Name, Description, and # Users. Below the table is a link to "Create new On-Call Roster...".

Name	Description	# Users	More	edit
Mantenimiento	Equipo a cargo de la planta	1	More	edit
Supervisor	Encargado de la planta	1	More	edit
Supervisor/Admin	Encargado de Sistema	1	More	edit

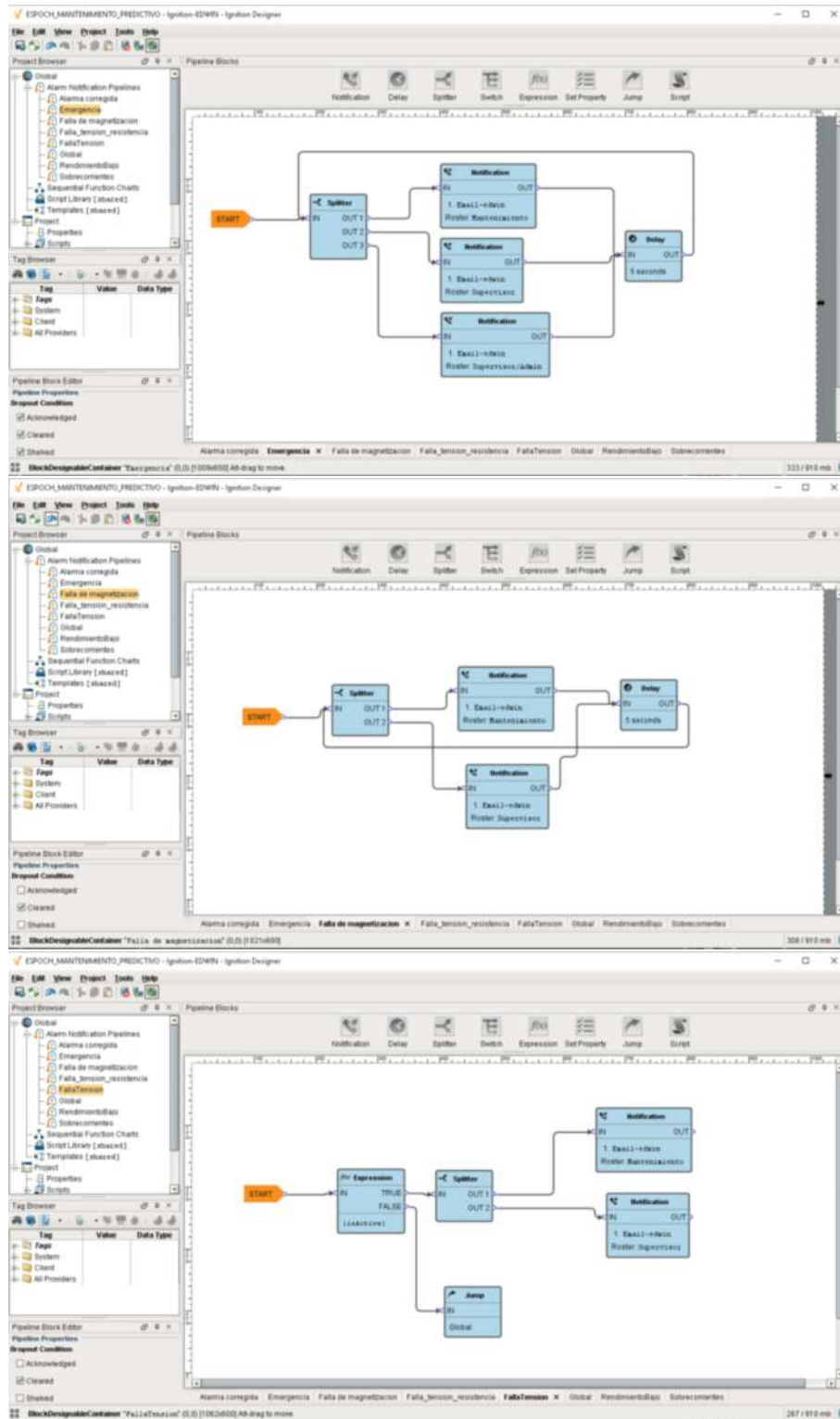
Anexos M Creación y configuración de servicios smtp para notificación de alarmas

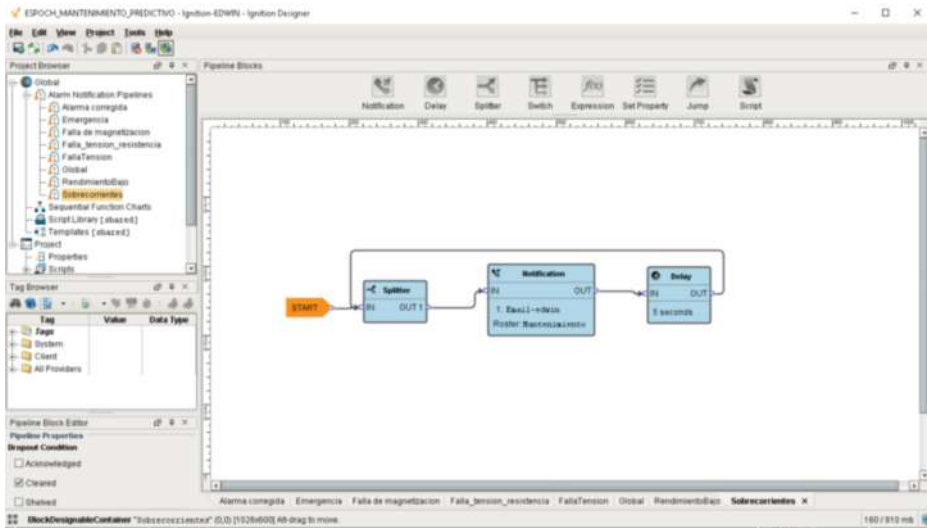
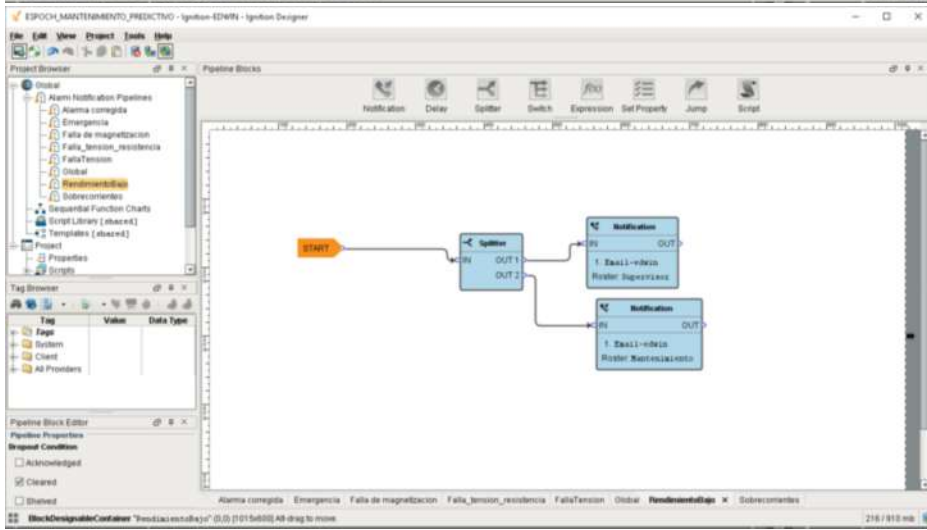
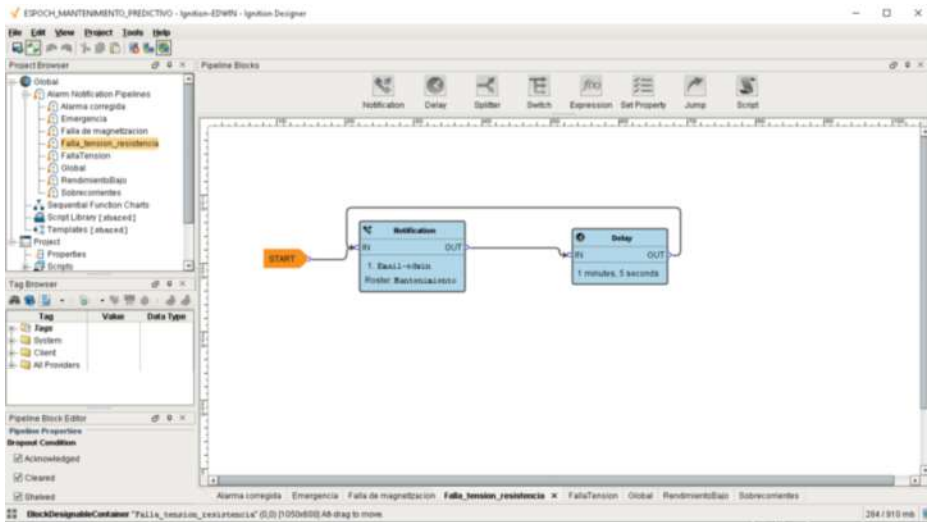


The screenshot shows the Ignition EDWIN web interface. The browser address bar displays `localhost:8088/main/web/config/network.smtp111`. The page title is "SMTP Profiles". A green banner at the top indicates a "Trial Version" with a timer at 0:58:34 and a button to "Activata Ignition". The left sidebar contains a navigation menu with categories: SYSTEM, NETWORKING, SECURITY, and DATABASES. The main content area features a table of SMTP Profiles with columns for Name and Description. Below the table is a link to "Create new SMTP Profile...".

Name	Description	More	edit
EDWIN	smtp	More	edit
EdwinGmail	ServerSmtp	More	edit

Anexos N Bloque de notificaciones Pipe line para la activación de alarmas



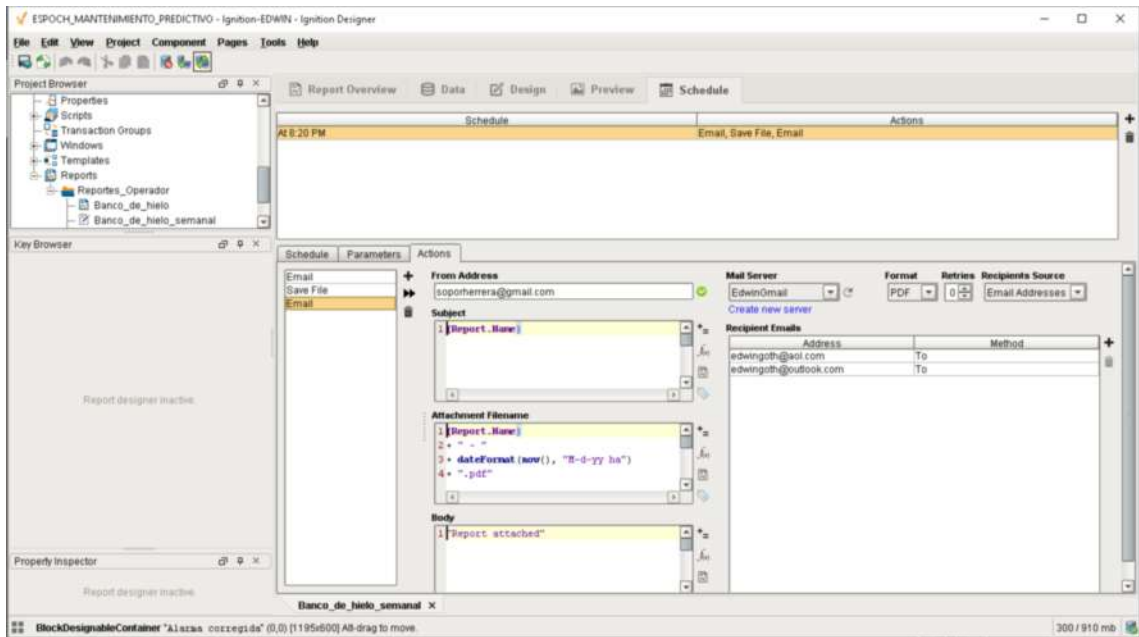


Anexos O Diseño y configuración de envío de reportes generados a través de servicios smtp

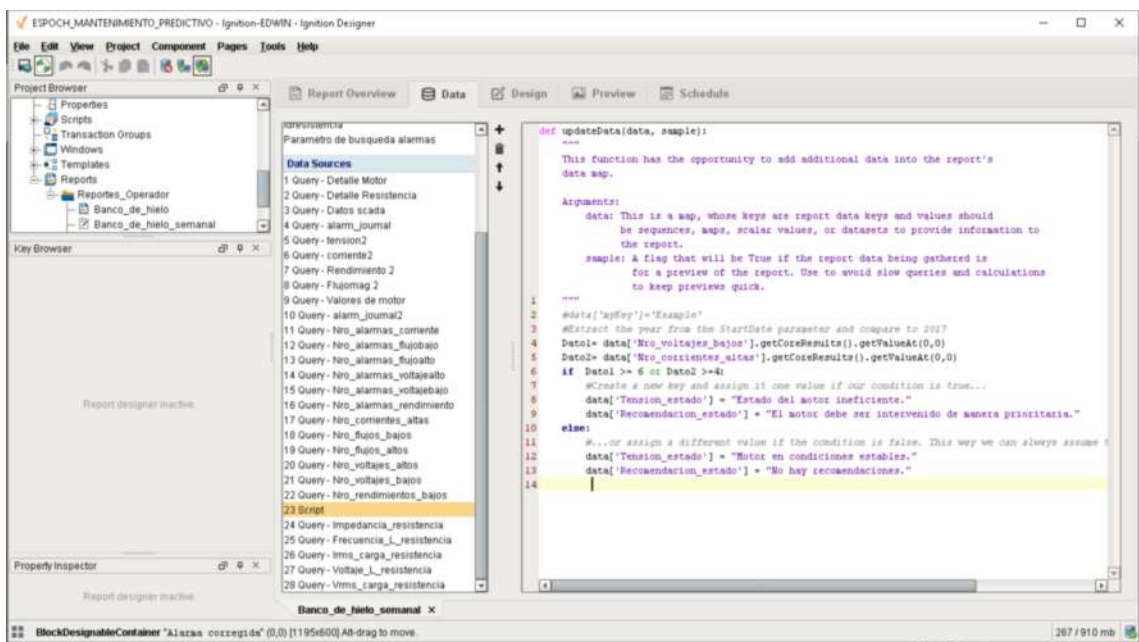
The image displays two screenshots of the Ignition Designer software interface, illustrating the process of configuring and previewing reports.

Top Screenshot: Configuration View
The interface shows the "Report Overview" tab. The "Parameters" list includes: StartDate, EndDate, IdMotor, Sistema, Asunto, Fechadefin, Fechadefin, Idresistencia, and Parametro de busqueda alarmas. The "Data Sources" list includes 19 queries such as "Detalle Motor", "Detalle Resistencia", "Datos si cada", "alarm_journal", "tension2", "comente2", "Rendimiento 2", "Flujomag 2", "Valores de motor", "alarm_journal2", "Nro_alarmas_comente", "Nro_alarmas_fujoabajo", "Nro_alarmas_fujoalto", "Nro_alarmas_voltajealto", "Nro_alarmas_voltajeabajo", "Nro_alarmas_rendimiento", "Nro_comentes_altas", "Nro_fujos_bajos", and "Nro_fujos_altos". A message "Choose a parameter or data source to configure." is displayed in the main workspace.

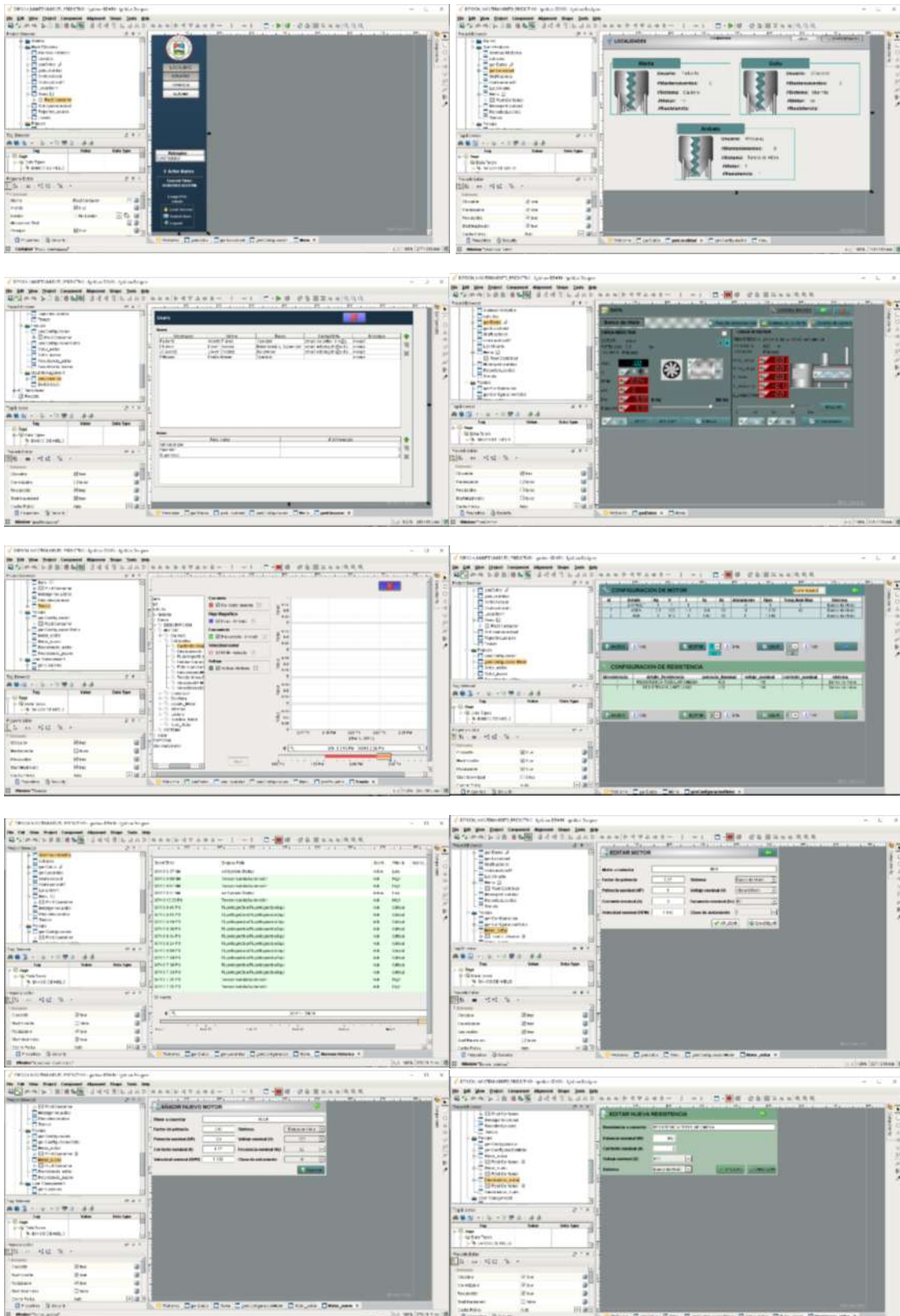
Bottom Screenshot: Preview View
The interface shows the "Preview" tab. The report is titled "DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO" and "ESTADÍSTICAS". It features a table with columns for "Motor", "Voltaje", "Comente", "Resistencia", and "Flujo Magnético". Below the table are four line charts showing trends for "Voltaje", "Comente", "Resistencia", and "Flujo Magnético" over time. The "Components" palette on the right lists various report elements like Table, CrossTab, Simple Table, Labels, Barcode, Image, Graphs & Charts (Timeseries Chart, XY Chart, Bar Chart, Pie Chart), and Shapes (Text, Line, Rectangle, Ellipse, Star, Polygon, Pencil).

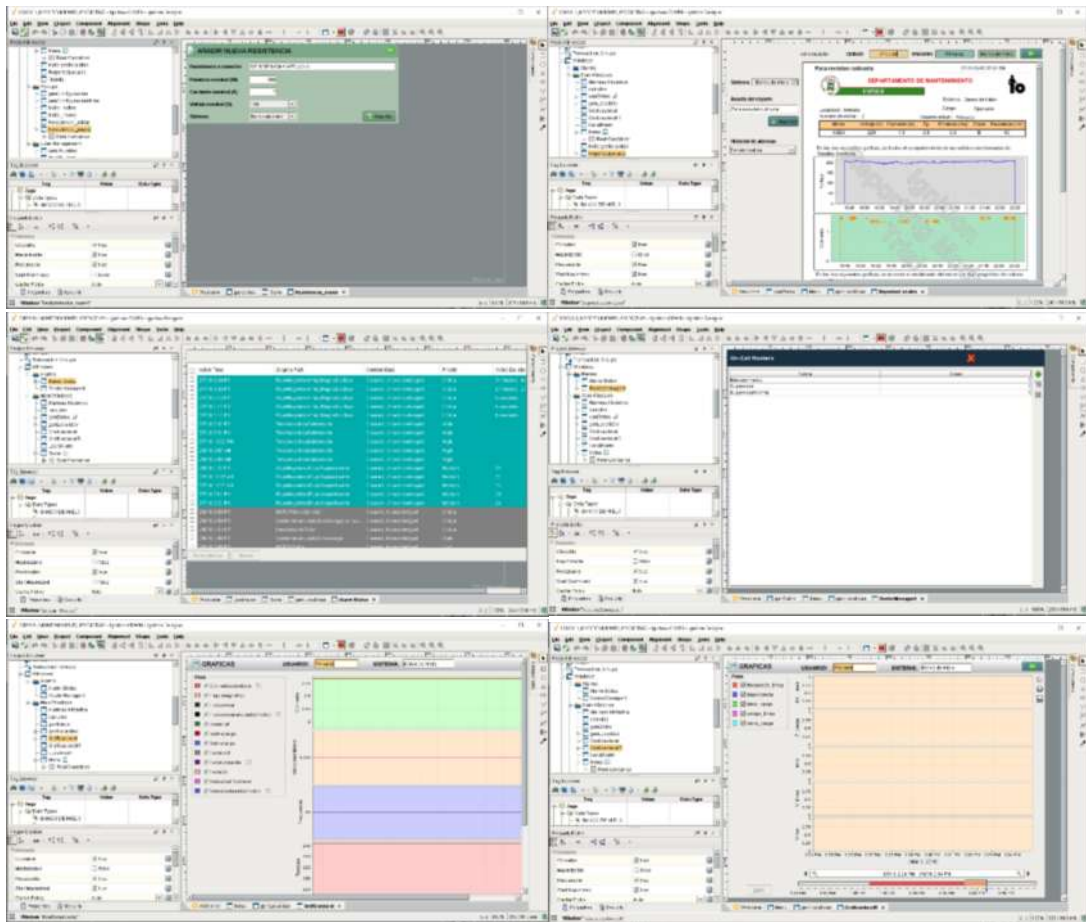


Anexos P Configuración de estados del motor en base al número de alarmas generadas por el sistema

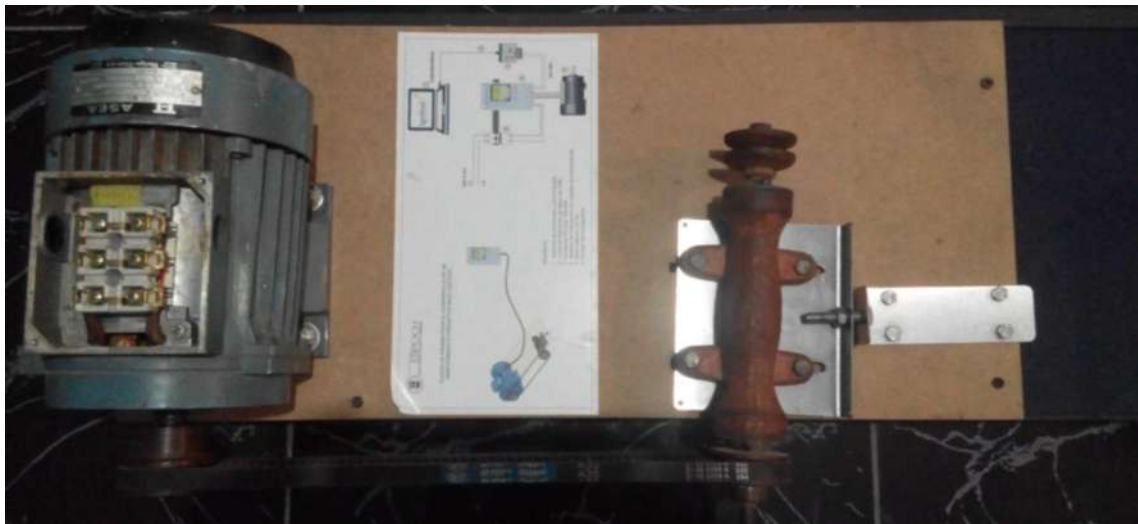


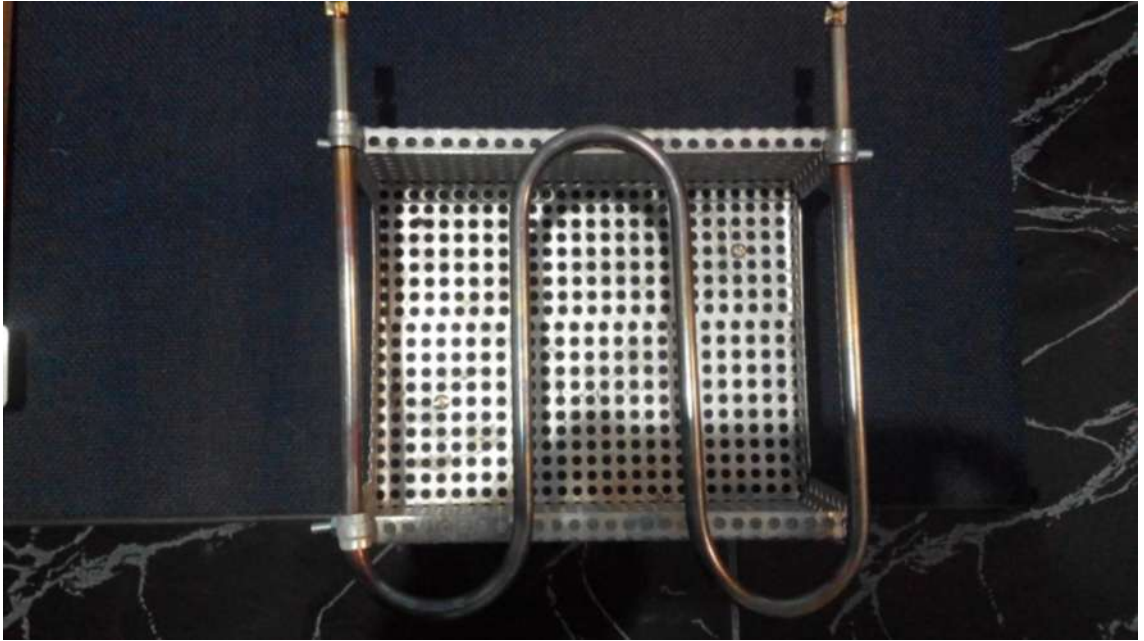
Anexos Q Ventanas de diseño para el sistema scada



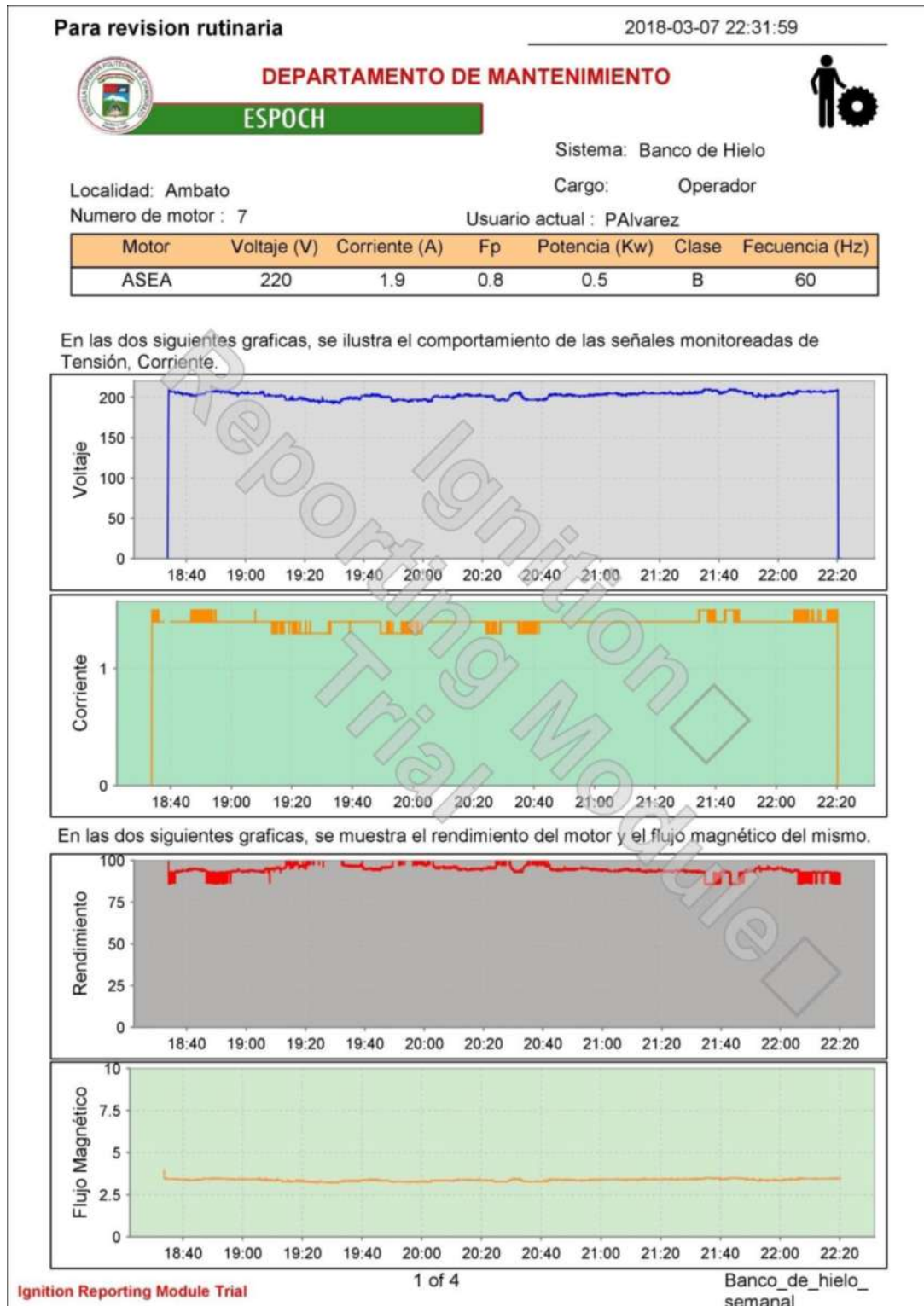


Anexos R Tablero de control y fuerza para el control y supervisión de las cargas





Anexos S Reporte generado por el sistema scada en un periodo de 4 horas de supervisión para la carga inductiva y de 5 minutos para a carga resistiva.



CANTIDAD DE ALARMAS ACTIVADAS POR FALLAS EN LA ALIMENTACIÓN

Cantidad de veces en que los valores de voltaje, corriente, rendimiento y flujo magnético han estado fuera de los valores admisibles. Este resultado es obtenido dentro de un periodo de tiempo desde 2018-03-07 18:29:00 hasta 2018-03-07 22:31:59

Alarma			
Id_Alarma	Prioridad	Hora del evento	Numero de alarmas
-----	-----	-----	0

Alarma			
Id_Alarma	Prioridad	Hora del evento	Numero de alarmas
-----	-----	-----	0

Alarma			
PLANTA/Ambato/MOTOR/Lectura/Tensionalida:/alm:Subtensión			
Id_Alarma	Prioridad	Hora del evento	Numero de alarmas
16963	3	22:20:21	14

Alarma			
Id_Alarma	Prioridad	Hora del evento	Numero de alarmas
-----	-----	-----	0

Alarma			
PLANTA/Ambato/MOTOR/Calculadas/FlujoMagnético:/alm:FlujoMagnéticoBajo			
Id_Alarma	Prioridad	Hora del evento	Numero de alarmas
16975	4	20:41:46	18

Alarma			
Id_Alarma	Prioridad	Hora del evento	Numero de alarmas
-----	-----	-----	0

DIAGNOSTICO DE LA CARGA INDUCTIVA DEACUERDO A LA CANTIDAD DE ALARMAS ACTIVADAS POR UNA INEFICIENTE ALIMENTACIÓN

ESTADO: Estado del motor ineficiente.

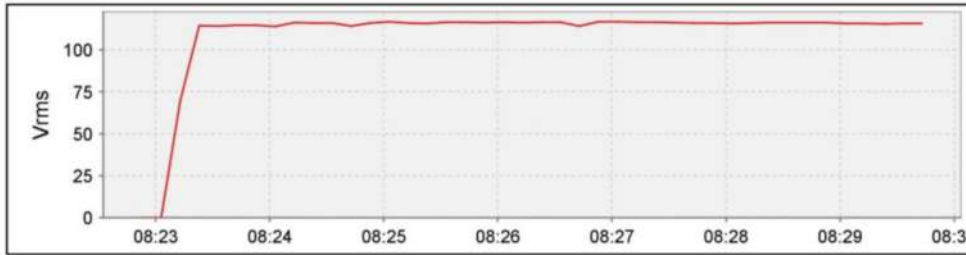
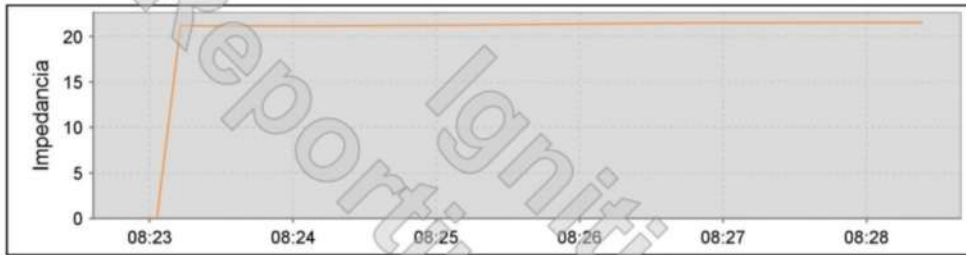
RECOMENDACIÓN: El motor debe ser intervenido de manera prioritaria.

CARGA RESISTIVA

Número de resistencia: 1

Resistencia	Voltaje(V)	Corriente(A)	Potencia(W)
RESISTENCIA TUBULAR OMEGA	110	2	600

En las dos siguientes graficas, se ilustra el comportamiento de las señales monitoreadas de Impedancia, Frecuencia de la línea, Corriente Irms de la carga, Voltaje Vrms de la carga.



ALARMAS GENERADAS EN EL SISTEMA

Nombre	Duración	Estado	Prioridad
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High
TensionalidaSubtensión		Ack	High

MANUAL DEL USUARIO

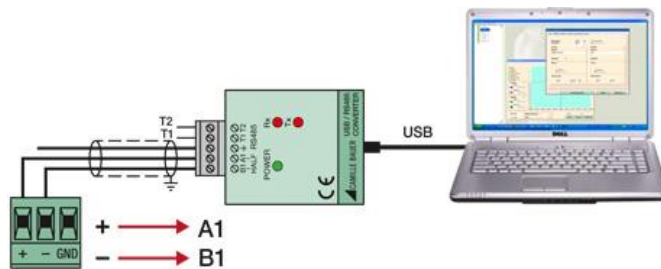
MANUAL DE USUARIO

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

SISTEMA SCADA EN IGNITION



Manual de Usuario para el Sistema Scada de Mantenimiento Predictivo



El presente manual de Usuario está dirigido al personal encargado de la administración del sistema Scada, o al personal calificado y cualificado para su mantenimiento y soporte.

Antes de continuar, es recomendable tomar las medidas adecuadas en cuanto a la comprensión del modo de funcionamiento de la planta antes de acceder al control por medio del sistema SCADA, para de esta forma evitar algún cambio fuera de lo programado.

ACERCA DEL MANUAL

Propósito

La finalidad del presente manual es servir como una guía básica de operación y administración del sistema; brindando de esta manera al personal respectivo conocimientos y herramientas necesarias para el correcto uso del scada, permitiendo su adecuado funcionamiento sin interrupción alguna.

Debido a la variedad de variables y procesos que puede llevar acabo el sistema, este documento ofrece al usuario opciones de configuración básica para poder administrar tanto el registro de nuevos usuarios, nuevos componentes a ser monitoreados y la forma en que las notificaciones y reportes serán enviados hacia sus respectivos destinatarios.

Conocimientos necesarios

El encargado de la administración del sistema Scada, debe tener en cuenta las siguientes instancias.

- Se debe conocer previamente el modo de funcionamiento de cada planta, y de cada máquina instalada, pues así podrá tomar decisiones de manera correcta, para luego poder ser ingresadas y reportadas por medio del Scada.
- Los valores respecto a los motores ingresados deben ser los adecuados de acuerdo a la placa de identificación de cada uno, pues solo así se podría determinar alguna instancia u anomalía.
- Tener en cuenta que la predicción de alguna anomalía se realizara de acuerdo a el tiempo de prevención previamente configurado el Scada.
- La información emitida por el sistema por medio de los reportes dinámicos, debe ser analizada por el personal pertinente en el medio.
- El personal a cargo del mantenimiento, debe tener conocimientos básicos del funcionamiento de motores de inducción y de la interpretación de graficas.

VISIÓN GLOBAL

Introducción

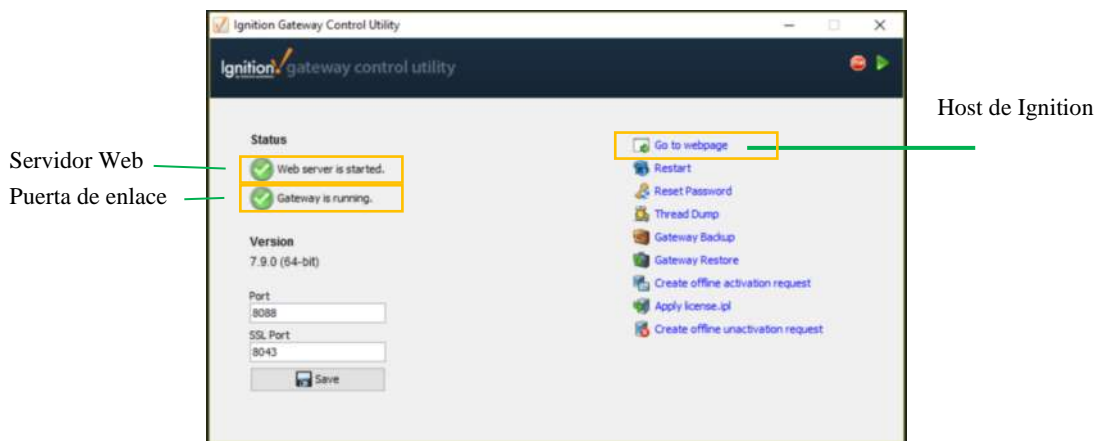
El desarrollo del sistema scada ha sido dirigido hacia el personal de mantenimiento de máquinas de inducción, con el objetivo de brindar en tiempo real el valor de las variables monitoreadas y la notificación de posibles anomalías dentro del funcionamiento de las mismas contando con un eficiente programa de notificación y reportes que son enviados por medio de un servidor smtp.

Arranque del sistema

Para arrancar por primera vez el sistema se debe contar con el requerimiento de administrador-diseñador, lo que se puede hacer desde el servidor donde ha sido instalado o de manera remota si se cuenta con la información de la red en donde se halla. Para ello se debe seguir los siguientes pasos:

Iniciar Ignition desde el servidor para poder arrancar el sistema de manera global.

- Verificar que el firewall de Windows no tenga restricciones para correos salientes o entrantes.
- Verificar que, si hay algún antivirus, este no tenga restricciones de correo.
- Verificar que el servidor web este iniciado
- Verificar que la puerta de enlace se esté ejecutando.
- Acceder a la opción **Ir a la página web** (Host de Ignition).



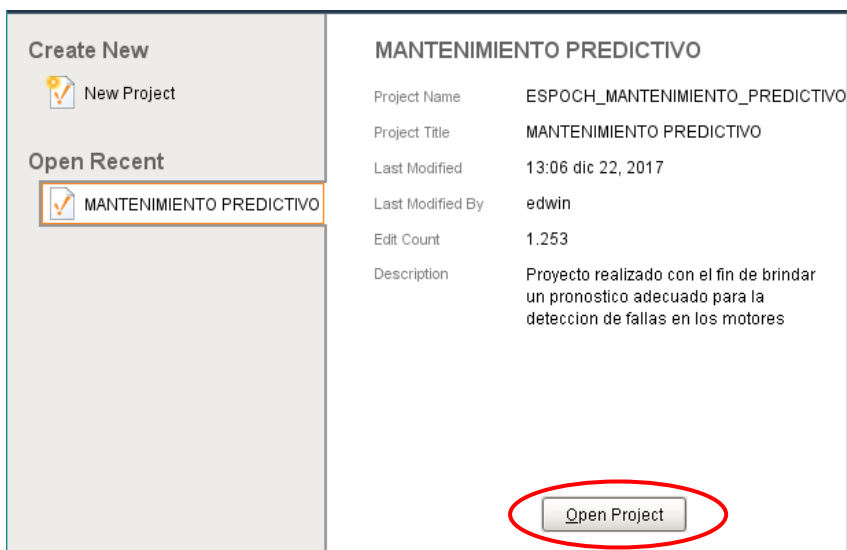
En caso de ser necesario tener acceso como diseñador y poder modificar las pantallas y esquema del sistema scada, el acceso debe ser por medio de la descarga del diseñador global de Ignition en la opción **Iniciar Diseñador**.



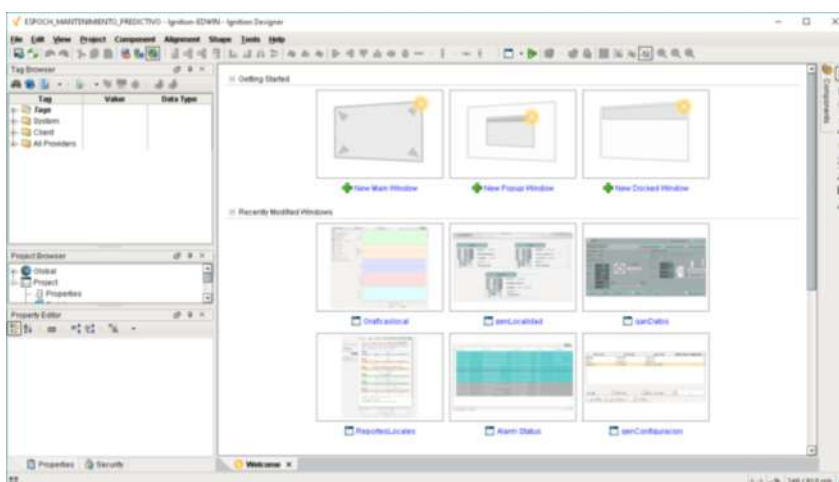
Al tener descargado el diseñador lo iniciamos de forma rutinaria, e ingresamos los datos de usuario y su respectiva contraseña.



Elegir el proyecto al cual se desea ingresar o crear un nuevo proyecto.



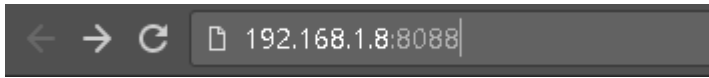
En la siguiente captura se muestra la pantalla de diseñador.



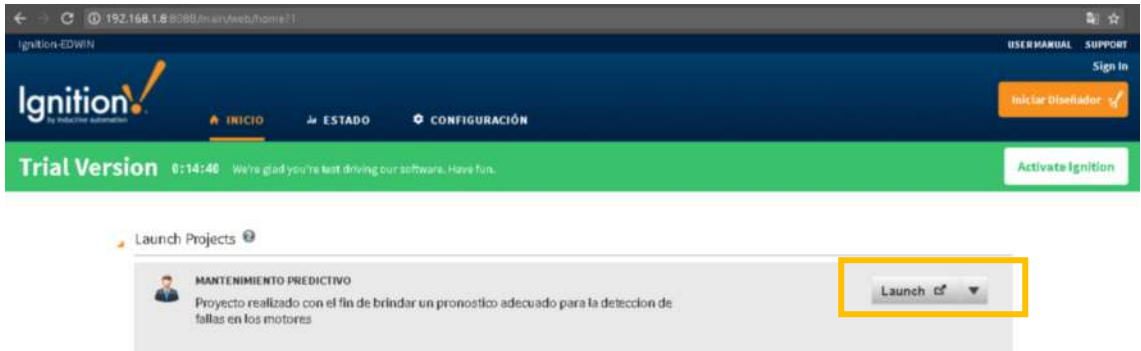
Acceso a la aplicación

El inicio de sesión para cualquier usuario se lo puede hacer ya sea desde un ordenador o desde un dispositivo móvil con los requerimientos de ejecución de java.

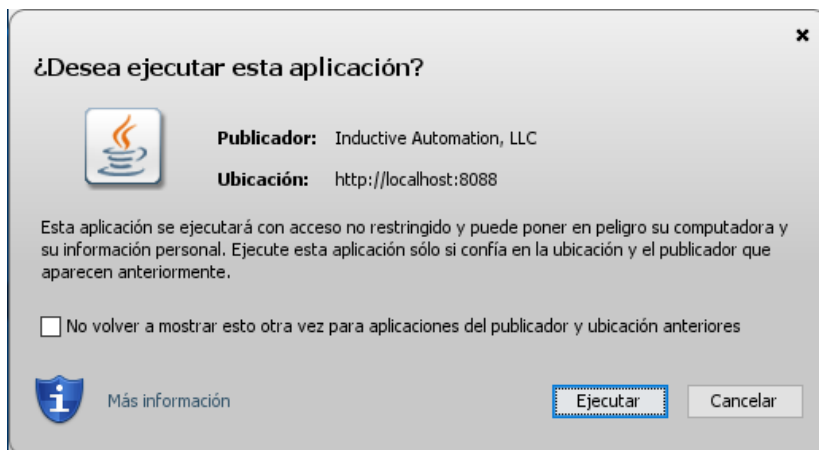
- Ingresar la dirección IP del servidor y el puerto de enlace en la barra de direcciones del navegador web seguido del puerto de acceso (8088 puerto por default de Ignition).
- Presionar la tecla **Entrar** para ingresar a la página del servidor.



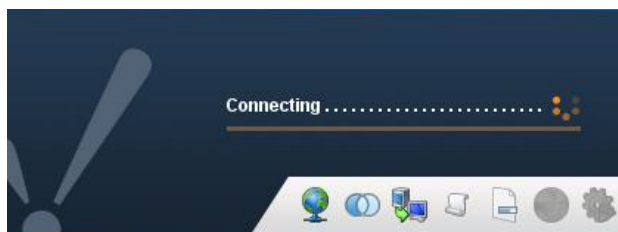
- Descargar el lanzador del sistema scada desarrollado



- Ejecutar el servicio de java



Esperar unos segundos hasta que el sistema cargue los servicios respectivos.



- Ingresar los datos de **Usuario:** y la clave correspondiente **Contraseña:** en la pantalla de bienvenida.



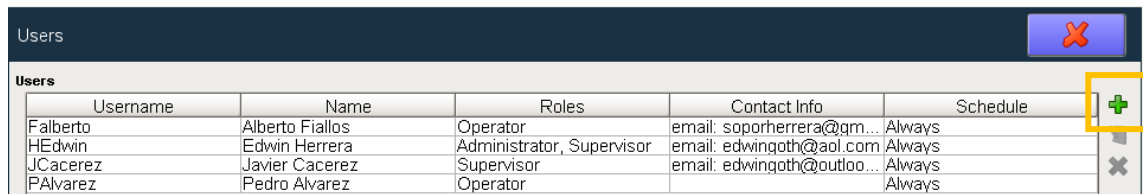
Gestión en modo supervisor

El acceso en modo supervisor permite tener los permisos para:

- Gestión de usuarios.
- Gestión de plantas.
- Configuración y edición de cargas.
- Configuración de destinatarios.

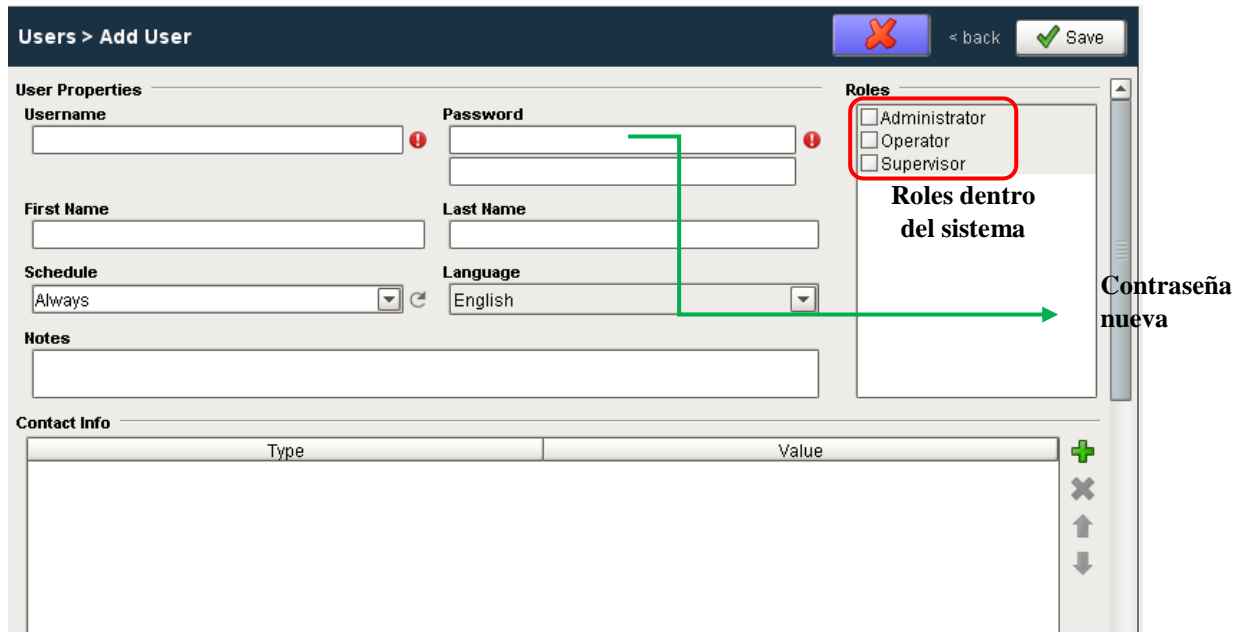
Gestión de usuarios

El administrador puede añadir nuevos usuarios al sistema de modo manual, el administrador debe ingresar datos necesarios como: Username, Name, Roles, Contact inf, Password. Los usuarios pueden tener más de un rol de acuerdo a los requerimientos de la empresa.



Username	Name	Roles	Contact Info	Schedule
Falberto	Alberto Fiallos	Operator	email: sopoherrera@gm...	Always
HEdwin	Edwin Herrera	Administrator, Supervisor	email: edwingoth@aol.com	Always
JCacerez	Javier Cacerez	Supervisor	email: edwingoth@outloo...	Always
PAlvarez	Pedro Alvarez	Operator		Always

- Nuevo usuario.



Users > Add User

User Properties

Username:

Password:

First Name:

Last Name:

Schedule:

Language:

Notes:

Roles

Administrator

Operator

Supervisor

Roles dentro del sistema

Contraseña nueva

Gestión de las plantas

Dentro de las opciones de la configuración de las plantas se tiene la siguientes:


- Eliminar una planta.
- Asignar un usuario a una planta.
- Reasignar una planta a otro usuario.
- Cambiar el lugar donde se encuentra la planta.

Para ingresar a esta opción se debe ingresar a **CONFIGURACIÓN**.



En la ventana de configuración se puede encontrar una tabla de datos con la información de cada planta con sus respectivos usuarios y localidad.

Lugar donde se ubica la nueva planta **Usuario asignado a la nueva planta** **Tipo de sistema dentro de la planta** **Numero de mantenimientos realizados**



The screenshot shows a 'Popup' window with a table and control buttons. The table has four columns: 'DETALLE', 'USUARIO', 'SISTEMA', and 'NUM_MANTENIMIENTO'. Below the table are three dropdown menus for 'Ambato', 'Falberto', and 'Caldero', and a text input field with the value '3'. At the bottom are three buttons: 'CREAR', 'ELIMINAR', and 'EDITAR'.

DETALLE	USUARIO	SISTEMA	NUM_MANTENIMIENTO
Quito	HEdwin	Banco de Hielo	0
Riobamba	JCacerez	Banco de Hielo	0
Ambato	PAlvarez	Marmita	0
Manta	Falberto	Caldero	0

Ambato Falberto Caldero 3

CREAR ELIMINAR EDITAR

Crear nueva planta **Eliminar la planta seleccionada** **Editar la planta seleccionada**

Después de haber ingresado y seleccionado los valores correspondientes, se puede ver que ya se han creado las plantas correspondientes, con los valores respectivos, código de usuario, número de mantenimientos y sistema al que se ha hecho referencia.



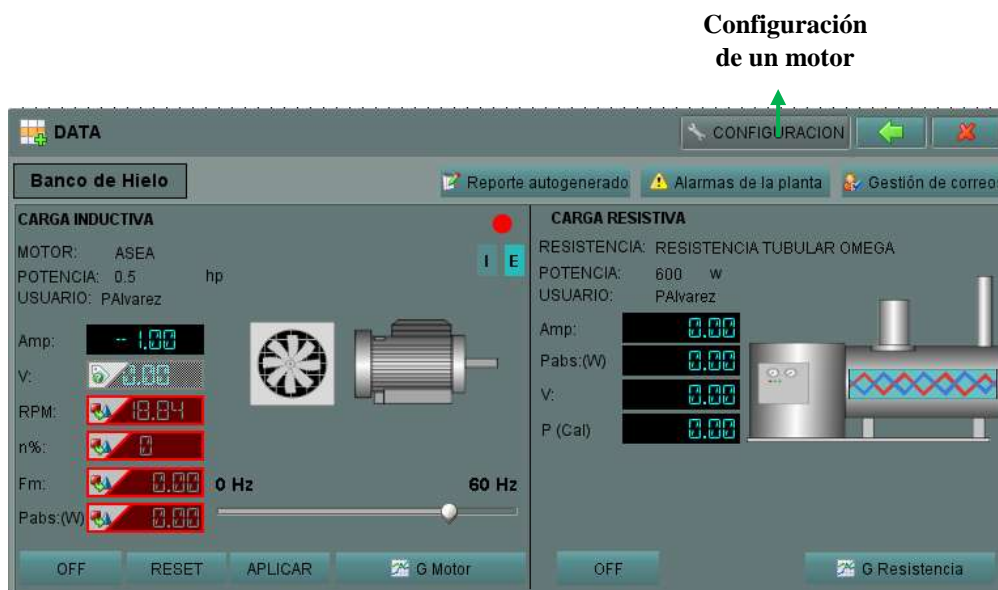
Cabe indicar que el **número de mantenimientos** empezara con un valor de cero a excepción de los casos en que ya se haya registrado algún mantenimiento previo en la planta.

El **código de Usuario** es autogenerado por el motor de base de datos de manera automática.

Para eliminar una planta en específico, se debe seleccionar la fila correspondiente a dicha planta y posteriormente ejecutar la opción eliminar, esta acción eliminara también la autogeneración de la UDT correspondiente a la planta eliminada.

Gestión de cargas

En la parte superior derecha de la pantalla de la planta se encuentra el acceso a la configuración de cargas, el acceso a esta función está permitido únicamente a personal con el rol de supervisor o administrador.



En la ventana de configuración de cargas se muestra una tabla con las cargas inductivas y resistivas ingresadas al sistema.

CONFIGURACION DE MOTOR Administrator

id	Detalle	Hp	V	I	Fp	Hz	Aislamiento	Rpm	Temp.Amb Max	Sistema
1	DAFAULT	1	1	1	1	1	A	1	1	Banco de Hielo
7	ASEA	0.5	220	1.9	0.8	60	B	1,130	40	Banco de Hielo
9	ABB	1	110	3	0.67	60	F	1,140		Banco de Hielo

CONFIGURACION DE RESISTENCIA

idresistencia	detalle_Resistencia	potencia_Nominal	voltaje_nominal	corriente_nominal	sistema
1	RESISTENCIA TUBULAR OMEGA	600	220	2	Banco de Hielo
2	RESISTENCIA CARTUCHO	400	110	2	Banco de Hielo

Para agregar un nuevo motor al sistema el usuario puede ingresar a la opción **NUEVO**, la cual abrirá una nueva pantalla de ingreso de datos

AÑADIR NUEVO MOTOR

Motor a conectar: ASEA

Factor de potencia: 0.67 Sistema: Banco de Hielo

Potencia nominal (HP): 0.5 Voltaje nominal (V): 220

Corriente nominal (A): 1.37 Frecuencia nominal (Hz): 60

Velocidad nominal (RPM): 1,130 Clase de aislamiento: B

GUARDAR

El mismo proceso se repite si se desea agregar una nueva resistencia.

Para editar un motor o una resistencia, el usuario puede seleccionar el **id** de la carga en las opciones desplegadas de cada tabla.

EDITAR 7 ID Info

Luego de escoger el **id** de la carga, ejecutar la opción editar para ingresar la ventana de valores en donde el usuario puede modificar los datos de la carga escogida. Para validar esta acción se debe ejecutar la opción **APLICAR**.

EDITAR MOTOR

Motor a conectar: ABB

Factor de potencia: 0.67 Sistema: Banco de Hielo

Potencia nominal (HP): 1 Voltaje nominal (V): <Select One>

Corriente nominal (A): 3 Frecuencia nominal (Hz): 60

Velocidad nominal (RPM): 1,140 Clase de aislamiento: F

APLICAR CANCELAR

Para reasignar una carga al usuario actual, el proceso es similar a la edición, en donde se debe elegir el **id** referente a la carga ya sea inductiva o resistiva. Luego al dar click sobre el botón **USAR** se cerrará la ventana actual y se reabrirá la ventana del sistema con el cambio respectivo.

USAR 7 Info

ID

Gestión de notificaciones

Las alarmas configuradas en el sistema pueden ser visualizadas por medio de gestores diarios y gestores de estado. Las alarmas son las encargadas en enviar notificaciones hacia los destinatarios correspondientes.

Los destinatarios forman parte de tres grupos de destino como son: Mantenimiento, Administración, Supervisor. Para gestionar los usuarios dentro de cada grupo, el encargado puede modificar esta función dentro de la opción de **Gestión de correos** por la cual se despliega una ventana denominada On-Call Roster.

Al ingresar a la ventana On-Call Roster se puede elegir el grupo de destino en el que se desea realizar las modificaciones necesarias.

Name	Count
Mantenimiento	1
Supervisor	1
Supervisor/Admin	1

Se debe tener en cuenta que los usuarios que aparecen en la tabla son solo los usuarios registrados por el administrador.



Las alarmas configuradas dentro del sistema cuentan con parámetros tanto de activación como de notificación, estas pueden ser configuradas de acuerdo a su nivel de prioridad lo cual puede ser de: evaluación, bajo, medio, alto y crítico.

Todas las alarmas creadas y configuradas son almacenadas en la base de datos creada por el usuario con su respectivo id. Las mismas pueden ser visualizadas por medio de Alarmas Diarias o Estado de Alarmas, pueden ser anexadas al diseñador con el método arrastrar-soltar. En la columna **display path** se muestra la dirección desde donde se generó la alarma.

<input type="checkbox"/>	Active Time	Display Path	Current State	Priority
<input type="checkbox"/>	21/07/17 18:45	PLANTA/Ambato/MOTOR/Lectura/STATUS/Subtension	Active, Unack...	Low
<input type="checkbox"/>	17/07/17 21:12	PLANTA/Ambato/MOTOR/Calculadas/Corrientecalculada/Sobrecarga 100%	Cleared, Un...	Critical
<input type="checkbox"/>	17/07/17 21:22	PLANTA/Ambato/MOTOR/Calculadas/Corrientecalculada/Sobrecarga 100%	Cleared, Un...	Critical
<input type="checkbox"/>	21/07/17 18:42	PLANTA/Ambato/MOTOR/Calculadas/Corrientecalculada/Sobrecarga 100%	Cleared, Un...	Critical
<input type="checkbox"/>	21/07/17 18:43	PLANTA/Ambato/MOTOR/Lectura/STATUS/Falla	Cleared, Un...	Critical
<input type="checkbox"/>	21/07/17 18:43	PLANTA/Ambato/MOTOR/Calculadas/Corrientecalculada/Sobrecarga 100%	Cleared, Un...	Critical
<input type="checkbox"/>	21/07/17 18:43	PLANTA/Ambato/MOTOR/Calculadas/Corrientecalculada/Sobrecarga 100%	Cleared, Un...	Critical
<input type="checkbox"/>	16/07/17 21:45	PLANTA/Ambato/MOTOR/Calculadas/RendimientoMotor/Rendimiento Motor	Cleared, Un...	High
<input type="checkbox"/>	23/07/17 15:55	TEMPORAL/Ramp/Ramp0/PruebaPipeline	Cleared, Un...	High
<input type="checkbox"/>	23/07/17 15:56	TEMPORAL/Ramp/Ramp0/PruebaPipeline	Cleared, Un...	High
<input type="checkbox"/>	23/07/17 15:57	TEMPORAL/Ramp/Ramp0/PruebaPipeline	Cleared, Un...	High
<input type="checkbox"/>	23/07/17 15:58	TEMPORAL/Ramp/Ramp0/PruebaPipeline	Cleared, Un...	High
<input type="checkbox"/>	16/07/17 11:56	PLANTA/Ambato/MOTOR/Lectura/STATUS/Subtension	Cleared, Un...	Low
<input type="checkbox"/>	16/07/17 15:54	PLANTA/Ambato/MOTOR/Lectura/STATUS/Subtension	Cleared, Un...	Low
<input type="checkbox"/>	16/07/17 22:00	PLANTA/Ambato/MOTOR/Lectura/STATUS/Subtension	Cleared, Un...	Low

Gestión de reportes

Los reportes son configurados, diseñados y personalizados a un 100% al criterio del personal o de la necesidad. Por tal motivo este complemento se convierte en una herramienta muy importante al momento de hablar no solo de mantenimiento predictivo si no de cualquier proceso que necesite un seguimiento por parte del usuario. El reporte generado se compone de tres partes esenciales tanto para la carga inductiva como para la carga resistiva, estas son:

- Graficas de variables historizadas
- Cantidad de alarmas activadas

- Diagnóstico de la carga

El usuario puede acceder al reporte generado por medio del botón **Reporte autogenerado** ubicado en la ventana de plantas.



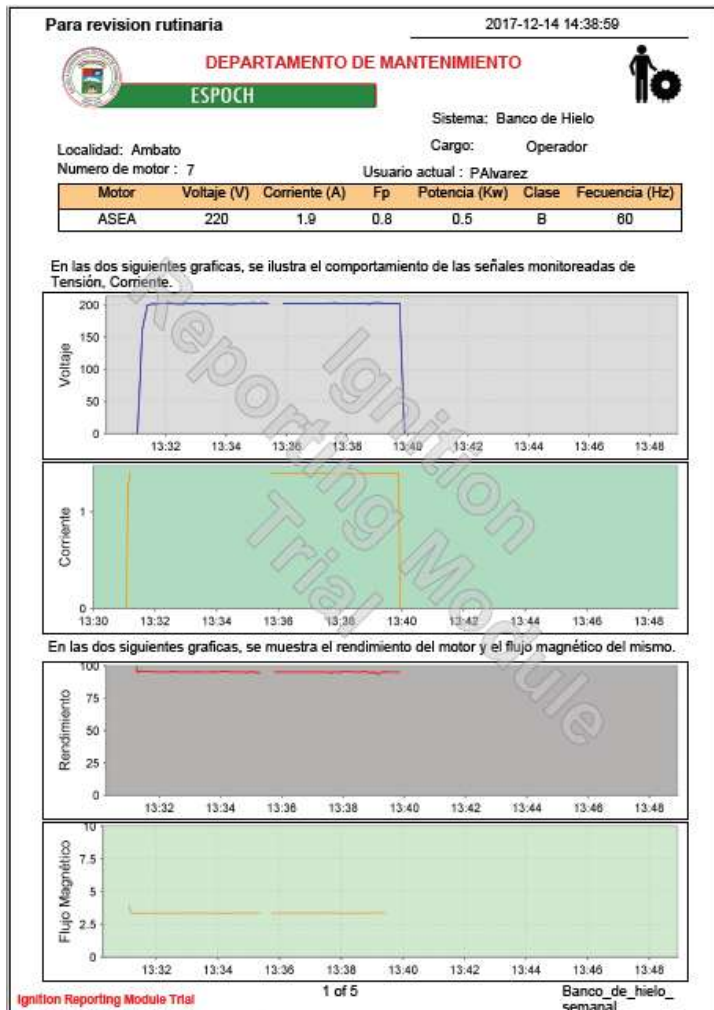
Al acceder a la ventana de Reportes Locales se visualiza el reporte generado de manera automática con los datos del usuario actual.

En el reporte generado se presenta las gráficas de las señales supervisadas tanto de la carga inductiva, resistiva, tabla de alarmas generadas en un periodo de tiempo configurado por el usuario y el estado en el que se encuentra la carga inductiva en base al número de alarmas generadas.

DIAGNOSTICO DE LA CARGA INDUCTIVA DEACUERDO A LA CANTIDAD DE ALARMAS ACTIVADAS POR UNA INEFICIENTE ALIMENTACIÓN

ESTADO: Estado del motor ineficiente.

RECOMENDACIÓN: El motor debe ser intervenido de manera prioritaria.



Cuerpo del reporte:

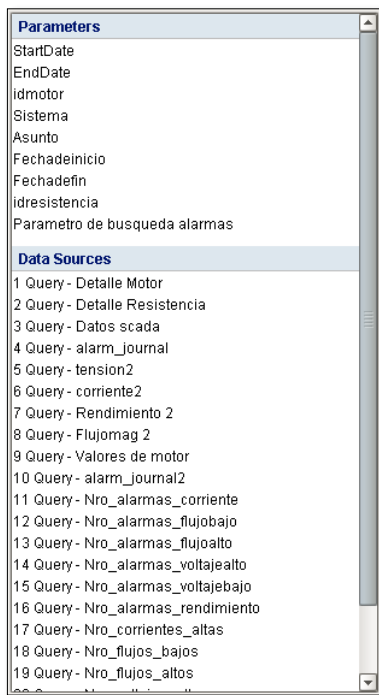
- Encabezado
- Datos del usuario
- Datos de la carga
- Graficas de variables
- Alarmas activadas en el proceso
- Diagnóstico de acuerdo al número de alarmas activadas en un periodo de tiempo.

Para guardar de manera manual el reporte generado, presionar el botón **Guardar**, para ingresar el motivo por qué se guarda el reporte se debe llenar el espacio en blanco.

<p>Sistema <input type="text" value="Banco de Hielo"/></p> <p>Asunto del reporte</p> <p><input type="text" value="Para revision rutinaria"/></p> <p><input type="button" value="Guardar"/></p>	<p>→</p> <p>→</p> <p>→</p>	<p>Sistema actual al que pertenece el usuario</p>
		<p>Campo variable para ingreso del asunto del reporte.</p>
		<p>Opción guardar reporte en formato pdf.</p>

Una de las funciones y facilidades que presta el módulo de reportes en Ignition se basa en poder tener un eficiente sistema de notificación bajo el criterio de rutina diaria, semanal, mensual y más. Este método de notificación puede ser vía E-MAIL, SMS etc.

En la configuración o edición del reporte se hace uso de múltiples tipos de parámetros y fuentes de datos.



Parámetros del reporte (Fecha, usuario, etc.)

Fuentes de datos (Consultas en base de datos, Consultas de alarmas desde etiquetas)

Los datos establecidos en la sección de parámetros y fuente de datos pueden ser arrastrados hacia la hoja principal de diseño, de esta manera podrá ser estructurada la hoja de reportes. Después de editar el reporte, resta configurar el modo en que será guardado, notificado, o enviado a distintos destinatarios. Para ello se debe modificar las opciones en la pestaña de Schedule (Programación) como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, y configurar tanto los días, las horas, el número de repeticiones, tipo de acciones a realizar con el reporte y a quienes será enviado.



Una vez configurado la rutina debemos seleccionar el método de envío, el cual en este caso se ha tomado que sea por medio de un servidor smtp. Como se ve en la **Figura 55** este parámetro es editado en la pestaña de acciones donde se puede escoger el tipo de evento que se efectuara para el reporte correspondiente.

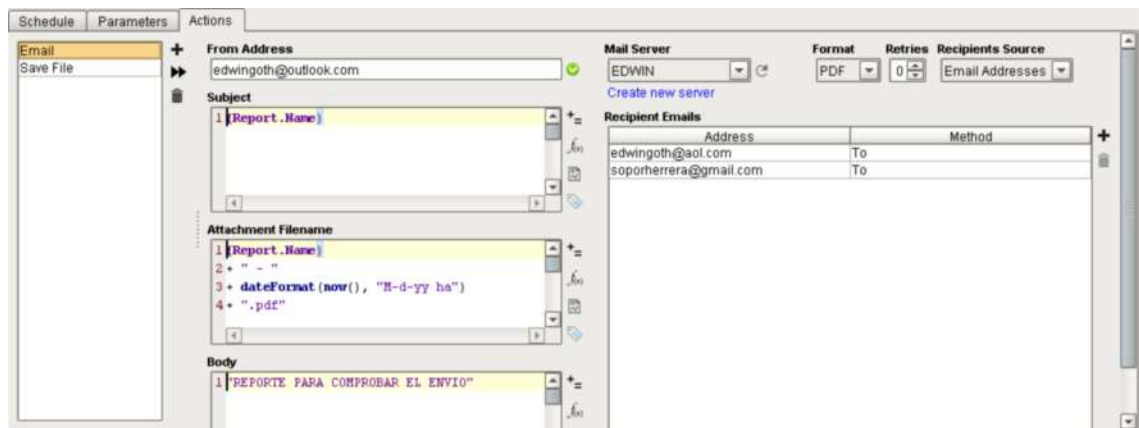


Figura 55 Acciones de envío de reporte por medio del servidor smtp(e-mail).

Realizado por: Edwin Herrera.

En la pantalla de acciones mostrado en la **Figura 55** debemos configurar los siguientes parámetros:

From Address: Dirección de E-mail desde la cual se emitirá las notificaciones.

Subject: Asunto del mensaje

Attachment Filename: Formato del archivo a ser enviado, junto con los parámetros de la fecha actual de envío.

Body: Cuerpo del Email, o contenido del mismo

Mail Server: Servidor SMTP que será usado para redirigir los correos enviados.

Format: Formato del documento el cual puede ser PDF, HTML, CSV, RTF, JPEG, PNG, XML.

Recipients Source: Fuente de direccionamiento, puede ser direcciones e-mail o roles de usuario.

Recipients Email: Direcciones e-mail, o de roles a quienes será enviado el reporte de manera automática.

Gestión en modo usuario

De igual manera que al ingresar como administrador o supervisor en el modo usuario se debe ingresar por medio de la dirección de la red en la que se encuentra el sistema. Para acceder el usuario deberá contar previamente con un Usuario y una Contraseña.

USUARIO:

CONTRASEÑA:

ACCESO

Una vez dentro, aparecerá la pantalla de bienvenida en donde se tiene el panel de navegación en la parte izquierda de la ventana. En la parte media del panel de navegación se muestra la opción **ROLENAME** que indica el rol del usuario que está en el sistema.

Rolename

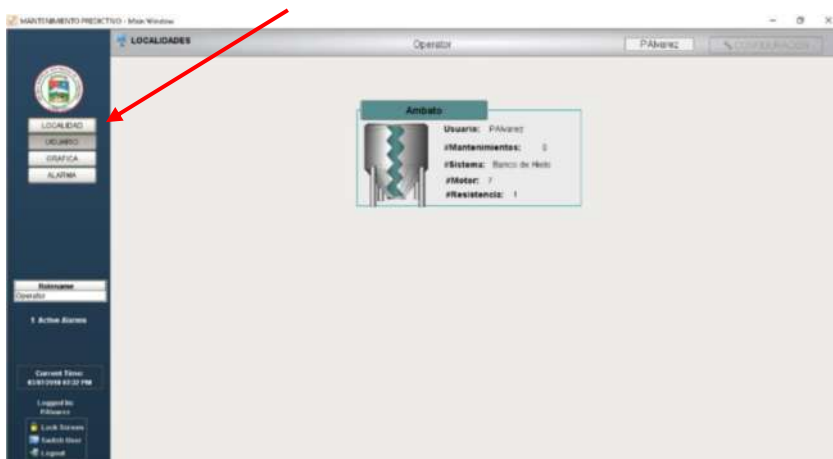


El usuario solo puede tener acceso al botón de **LOCALIDAD** ubicado en primera posición, los demás botones al ser accionados muestran un error de privilegios de acceso, como se muestra en la siguiente ilustración.



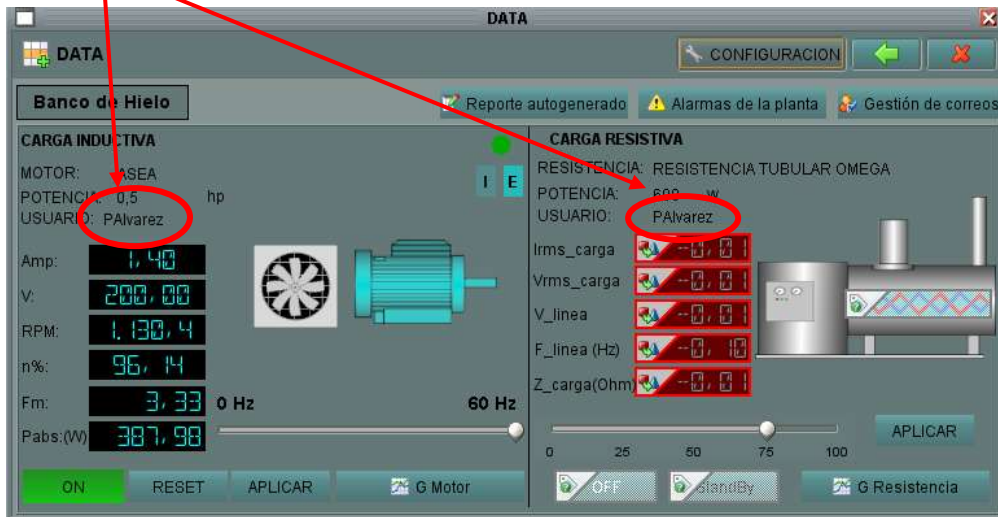
Al acceder al botón de **LOCALIDAD** se visualiza las plantas a las que el usuario ha sido asignado de manera previa por el supervisor o administrador.

LOCALIDA



El usuario podrá acceder al sistema scada de la planta al hacer clic sobre la imagen de la misma. En la imagen mostrada el usuario podrá comprobar su nombre en la asignación de las dos cargas tanto para la inductiva como para la resistiva.

Nombre de usuario



Dentro de la planta el usuario podrá tener las opciones de:

- Encender o apagar las cargas
- Aplicar algún cambio ya sea en velocidad como en SP
- Reportes autogenerados
- Graficas de motor
- Graficas de Resistencia
- Alarmas de la planta

Las opciones denegadas para el rol usuarios son:

- Gestión de correos
- Configuración
- Resetear