

CONFIGURACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL REMOTO DE LAS UNIDADES DUAL
FREQUENCY DE LOS TRATADORES EHT'S Y ET'S DEL CPF1 Y CPF2 EN CAMPO RUBIALES
DE PACIFIC RUBIALES ENERGY CORP

DANIEL FERNANDO ALVAREZ
CÓD. 2005201230

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
NEIVA
2014

CONFIGURACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL REMOTO DE LAS UNIDADES DUAL
FREQUENCY DE LOS TRATADORES EHT'S Y ET'S DEL CPF1 Y CPF2 EN CAMPO RUBIALES
DE PACIFIC RUBIALES ENERGY CORP

DANIEL FERNANDO ALVAREZ
CÓD. 2005201230

Proyecto de pasantía presentado para optar
al título de Ingeniero Electrónico

Director:
AGUSTIN SOTO O.
Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
NEIVA
2014

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del primer jurado

Firma del segundo jurado

Neiva, 24 de Abril de 2014

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. DESCRIPCION DEL SISTEMA	12
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivos Generales	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
2. GENERALIDADES	15
2.1 TRATAMIENTO ELECTROSTÁTICO	15
2.2 TRATADORES TERMO ELECTROSTÁTICO	16
2.3 MODBUS	16
2.4 LENGUAJE LADDER	17
2.5 PARAMETROS EN PANEL PC	17
2.6 SOFTWARE RSLOGIX 5000	18
2.7 SELECCIÓN DEEQUIPOS PARA BANCO DE PRUEBAS	18
3. CONFIGURACION COMUNICACIÓN CONTROLLOGIX – LRC	19
3.1. PARÁMETROS DE LECTURA Y ESCRITURA DE INTERFACE LRC	19
3.2. CONFIGURACIÓN MÓDULO MVI56-MCM	20
3.2.1. Parámetros De Transferencia De Datos	20
3.2.2. Parámetros Del Puerto Modbus	21
3.2.3. Comandos Maestros Modbus	23
3.2.4. Aplicar Cambios En El Modulo Mcm	25
4. PROGRAMACIÓN LÓGICA LADDER	26
4.1. LECTURA DE PARÁMETROS	26
4.2. ESCRIBIR PARÁMETROS	27
4.3. CARGAR PARÁMETROS DESDE EL PLC A LA INTERFACE LRC	27
5. MODIFICACIONES DEL HMI	29
5.1. PARÁMETROS EDITABLES DESDE SCADA, SEGURIDAD Y RANGO DE CADA UNO	29
5.2. MODIFICAR VARIABLES DESDE SCADA	30
5.3. MODIFICAR NOMBRE DE SLATE O ADICIONAR NUEVO SLATE	32
6. CONCLUSIONES	33
7. RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXOS	36

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Parámetros leídos de la interface LRC por el PLC	19
Tabla 2 Tabla modbus LRC II_DF	20
Tabla 3 Parámetros de Transferencia de Datos	21
Tabla 4 Descripción parámetros Puertos Modbus	22
Tabla 5 Comandos Maestros Modbus	24
Tabla 6 Registro de Parámetros en PLC	25
Tabla 7 Parámetros editables desde SCADA	30

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Estado de la comunicación antes y después entre el transformador y el SCADA	13
Figura 2 parámetros de Transferencia de Datos en Tratadores EHT's de CPF1	20
Figura 3 Configuración Parámetros puerto Modbus Tratadores EHT's CPF1	22
Figura 4 Configuración Comandos Modbus Tratadores EHT's CPF1	23
Figura 5 Configuración Comandos Modbus Tratadores ET's CPF1 y CPF2	23
Figura 6 Tag WarmBoot	25
Figura 7 Configuración Comando lectura parámetro forma de onda	26
Figura 8 Leer Parámetros	26
Figura 9 Configuración Comando escritura parámetro Voltaje mínimo	27
Figura 10 Escribir Parámetros	27
Figura 11 Subir datos a la desde el PLC a la interface LRC	28
Figura 12 Pantalla Parámetros Transformador tratador "00-TIP_LRC"	29
Figura 13 Modificar Parámetro desde SCADA	31
Figura 14 Botón Cargar datos	31
Figura 15 Seleccionar Slate	31
Figura 16 Seleccionar Forma de Onda	31
Figura 17 Seleccionar Código Visual Basic	32
Figura 18 código visual de menú seleccionar	32

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Tabla Modbus LRCII – DF and MDP/EDD	36
ANEXO B. Listado de Tag's	38
ANEXO C. PDF con programación	

GLOSARIO

CCO: Centro de Control de Operaciones.

CPF: Facilidad de Producción Centralizada.

DF: (Dual Frequency) sistema que maneja dos frecuencia, una frecuencia portadora y una frecuencia de modulación.

EHT: Tratador termo electrostático.

ET: Tratador electrostático.

HMI: (Human-Machine Interface) Interface gráfica que permite al ser humano interactuar con un programa específico que controla alguna maquina o proceso.

LADDER: (escalera) es el nombre de un tipo de lenguaje de programación. Recibe este nombre debido a que la programación se realiza en orden descendente.

LRC: de sus siglas en ingles "Load Responsive Controller" que significa controlador de respuesta a la carga y es la tarjeta que recibe y envía todas las señales que controlan el transformador.

PLC: programable logic controller, es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

RUNG: (escalón), hace referencia a una línea de código dentro de una programación en lenguaje Ladder.

SCADA: (Supervisory Control and Data Adquisition) es todo el sistema que supervisa, Controla y toma datos para ello.

TIMER: (contador de tiempo) como su traducción lo indica es solo un temporizador o comúnmente se le conoce como cronometro

TAG: (etiqueta) en programación es el nombre que se le da para indicar una variable en el controlador.

RESUMEN

Las necesidades del mundo día a día se hacen mayores y las industrias del mundo compiten por suplirlas y lograr mayores ventas aumentando su producción y calidad de sus productos; esto no da espacio a fallas y contra tiempos, por eso las industrias invierten tiempo y dinero en nuevas tecnologías y aplicaciones efectivas de las mismas para así estar siempre a la vanguardia de las tecnologías y poder suplir todas las necesidades de sus clientes y ofrecer algo mucho mejor que su competencia directa. Por este motivo las industrias se han apoyado en las Universidades vinculándose en las investigaciones y avances tecnológicos que se están desarrollando continuamente en estas y en el apoyo y aprovechamiento de los estudiantes con conocimientos frescos e ideas prácticas e innovadoras adquiridos durante el desarrollo de su carrera profesional que pueden aplicarse en el sector de la industria Oil & Gas y específicamente en lo que tiene que ver con el campo petrolero, para optimizar el proceso del tratamiento de crudo, automatizando los procesos productivos y diseñando sistemas de control eficientes en los equipos.

La finalidad de este proyecto es la de permitir al operador (además de ingenieros y supervisores) monitorear y hacer cambios en tiempo real en los parámetros de los tratadores EHT's y ET's de forma remota desde el CCO (y computadores corporativos) y así poder dar un apoyo importante al operador en sitio.

A través de este documento se pretende mostrar y explicar las diferentes etapas que se llevaron a cabo para el desarrollo del proyecto de pasantía supervisada, para ello se ha dividido el documento en diferentes capítulos, donde en el Capítulo 1. Se hace una breve descripción del sistema, planteando el problema y los objetivos del proyecto. En el Capítulo 2. se plantean algunas generalidades acerca de los equipos, software y lenguajes y se menciona el equipo de pruebas y herramientas que están involucradas en la realización del proyecto. En el Capítulo 3. se describe la forma como se realizó la configuración Controllogix-LRC para la comunicación. Luego en el Capítulo 4. se muestra la programación a través del lenguaje Ladder con la que se logra el objetivo para terminar con la modificación del HMI existente y permitir al usuario interactuar desde su PC con los equipos seleccionados en el Capítulo 5. El Capítulo 6. contiene las conclusiones finales y el Capítulo 7. las recomendaciones, resultado de la experiencia adquirida en la ejecución de la practica en Campo Rubiales con Pacific Rubiales Energy Corp.

ABSTRACT

The needs of the everyday world get older and industries around the world compete for meet them and achieve higher sales by increasing its production and product quality, that has no place for failures and against time, so the industries invest time and money in effective new technologies and applications thereof so as to be always at the forefront of technology and to meet all the needs of their customers and offer something much better than its direct competition. For this reason industries have relied on linking universities in research and technological advances that are continually being developed in these and in the support and student achievement with fresh knowledge and ideas and innovative practices acquired during the professional career development that can be applied in the field of Oil & Gas industry, specifically in what you have to do with the oil field, to optimize the treatment process oil, automating production processes and designing efficient control systems on computers.

The purpose of this project is to allow the operator (plus engineers and supervisors) and make monitor real-time changes in the parameters of the ET's EHT'sy treaters remotely from the CCO (and corporate computers) and so to give significant support to the site operator.

Through this paper is to show and explain the different stages were carried out for the project supervised internship for this document has been divided into different chapters, in Chapter 1. A brief description of the system is done , raising the problem and project objectives . Chapter 2 . some generalities about computers , software and languages pose and test equipment and tools that are involved in the project mentioned . Chapter 3 . how the Controllogix - LRC cconfiguración for communication was made is described. Then in Chapter 4 . programming is shown through the Ladder language with the goal to end the modification of existing HMI and allow the user to interact from your PC with the selected equipment in Chapter 5 is achieved. Chapter 6 . contains the final conclusions and Chapter 7 . recommendations , a result of the experience gained in implementing the practice in Campo Rubiales with Pacific Rubiales Energy Corp.

-

INTRODUCCION

En los EHT's y ET's se ejecuta el último proceso en la línea de tratamiento de crudo, es en estos en donde se debe lograr la calidad óptima para la venta; por eso es muy importante monitorear en tiempo real y ejercer los cambios en los parámetros de los equipos a tiempo para cumplir las metas y además proteger los mismos, evitando fallas que constarían a la empresa costos considerables y baja producción.

El objetivo es realizar la configuración modbus y la programación lógica ladder que permita la posibilidad de ejercer control sobre los tratadores habilitando la lectura y escritura de los parámetros necesarios de forma remota (Utilizando el software RSLogix 5000), gracias a la utilización de un PLC que da la posibilidad de realizar modificaciones en un proceso que está creciendo cada vez más, sin la necesidad de realizar cambios en el cableado ni añadir elementos externos y abarca un rápido proceso de información, también aumenta la fiabilidad del sistema debido a que elimina la necesidad de utilizar contactos secos que con el tiempo se deterioran y ocasionan daños en los equipos y además da la posibilidad de gobernar varios equipos con un solo controlador; también es necesario modificar los displays en el SCADA para las nuevas posibilidades de lectura y escritura manteniendo un aspecto amigable e intuitivo para el operador (Utilizando el software Factory Talk View).

Se considera importante que los estudiantes de ingeniería electrónica de la universidad Surcolombiana tengan un mayor interés en los temas relacionados con los PLC. La Universidad Surcolombiana ofrece una asignatura llamada "Electrónica industrial"; es importante que cumplan con el micro diseño a cabalidad ya que por las características y evolución de los estos dispositivos tanto en hardware como en software los hace a los PLC muy importantes para las industrias y se encuentran en casi todos los procesos.

1. DESCRIPCION DEL SISTEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

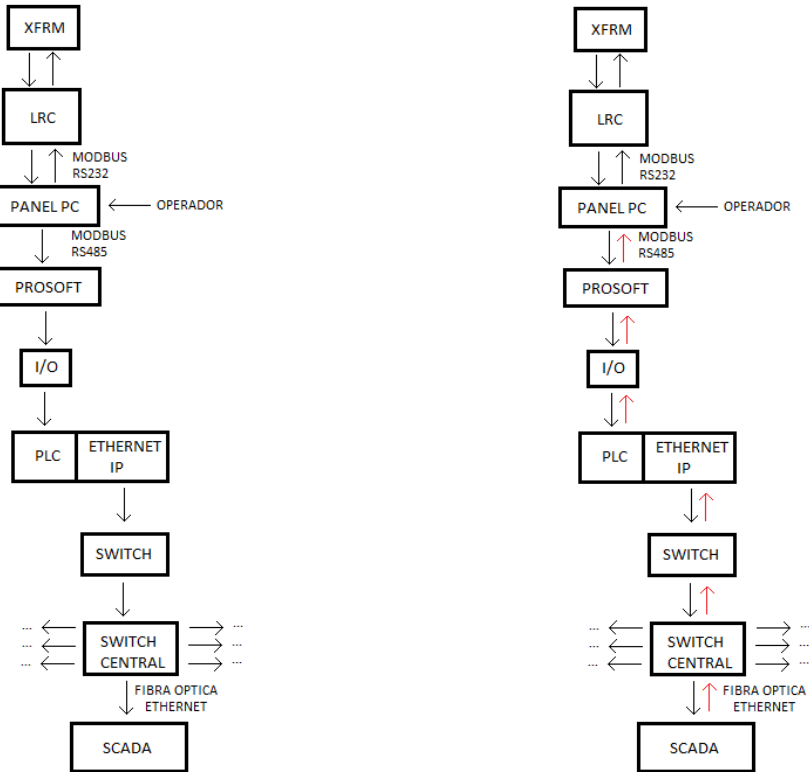
El control de las unidades Dual Frequency de los tratadores EHT's y ET's de CPF1 y CPF2 se realiza a través de una tarjeta Prosoft MCM la cual facilita la comunicación entre el PLC Controllogix y la panel PC, la cual utiliza protocolo Modbus. Actualmente el PLC Controllogix solo está realizando lectura de datos desde la Panel PC (quien a su vez se conecta a la interface LRC del transformador (UNIDAD DUAL FREQUENCY) de cada tratador) pero no se ha realizado la configuración de la tarjeta prosoft ni se ha programado la lógica que permita realizar escritura de datos desde el PLC a la interface LRC.

El problema que se está presentando actualmente con los tratadores EHT's y ET's del CPF1 y CPF2 de Pacific Rubiales Corp. radica en la dificultad de mantener un control rápido y oportuno sobre las unidades Dual Frequency, ya que al no contar con la configuración y programación que permita realizar escritura sobre los controladores, es el operador en sitio quien debe realizar el monitoreo y control simultáneamente sobre varios equipos que se encuentran a distancias considerables entre sí. En consecuencia se han presentado daños en las unidades Dual Frequency, que podrían haber sido evitados si se les hubiese dado una atención rápida, y también paradas de los equipos que han generado bajas de producción y estrés eléctrico en los demás equipos al tener que soportar la carga del equipo parado durante el tiempo que tarda su reparación y/o reactivación.

Un proceso detenido en la industria genera pérdidas considerables puesto que puede generar retraso en pedidos, creación de productos o cualquier cosa que genere ingresos para la misma, esto afecta de gran manera tanto a la empresa que tiene el problema, como a todas las industrias involucradas. Por estas razones es muy importante mantener una comunicación de dos vías (lectura/escritura) con todos los equipos involucrados en los procesos ya que permitirá monitorear y controlar gran cantidad de equipos a distancias considerables con menos personal, el cual podrá modificar los parámetros de control de los equipos en tiempo real y de forma inmediata.

El siguiente diagrama (izquierda) muestra el estado actual de la comunicación de los tratadores EHT's y ET's en el CPF1 y CPF2, en donde se tiene visualización en el Panel PC y SCADA pero solo se tiene escritura desde el Panel PC que se encuentra en sitio. (derecha) muestra cómo quedará al finalizar el proyecto.

Figura 1 Estado de la comunicación antes (izquierda) y después (derecha) entre el transformador y el SCADA.



Autor: Daniel Alvarez

Los parámetros que actualmente el PLC está leyendo de la interface LRC de los tratadores EHT's y ET's son:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia base • Corriente de bus máxima. • Corriente de bus mínima. • Voltaje de bus máximo. • Voltaje de bus mínimo. • Chopper • Voltaje máximo. • Voltaje mínimo. • Frecuencia moduladora. | <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje negativo máximo. • Voltaje negativo mínimo. • Falla de sobre corriente. • Rata de sobre corriente. • Voltaje positivo máximo. • Voltaje positivo mínimo. • Factor de distorsión. • Tipo de proceso. |
|--|--|

Al finalizar el proyecto, además de los parámetros ya mencionados se tendrá con lectura y/o escritura los siguientes parámetros:

- Slate
 - Frecuencia base
 - Voltaje máximo.
 - Voltaje mínimo.
 - Frecuencia moduladora.
- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Tiempo de rampa.• Factor de distorsión.• Forma de onda.• Update Activo.• Corriente límite. |
|--|

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Configurar e implementar el control remoto de las unidades Dual Frequency de los tratadores EHT's y ET's del CPF1 y CPF2 en Campo Rubiales de Pacific Rubiales Energy Corp.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollar el proyecto con base a los conocimientos acerca del protocolo de comunicaciones Modbus y lenguaje de programación Ladder, así como de todos los manuales de los elementos que intervienen en el proceso y los conocimientos adquiridos en todos los softwares que se necesitan para la realización del proyecto.
- Seleccionar los equipos y montar el laboratorio para banco de pruebas.
- Identificar los parámetros que el PLC está leyendo de la interface LRC de los tratadores EHT's y ET's.
- Configurar el PLC y el módulo MCM para implementar la escritura de datos desde el PLC a la interface LRC.
- Programar la lógica Ladder de lectura y escritura de parámetros.
- Realizar los cambios necesarios en la HMI del SCADA para visualización de los datos que no están incluidos actualmente y que permitan la escritura en los que sean necesarios.
- Lograr la lectura y/o escritura según sea necesario de Frecuencia base, Voltaje máximo, Voltaje mínimo, Frecuencia moduladora, Factor de distorsión, Slate, Tiempo de rampa, Forma de onda y Corriente límite desde el CCO.
- Aplicar la configuración y programación en todos los tratadores EHT's y ET's del CPF1 y CPF2 en Campo Rubiales.

2. GENERALIDADES

2.1 TRATAMIENTO ELECTROSTÁTICO

Los tratadores electrostáticos son recipientes cilíndricos colocados horizontalmente y verticalmente, provistos internamente de dos secciones claramente limitadas. La primera corresponde a la zona de calentadores tubulares cuyos quemadores consumen gas o aceite. En la segunda se encuentran dispuestas dos rejillas para, entre ellas, crear el campo electrostático; una de las rejillas es móvil con el fin de graduar el potencial eléctrico. La separación entre la sección de calentamiento y la sección de rejillas para campo electrostático es realizada por una platina (baffle) vertical.

La coalescencia electrostática a alto voltaje es utilizada en los campos petroleros y refinerías que trabajan con petróleos crudos, que contienen agua y sal. Para mejorar la eficiencia de la operación, los tratadores electrostáticos en los campos, se han rediseñado de tal forma que, en el mismo recipiente se incorporen, tanto elementos de calentamiento en la zona de operación de gas y remoción de agua libre, como los elementos correspondientes al tratamiento electrostático. Una vez el petróleo crudo ha sido sometido al calentamiento y se le ha retirado el gas y el agua libre, pasa caliente a la zona de tratamiento electrostático. El hecho que hace posible el fenómeno de coalescencia electrostática, es la composición molecular del agua, una parte de oxígeno y dos de hidrógeno, unidas de tal forma que presentan naturaleza polar, es decir que en una misma molécula existen dos polos, uno positivo y el otro negativo, de tal manera que al ubicarse dentro de un campo electrostático se orientan de acuerdo con éste.

La unión de dos elementos hidrógeno al elemento oxígeno ocurre formando un ángulo de 105° , quedando como vértice el oxígeno que el componente negativo y en los lados del ángulo los hidrógenos que son el componente positivo. El agua separada en esta zona fluye a la sección de rejillas por la parte inferior de la platina vertical, donde se mezcla con el agua separada de dicha sección, para luego ser retirada por una válvula neumática actuada por un solenoide, que recibe una señal enviada desde un censor que mide y controla el nivel del agua en el separador. La emulsión petróleo-agua caliente, fluye a un colector por dos ranuras colocadas en una platina separadora, hacia la sección de las rejillas para ser distribuido por medio de placas dentadas, dispuestas en forma de "V" invertida unidas a la platina separadora y colocadas por debajo de las rejillas.

En esta segunda sección es donde se separa el agua del petróleo, con la ayuda del campo electrostático creado entre las rejillas, el cual hace que las gotitas de agua en emulsión se unan y formen gotas más grandes que su propio peso descienden al fondo del recipiente de donde son retiradas posteriormente. El crudo seco y libre de impurezas es retirado del tratador por un tubo recolector dispuesto en la parte superior de la sección de rejillas; la señal para evacuación del crudo proviene de un controlador de nivel ubicado en la zona de calentamiento. Las rejillas que producen el campo electrostático reciben la corriente de un transformador elevador de voltaje, el cual posee una protección térmica que lo pone fuera de servicio cuando sobrepasa el amperaje nominal. El tratador electrostático posee varios termostatos encargados de medir y controlar la temperatura en el crudo y la cantidad de calor producida en los calentadores tubulares, de tal manera que el petróleo fluya a temperatura constante dentro del tratador. Generalmente estos termostatos se ubican en el centro del tratador en la zona del calentamiento cerca al paso a la sección de rejillas, y otros termostatos son ubicados cerca de los quemadores de los calentadores. Estos termostatos

apropiadamente graduados efectúan un doble control; de un lado controlan la temperatura del crudo, y de otro la inyección de combustible a los quemadores, para así asegurar una entrega moderada y continua de calor. Los tratadores electrostáticos tienen una serie de aditamentos que facilitan su operación y mantenimiento. En la sección de calentamiento se tiene una cámara que recolecta los sedimentos separados inicialmente para ser drenados junto con el agua y ser enviados al separador API. Se cuenta también con mezcladores, en los cuales se inyecta agua caliente para lavar el crudo y ayudar a eliminar la sal presente. Según se posean dos o más tratadores electrostáticos, se podrán pensar en hacer arreglos para operación en serie o en paralelo, aunque generalmente se tienen disposiciones en paralelo, por la cantidad de flujo a tratar y la facilidad de un mejor control. El campo eléctrico es casi nulo cuando la distancia entre las dos gotas de agua es aproximadamente ocho veces el diámetro promedio de ella, esto corresponde a un porcentaje de agua remanente por debajo del 0.2 %. El potencial aplicado varía de 11.000 a 35.000 voltios. El crudo puede ser tratado a una menor temperatura, lo que implica ahorro de energía, mejor calidad del crudo y menores pérdidas por evaporación de livianos.

VENTAJAS

No se presentan pérdidas significativas de volumen de crudo.

No hay gran variación de las propiedades físicas.

Costos menores de combustible.

Es versátil.

Son más eficientes que los Térmicos en reducir el BSW (Hasta 0.2%)

2.2 TRATADORES TERMO ELECTROSTÁTICOS

Los tratadores termo electrostáticos son la tecnología más avanzada para separación de agua del petróleo hasta especificación de venta. Uno sólo de estos equipos reemplaza a los viejos tanques cortadores y lavadores.

Los tratadores termo electrostáticos permiten el acondicionamiento del petróleo para poder retirar del mismo su contenido de agua y darle valor de venta. Generalmente, este equipo está compuesto por dos secciones bien diferenciadas. En una primera sección, la mezcla crudo-agua se calienta de modo de reducir la viscosidad de los hidrocarburos, romper la emulsión y favorecer la separación entre las fases líquidas. Esta sección contiene uno o más tubos de fuego que transmiten el calor a la mezcla por medio de quemadores de gas. Es clave en este punto realizar un cálculo meticuloso del diámetro y largo del tubo de fuego, de modo de no superar los flujos calóricos máximos permitidos por la normativa de diseño. La norma API 12L brinda los lineamientos que se utilizan luego para el diseño de este sector del equipo. En la segunda sección, la electrostática, la mezcla se somete a una circulación eléctrica que produce un campo magnético y debido a la diferente polaridad entre las moléculas de hidrocarburo y de agua, se favorece la separación. Las tecnologías más antiguas realizan la circulación de electricidad mediante corriente continua, mientras que las más modernas y eficientes mediante polaridad dual o frecuencia dual. El contenido de agua típico de entrada en un tratador es de entre 10% y 30% y se logran salidas de menos del 1%. Flargent, a través de su representación de Natco, provee tratadores marca Natco con fabricación local, de modo de reducir costos y plazos de fabricación.

2.3 MODBUS

Protocolo MODBUS es una estructura de mensajería desarrollado por Modicon en 1979, para establecer master-slave/client-server comunicación entre dispositivos inteligentes conectados a diferentes tipos de buses o redes, situado en el nivel 7 del modelo OSI. Es un estándar de hecho, realmente abierto y el protocolo de red más ampliamente utilizado en el entorno de fabricación industrial. El protocolo MODBUS proporciona un método estándar de la industria que los dispositivos MODBUS utilizar para los mensajes de análisis.

MODBUS se utiliza para controlar y programar los dispositivos; para comunicar dispositivos inteligentes con sensores e instrumentos; para supervisar los dispositivos de campo utilizando PCs y HMIs.

El protocolo MODBUS RTU es un formato de transmisión en serie de datos, utilizando extensamente en las comunicaciones con PLC's pero fácilmente adaptable a otros tipos de instrumentación gracias a su particular estructura de mensaje (no opera con variables concretas sino con direcciones de memoria).

Utilizar un estándar universal como el protocolo MODBUS permite que un instrumento se conecte con sistemas ya existentes sin necesidad de crear programas de comunicación específicos.

Además, la cantidad y la variedad de datos procesables puede ser infinita ya que no es necesario especificar el parámetro o parámetros sino solo su dirección y la cantidad a transmitir.

2.4 LENGUAJE LADDER

También denominado lenguaje de contactos o en escalera derivado del lenguaje de relés, es un lenguaje de programación gráfico basado en los esquemas eléctricos de control clásicos.

Mediante símbolos representa contactos, bobinas, etc.

Su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según el estándar IEC y son empleados por todos los fabricantes.

Es el tipo de programación más utilizado para programar un PLC, ya que como su nombre lo indica es una programación de tipo escalera, que va en orden descendente. Este tipo de programación es muy práctica porque permite monitorear fácilmente la secuencia de ejecución de un programa además de su fácil programación por su orden descendente.

La programación en Ladder consta de rung, que es una línea del programa y que contiene las instrucciones de entrada y salida, de las cuales cada una cumple una función. La entrada permite una comparación o Test de las condiciones y se obtiene el resultado de la evaluación, este resultado puede ser un valor Booleano (1 o 0) o un valor real dependiendo del elemento y del módulo de entrada física. Estas entradas por lo general se sitúan a la izquierda del Rung. En cambio la salida examina el resultado de la evaluación y si es "true" ejecuta alguna operación o función. La salida por lo general se sitúa en la parte derecha del Rung.

2.5 PARAMETROS EN PANEL PC

- Frecuencia Base: La Frecuencia Base es una variable asociada con la conductividad del aceite. A mayor sea la conductividad del aceite mayor será la frecuencia base también.

- Frecuencia Mod.: La frecuencia de pulso está asociada con la tensión de interfase del agua-aceite.
- Voltaje Min. Y Voltaje Max.: Estos valores definen el límite menor y mayor de la modulación del voltaje.
- Forma de onda (Wave form): El voltaje aplicado se modula entre un mínimo y un máximo siguiendo una cierta forma de onda. Se puede seleccionar diferentes formas de onda que van de senoidal, logarítmica, exponencial, circular, circular inversa, trapezoidal hasta diente de sierra.
- Factor de Distorsión (Skew Factor): Este factor define la pendiente de la forma de onda. Para una forma de onda dada, define que tan rápido debe rampear el voltaje entre los voltajes mínimos y máximos.
- Tiempo de Rampeo (Ramp Up Time): Especifica el tiempo en segundos utilizado durante el arranque, para rampear el voltaje secundario de cero al mínimo.
- Límite de Corriente (Current Limit): Especifica la máxima corriente primaria permisible. El máximo valor no puede ser mayor a la carga de corriente total.

2.6 SOFTWARE RSLogix 5000

RSLogix 5000 es una plataforma de software que:

- Puede utilizarse para aplicaciones de base discreta, de proceso, de lote, de movimiento, de seguridad y de variadores.
- Permite fragmentar la aplicación en programas más pequeños que pueden volver a utilizarse, rutinas e instrucciones que pueden crearse al utilizar distintos lenguajes de programación: diagrama de lógica de escalera, diagrama de bloque de funciones, texto estructurado y diagrama de funciones secuenciales.
- Incluye un conjunto extenso de instrucciones incorporadas que usted puede aumentar al crear sus propias instrucciones add-on definidas por el usuario.
- Permite escribir la aplicación sin tener que preocuparse de la configuración de la memoria.
- Proporciona la capacidad de crear tipos de datos definidos por el usuario para representar fácilmente componentes específicos de la aplicación en una estructura.
- Incorpora datos y los comparte con otros productos de software de Rockwell Automation para reducir drásticamente el tiempo de entrada de datos, proporcionar auditorías y facilitar el manejo de códigos y su uso repetido.¹

2.7 SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA BANCO DE PRUEBAS

Para trabajar fui dotado de un computador portátil marca Acer Intel® Core™ i3 2.40GHz RAM 4GB, un puesto de trabajo en las oficinas centrales ubicadas en Arrayanes-Campo Rubiales y la posibilidad de trabajar en las oficinas de mantenimiento ubicadas en Taller de mantenimiento-Campo Rubiales y en las instalaciones del EHT-540 ubicado en el CPF1-Campo Rubiales.

¹ http://samplecode.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/9324-pp001_-es-p.pdf

3. CONFIGURACION COMUNICACIÓN CONTROLLOGIX – LRC

3.1. Parámetros de lectura y escritura de interface LRC

Los parámetros que el PLC estaba leyendo de la interface LRC de los tratadores EHT's y ET's antes de los cambios realizados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1 Parámetros leídos de la interface LRC por el PLC

PARÁMETROS LEIDOS DE LA INTERFACE LRC POR EL PLC			
VARIABLE	DESCRIPCION	TIPO	VISUALIZACION SCADA
<i>BaseFreq</i>	Frecuencia Base	Lectura	Si
<i>BusCurrMax</i>	Corriente de bus máxima	Lectura	Si
<i>BusCurrMin</i>	Corriente de bus mínima	Lectura	Si
<i>BusOn</i>	Voltaje Bus	Lectura	No
<i>BusOnPcy</i>	Porcentaje Voltaje de Bus	Lectura	No
<i>BusVoltMax</i>	Voltaje de Bus Máximo	Lectura	Si
<i>BusVoltMin</i>	Voltaje de Bus Mínimo	Lectura	Si
<i>CurrLimit</i>	Corriente Límite	Lectura	No
<i>Din2</i>	Permisivos (Ok, inhibido)	Lectura	Si
<i>Din3</i>	Chopper	Lectura	Si
<i>MaxVolt</i>	Voltaje Máximo	Lectura	Si
<i>MinVolt</i>	Voltaje Mínimo	Lectura	Si
<i>ModFreq</i>	Frecuencia Moduladora	Lectura	Si
<i>NegVoltMax</i>	Voltaje Negativo Máximo	Lectura	Si
<i>NegVoltMin</i>	Voltaje Negativo Mínimo	Lectura	Si
<i>OCFaults</i>	Falla de Sobre corriente	Lectura	Si
<i>OCState</i>	Rata de Sobre corriente	Lectura	Si
<i>PosVoltMax</i>	Voltaje Positivo Máximo	Lectura	Si
<i>PosVoltMin</i>	Voltaje Positivo Mínimo	Lectura	Si
<i>SkewFact</i>	Factor de deformación	Lectura	Si
<i>Type</i>	Tipo de proceso (DF, EDD)	Lectura	Si

Adicional a los parámetros mencionados en la tabla anterior la tabla Modbus de la interface LRC incluye los registros de escritura de los parámetros que pueden ser modificados. En la siguiente

Tabla se muestra los parámetros que quedaron configurados en el PLC para realizar escritura, así como algunos registros de lectura de algunos parámetros que no se estaban visualizando.²

²LRCII – DF and MDP/EDD, User Manual. Edición 2010

Tabla 2 Tabla modbus LRC II _DF

TABLA MODBUS LRC DE REGISTROS ADICIONADOS				
VARIABLE	DESCRIPCION	DIRECCION	TAMAÑO DE REGISTRO	TIPO
<i>CurrSlate</i>	Slate	1036	1	Escritura/Lectura
<i>pBaseFreq</i>	Frecuencia Base	1078	2	Escritura
<i>pMaxVolt</i>	Voltaje Máximo	1084	2	Escritura
<i>pMinVolt</i>	Voltaje Mínimo	1086	2	Escritura
<i>oModFreq</i>	Frecuencia Moduladora	1092	2	Escritura
<i>pRampUpTime</i>	Tiempo de Rampa	1094	2	Escritura
<i>pSkewFact</i>	Factor de deformación	1096	2	Escritura
<i>pVoltWaveTyp</i>	Forma de Onda	1102	1	Escritura
<i>UpdtActiv</i>	Update Activo	1129	2	Escritura
<i>pCurLimit</i>	Corriente Límite	1848	2	Escritura
<i>SkewFact</i>	Factor de deformación	1096	2	Escritura
<i>VoltWaveTyp</i>	Forma de Onda	1137	1	Lectura
<i>RampUpTime</i>	Tiempo de Rampa	1115	2	Lectura

3.2. Configuración Módulo MVI56-MCM

Para implementar la escritura de datos desde el PLC a la interface LRC fue necesario modificar algunos de los parámetros que estaban configurados en el módulo MCM, a continuación se presenta los parámetros que se deben tener en cuenta, cuales fueron modificados y la configuración necesaria para leer y escribir los registros de la interface LRC por el PLC.

3.2.1. Parámetros de transferencia de Datos

Figura 2 parámetros de Transferencia de Datos en Tratadores EHT's de CPF1

Name	Value	Force	Style	Data Type
MCM	{...}	{...}		MCMModuleDe
MCM.CONFIG	{...}	{...}		MCMCONFIG
MCM.CONFIG.ModDef	{...}	{...}		MCMModule
MCM.CONFIG.ModDef.WriteStartReg	600		Decimal	INT
MCM.CONFIG.ModDef.WriteRegCnt	600		Decimal	INT
MCM.CONFIG.ModDef.ReadStartReg	0		Decimal	INT
MCM.CONFIG.ModDef.ReadRegCnt	600		Decimal	INT
MCM.CONFIG.ModDef.BPFail	0		Decimal	INT
MCM.CONFIG.ModDef.ErrStatPtr	-1		Decimal	INT
MCM.CONFIG.Port1	{...}	{...}		MCMPort
MCM.CONFIG.Port2	{...}	{...}		MCMPort
MCM.CONFIG.Port1MasterCmd	{...}	{...}		MCMCmd[100]
MCM.CONFIG.Port2MasterCmd	{...}	{...}		MCMCmd[100]

RS Logic500. Autor: Daniel Alvarez

En estos parámetros definen el movimiento de datos entre el módulo y el procesador. Los valores introducidos determinan la lógica de escalera y el tamaño de datos requerido en la aplicación. Los arreglos de escritura y lectura de datos deben ser dimensionados mucho más grandes que los valores de cuenta introducidos. En la siguiente tabla podremos apreciar la descripción de cada parámetro y como está definido en cada uno de los tratadores.

Tabla 3 Parámetros de Transferencia de Datos

PARÁMETROS DE TRANFERENCIA DE DATOS	
CONTENIDO	DESCRIPCION
<i>WriteStarReg</i>	Este parámetro especifica el registro de inicio en el módulo donde los datos transferidos desde el procesador serán colocados. El rango válido para este parámetro es de 0 a 4999. En el caso de los Tratadores EHT,s de CPF1 el registro de inicio de escritura es 600 y en los ET,s de CPF1 y CPF2 es 2000
<i>WriteRegCnt</i>	Este parámetro especifica el número de registros transferidos desde el procesador al módulo. Los valores de entrada para éste parámetro va desde 0 a 5000. . En el caso de los Tratadores EHT,s de CPF1 el número de registros a transferir se definió en 600 y en los ET,s de CPF1 y CPF2 en 200
<i>ReadStarReg</i>	Este parámetro especifica el registro de inicio en el módulo donde los datos serán transferidos desde el módulo al procesador. El rango válido para éste parámetro es de 0 a 4999. Para los Tratadores EHT,s de CPF1 el registro de inicio de lectura es 0 y en los ET,s de CPF1 y CPF2 también se definió en 0
<i>ReadRegCnt</i>	Este parámetro especifica el número de registros a ser transferidos desde el módulo al procesador. Los valores de entrada para éste parámetro va desde 0 a 5000. Para los Tratadores EHT,s de CPF1 el número de registros a transferir se definió en 600 y en los ET,s de CPF1 y CPF2 en 1200
<i>BpFail</i>	Este parámetro especifica el número de errores transferidos sucesivamente que pueden ocurrir antes de que los puertos de comunicación sean detenidos. Si el parámetro es ajustado a cero, los puertos de comunicación continuarán operando bajo todas las condiciones. Si el valor es mayor de 0 (1-65535), la comunicación cesará si el número especificado de fallas ocurre. En los ET´s y EHT´s está definido en 0 .

<i>ErrStarPtr</i>	Este parámetro especifica la localización de registro en la base de datos del módulo donde los datos de estado del módulo serán almacenados. Si un valor menor de cero es introducido, los datos no se almacenaran en la base de datos. Si el valor es especificado en el rango de 0 a 4940, los datos serán colocados en el área de datos del usuario.
-------------------	---

3.2.2. Parámetros del Puerto Modbus

Aquí se define los parámetros para la operación de cada uno de los puertos Modbus del módulo

Figura 3 Configuración Parámetros puerto Modbus Tratadores EHT's CPF1

[-] MCM	{...}	{...}	MCMMod
[-] MCM.CONFIG	{...}	{...}	MCMCONF
+ MCM.CONFIG.ModDef	{...}	{...}	MCMMod
[-] MCM.CONFIG.Port1	{...}	{...}	MCMPort
+ MCM.CONFIG.Port1.Enabled	1	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.Type	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.FbatFlag	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.FbatStart	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.FbatOffset	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.Protocol	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.Baudrate	9600	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.Parity	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.DataBits	8	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.StopBits	1	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.RTSOn	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.RTSOff	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.MinResp	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.UseCTS	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.SlaveID	1	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.BitInOffset	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.WordInOffset	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.OutOffset	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.HoldOffset	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.CmdCount	50	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.MinCmdDelay	100	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.CmdErrPtr	500	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.RespT0	1000	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.RetryCount	3	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.ErrorDelayCnt	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.Reserved	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.InterCharacterDelay	0	Decimal	INT
+ MCM.CONFIG.Port1.Fcn95Offset	0	Decimal	INT

RS Logic500. Autor: Daniel Alvarez

En la siguiente tabla se presenta la descripción de los parámetros a tener en cuenta en la configuración del Puerto, El único parámetro que se modificó de la configuración anterior fue **CmdCount** el cual especifica el número de comandos a ser procesados.

Tabla 4 Descripción parámetros Puertos Modbus

DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS PUERTOS MODBUS	
CONTENIDO	DESCRIPCION
<i>Enable</i>	Este parámetro es usado para definir si éste puerto Modbus será utilizado. Si el parámetro es ajustado a cero, el puerto está deshabilitado. Un valor de 1 habilitará el puerto.
<i>Type</i>	Este parámetro especifica si el puerto emulará un dispositivo Maestro Modbus (0), un dispositivo Esclavo Modbus sin modo Pass-Trough (1), un dispositivo Esclavo Modbus en modo Pass-Trough no formateado (2), un dispositivo Esclavo Modbus en modo Pass-Trough formateado y alternación de datos (3).
<i>Baud Rate</i>	Esta es la tasa de baudios a ser usada en el puerto. Introduzca la tasa de baudios como un valor. Por ejemplo, para seleccionar 19K baudios, introduzca 19200. Entradas válidas son: 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 38400, 57600 y 115200
<i>Data Bits</i>	Este parámetro ajusta el número de bits de datos para cada palabra usada por el protocolo. Las entradas válidas para este campo son 5, 6, 7 u 8

<i>Stop Bits</i>	Este parámetro ajusta el número de bits de parada a ser usado con cada valor de datos enviado. Los valores de entrada son 1 y 2.
<i>SlaveID</i>	Este parámetro define la dirección del Esclavo Modbus virtual para la base de datos interna. Todas las solicitudes recibidas por el puerto con ésta dirección son procesadas por el módulo. Asegúrese de que cada dispositivo tiene una dirección única en la red. El rango válido para este parámetro es de 1 a 255 (247 en algunas redes).
<i>CmdCount</i>	Este parámetro especifica el número de comandos a ser procesados por el puerto Modbus Maestro. En los EHT's estaba en 17 y se cambió por 50 y en los ET's estaba en 23 y se cambió por 50.
<i>MinCmd Delay</i>	Este parámetro especifica el número de milisegundos a esperar entre entregas de cada comando. Este valor de retardo no aplica para reintentos.

3.2.3. Comandos Maestros Modbus

Figura 4 Configuración Comandos Modbus Tratadores EHT's CPF1

[-] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[18]	{...}	{...}		MCMCmd
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[18].Enable	2		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[18].IntAddress	600		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[18].PollInt	0		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[18].Count	2		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[18].Swap	1		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[18].Node	1		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[18].Func	16		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[18].DevAddress	1128		Decimal	INT
[-] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[19]	{...}	{...}		MCMCmd
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[19].Enable	2		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[19].IntAddress	602		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[19].PollInt	2		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[19].Count	2		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[19].Swap	1		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[19].Node	1		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[19].Func	16		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[19].DevAddress	1077		Decimal	INT

RS Logic500. Autor: Daniel Alvarez

Figura 5 Configuración Comandos Modbus Tratadores ET's CPF1 y CPF2

[-] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[32]	{...}	{...}		MCMCmd
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[32].Enable	2		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[32].IntAddress	2020		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[32].PollInt	0		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[32].Count	1		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[32].Swap	0		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[32].Node	1		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[32].Func	16		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[32].DevAddress	1035		Decimal	INT
[-] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[33]	{...}	{...}		MCMCmd
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[33].Enable	1		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[33].IntAddress	1110		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[33].PollInt	2		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[33].Count	1		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[33].Swap	1		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[33].Node	1		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[33].Func	3		Decimal	INT
[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[33].DevAddress	1035		Decimal	INT

RS Logic500. Autor: Daniel Alvarez

Aquí se define parámetros para cada comando en la lista maestra de comandos de cada puerto, por ejemplo si el comando es de escritura o lectura o la dirección que deseo leer o escribir. En la siguiente tabla se presenta el significado de cada uno de los parámetros utilizados

Tabla 5 Comandos Maestros Modbus

COMANDOS MAESTROS MODBUS	
CONTENIDO	DESCRIPCION
<i>Enable</i>	Este parámetro es utilizado para definir si el comando será ejecutado ó será descartado. Los siguientes valores son válidos: 0=Inhabilita el comando y no lo ejecuta. 1=El comando será considerado por ejecución de cada scan de la lista de comandos y sera controlado por el parámetro PollInt 2=El comando solamente se ejecutará si los datos asociados con el comando han cambiado desde que el comando fue el último enviado. Esta opción está sólo disponible para comandos de escritura.
<i>IntAddress</i>	Este parámetro especifica la dirección de registro interna de arranque a ser asociada con el comando. La entrada válida para este parámetro es desde los registros 0 hasta 4999 ó desde 0 hasta 65535 bits cuando se dirección al comando de nivel de bit.
<i>PollInt</i>	Este parámetro define el número mínimo de segundos a esperar entre la ejecución de comandos continuos (Enable=1). Este comando de obtención de intervalo puede ser usado para aligerar la carga de la comunicación en una red ocupada. La entrada válida para este parámetro es 0 a 65535.
<i>Count</i>	Este parámetro define el número de registros a ser considerados por el comando. Una entrada válida para éste parámetro es de 1 a 125 palabras ó 2000 bits. En la Tabla 2 de este documento se especifica el tamaño de cada registro el cual ha sido definido en la tabla Modbus del equipo.
<i>Swap</i>	Este parámetro es usado para especificar si los datos utilizados en el comando deben ser alterados cuando se usa el código de función 3 Modbus para leer datos de un nodo de la red. Los valores que pueden ser asignados son los siguientes: 0=No hay inversión de los datos 1=Valores de palabra invertida 2=Palabra invertida y valores de byte 3=Valores de bite invertidos. Esta opción es utilizada cuando hay interfaz entre el módulo con datos ASCII y de coma flotante en otros dispositivos.
<i>Device</i>	Este parámetro es utilizado para asignar la dirección del nodo Esclavo Modbus para el módulo para alcanzar con el comando en la red Modbus. A este parámetro se le pueden asignar valores desde 0 hasta 255. La mayoría de las redes Modbus limitan el valor más alto a 247.
<i>Func</i>	Este parámetro especifica la función Modbus a ser ejecutada por el comando. Las entradas válidas son 1, 2, 3, 4, 5, 6, 15 y 16. 1, 2, 3 y 4 son para lectura y 5, 6, 15 y 16 son para escritura. En el caso de los tratadores se utilizó 3 para la lectura de datos y 16 para escritura de datos
<i>DevAddress</i>	Este parámetro define la dirección de arranque en el dispositivo que está siendo considerado por el comando. Los valores introducidos en este campo son dependientes de la definición de la base de datos del nodo. Refiérase a la definición de la base de datos del fabricante para el dispositivo para determinar la localización de los datos a formar la interfaz.

Se debe tener en cuenta que en el momento en que se va a leer o escribir un registro de la interface LRC se debe restar "1" al registro de la interface que deseamos leer como se ve en la siguiente tabla

Tabla 6 Registro de Parámetros en PLC

REGISTROS INTERFACE LRC		
VARIABLE	DIRECCIÓN TABLA MODBUS LRC	DIRECCIÓN DE CONFIGURACIÓN EN PLC
<i>CurrSlate</i>	1036	1035
<i>pBaseFreq</i>	1078	1077
<i>pMaxVolt</i>	1084	1086
<i>pMinVolt</i>	1086	1085
<i>pModFreq</i>	1092	1091
<i>pRampUpTime</i>	1094	1093
<i>pSkewFact</i>	1096	1095
<i>pVoltWaveTyp</i>	1102	1101
<i>UpdtActv</i>	1129	1128
<i>pCurLimit</i>	1848	1847
<i>SkewFact</i>	1096	1095
<i>VoltWaveType</i>	1137	1136
<i>RampUpTime</i>	1115	1114

3.2.4. Aplicar Cambios En el Modulo MCM

Para guardar cualquiera de los cambios realizados sobre el módulo MVI56-MCM ya sea de configuración o si se ha anexado un nuevo registro para leer o escribir, es necesario realizar un toggle sobre el tag "MCM.CONTROL.WARMBOOT" el cual permite descargar los cambios al módulo

Figura 6 Tag WarmBoot

Name	Value
[-] MCM	{...}
[+] MCM.CONFIG	{...}
[+] MCM.DATA	{...}
[+] MCM.STATUS	{...}
[-] MCM.CONTROL	{...}
MCM.CONTROL.WarmBoot	0
MCM.CONTROL.ColdBoot	0
[+] MCM.CONTROL.BPLastRead	5
[+] MCM.CONTROL.BPLastWrite	1

RS Logic500. Autor: Daniel Alvarez

4. PROGRAMACIÓN LÓGICA LADDER

La programación de lectura y escritura de parámetros se realizó en la rutina “Modbus” de cada uno de los tratadores, rutina en la cual se encontraba programada la lectura de los datos que se estaban visualizando previamente. En los tratadores EHT’s el nombre exacto de la rutina es “_21_Modbus” y se encuentra en el programa “MainProgram” y en los tratadores ET’s el nombre exacto de la rutina es “Modbus” y se encuentra en el programa “PLC_STATUS”.

4.1. Lectura de Parámetros

Para leer los parámetros desde la interface LRC se debe tener en cuenta la configuración de los comandos maestros (que mencioné en el punto 2.2.3) en especial la dirección interna “IntAddress” definida. Por ejemplo en el caso del parámetro *forma de onda* la configuración del comando maestro es como se muestra en la figura 7, ahí se especifica que la dirección interna es igual a 72 la función es la 3 (función de lectura) y que la dirección que deseo leer desde el dispositivo es la 1136 (ver tabla 6).

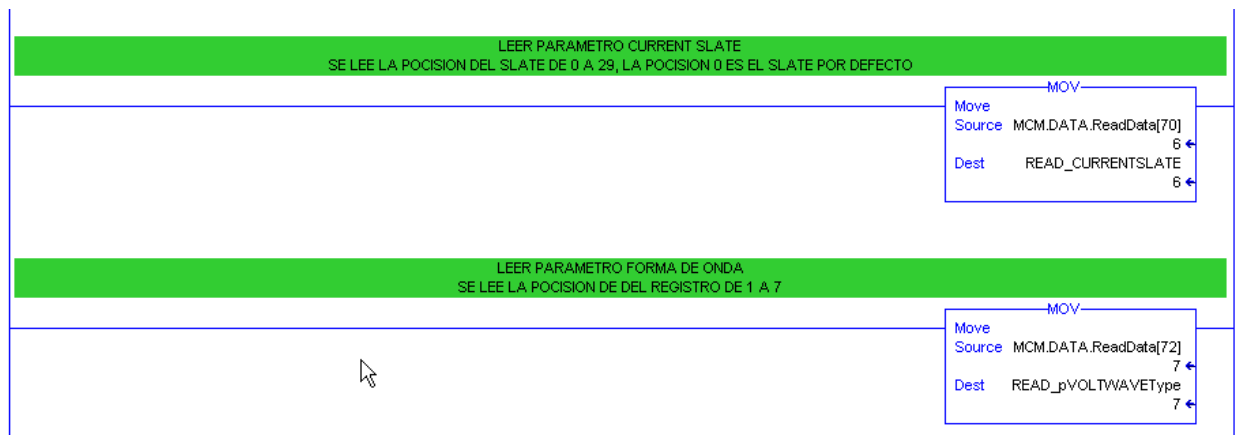
Figura 7 Configuración Comando lectura parámetro forma de onda

	[-] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[29]	{ ... }
	[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[29].Enable	1
	[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[29].IntAddress	72
	[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[29].PollInt	2
	[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[29].Count	1
	[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[29].Swap	1
	[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[29].Node	1
	[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[29].Func	3
	[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[29].DevAddress	1136
	[+] MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[30]	{ ... }

RS Logic500. Autor: Daniel Alvarez

Como se observa la dirección interna es la 72 y teniendo en cuenta lo que se observó en la tabla 3 donde se indica que el registro de inicio de lo EHT’s fue definido en “0”, el registro donde se guardará el dato de forma de onda está dado por la siguiente expresión “Dirección interna – registro de lectura de inicio” ($72 - 0 = 72$) lo que quiere decir que el registro forma de onda será guardado en el registro “MCM.DATA.ReadDara[72]” como se puede apreciar en la figura 8.

Figura 8 Leer Parámetros



RS Logic500. Autor: Daniel Alvarez

4.2. Escribir Parámetros

Para escribir los parámetros desde el PLC a la interface LRC se debe tener en cuenta la configuración de los comandos maestros (ver punto 2.2.3) en especial la dirección interna "IntAddress" definida. Por ejemplo en el caso del parámetro *Voltaje Mínimo* en los EHT's, la configuración del comando maestro es como se muestra en la figura 9, ahí se especifica que la dirección interna es igual a 606 la función es la 16 (función de escritura) y que la dirección que deseo leer desde el dispositivo es la 1185 (ver tabla 6).

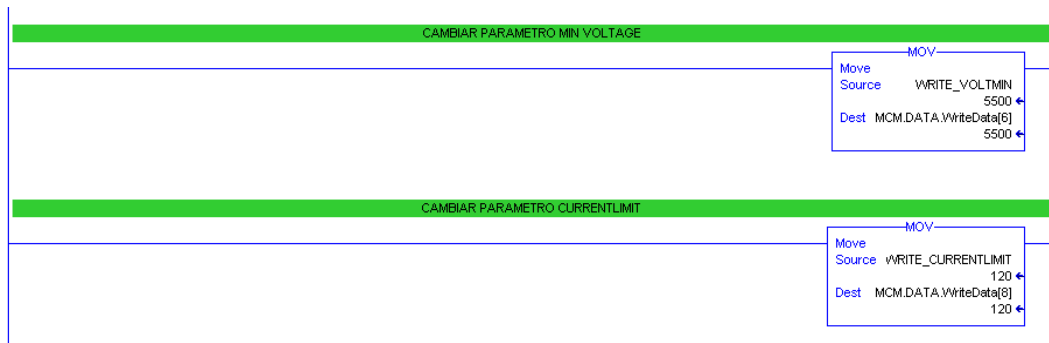
Figura 9 Configuración Comando escritura parámetro Voltaje mínimo

[-]	MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[21]	{...}
[+]	MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[21].Enable	2
[+]	MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[21].IntAddress	606
[+]	MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[21].PollInt	2
[+]	MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[21].Count	2
[+]	MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[21].Swap	1
[+]	MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[21].Node	1
[+]	MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[21].Func	16
[+]	MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[21].DevAddress	1085
[+]	MCM.CONFIG.Port1MasterCmd[22]	{...}

RS Logic500. Autor: Daniel Alvarez

Como se observa la dirección interna es la 606 y teniendo en cuenta lo que se observó en la tabla 3 donde se indica que el registro de inicio de escritura de lo EHT's fue definido en "600", el registro donde se guardará el dato de forma de onda está dado por la siguiente expresión "Dirección interna – registro de escritura de inicio" ($606 - 600 = 6$) lo que quiere decir que para escribir en el registro 1085 de la interface LRC se lee el registro de escritura "MCM.DATA.WriteData[6]" como se puede apreciar en la figura 10.

Figura 10 Escribir Parámetros

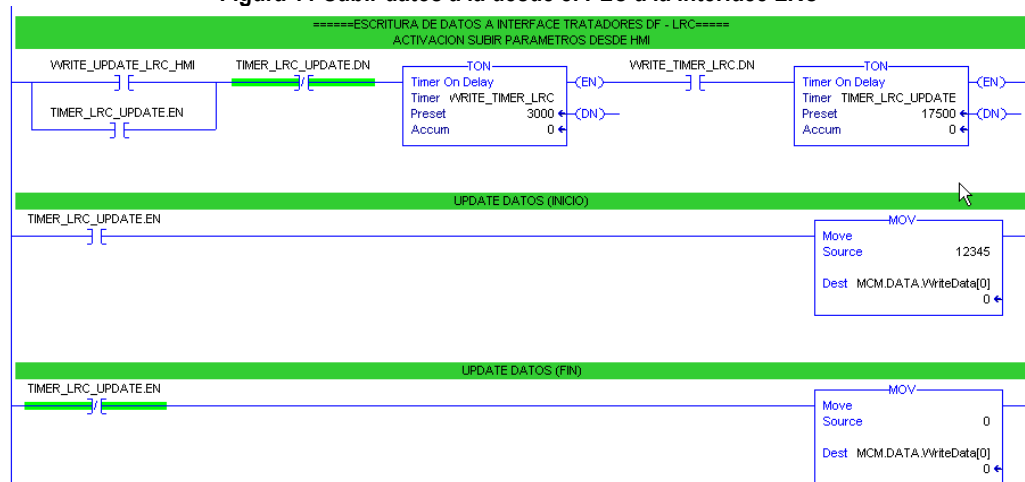


RS Logic500. Autor: Daniel Alvarez

4.3. Cargar Parámetros desde el PLC a la interface LRC

Para cargar los parámetros desde el PLC a la interface LRC, es necesario según la tabla modbus del equipo escribir "12345" en el registro *UpdtActv* (ver tabla 6), una vez cargado los parámetros se debe escribir nuevamente 0 como se ve en la siguiente figura.

Figura 11 Subir datos a la desde el PLC a la interface LRC



RS Logic500. Autor: Daniel Alvarez

En la lógica que se observa en la figura anterior el temporizador WRITE_TIMER_LRC es utilizado para garantizar que los parámetros sean descargados en los registros de la interface LRC antes de activar el registro cargar los datos (Update Active). El temporizador TIMER_LRC_UPDATE se utiliza para indicar en el Scada el tiempo que se demora en cargar los datos desde el PLC a la interface LRC.

5. MODIFICACIONES DEL HMI

Para realizar los cambios en el HMI se utilizó el software FactoryTalk View Studio de la serie de Rockwell Automation, que utiliza el software RsLinx Enterprise para comunicarse con el controlador y con la Panel View a la hora de descargar la aplicación.

Se realizaron cambios en la Pantalla Parámetros Tratador "00-TIP_LRC" en la cual se adicionó la visualización de nuevos parámetros, como El programa Actual (SLATE), Corriente limite, Tiempo de Rampa y Forma de Onda, así como se incluyó la opción para modificar algunos parámetros. En la Figura 12 se puede apreciar la nueva pantalla de parámetros del transformador del tratador.

Figura 12 Pantalla Parámetros Transformador tratador "00-TIP_LRC"



HMI PRE. FactoryTalk View Studio. Autor: Daniel Alvarez

5.1. Parámetros Editables desde SCADA, Seguridad y Rango de cada parámetro

En la siguiente Tabla se puede apreciar los parámetros que se pueden editar desde la pantalla que se observó en la figura anterior así como también se puede apreciar que tipo de usuario puede modificar cada variable y el rango en el cual se puede modificar.

Tabla 7 Parámetros editables desde SCADA

PROPIEDADES PARÁMETROS EDITABLES		
VARIABLE	USUARIOS QUE PUEDEN MODIFICAR	RANGO

<i>Cambio Slate</i>	Todos	Según los slate grabados: <ul style="list-style-type: none"> • En CPF1 las opciones en orden son; 6X10, 8X12, 10X14, 12X16, 14X18, 16X20, 18X22, 3X6 Y 5X7 • En CPF2 las opciones en orden son; 5X10, 6X11, 7X12, 8X13, 9X14, 10X15, 13X18, 15X20, 18X23
<i>Frecuencia Base</i>	Administradores, Mantenimiento y Supervisores	800 HZ – 1600HZ
<i>Voltaje Máximo</i>	Todos	1000 V – 23000 V
<i>Voltaje mínimo</i>	Todos	1000 V – 23000 V
<i>Frecuencia Moduladora</i>	Administradores, Mantenimiento y Supervisores	0 HZ – 9 HZ
<i>Tiempo de Rampa</i>	Administradores, Mantenimiento y Supervisores	0 Seg – 9 Seg
<i>Factor de Deformación</i>	Administradores, Mantenimiento y Supervisores	0.0 – 0.9
<i>Forma de Onda</i>	Administradores, Mantenimiento y Supervisores	Se cambia el tipo de Onda: <ol style="list-style-type: none"> 1. Sawtooth 2. Trapezoidal 3. Sine 4. Exponencial 5. Logarítmica 6. Circular 7. Inv. Circular
<i>Corriente Limite</i>	Administradores, Mantenimiento y Supervisores	0 - 200

5.2. Modificar Variables desde SCADA

Para Cambiar un parámetro desde la pantalla del Scada el Operario debe darle click sobre al parámetro que desee modificar (siempre y cuando tenga permiso para modificar según la tabla anterior), posteriormente sale un Keypad en el cual el operario debe ingresar el valor al cual desea cambiar su variable el cual debe de estar dentro del rango definido para esta (ver tabla 7), una vez digitado el valor debe dar click en el botón “Download” como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 13 Modificar Parámetro desde SCADA



HMI PRE. FactoryTalk View Studio. Autor: Daniel Alvarez

Después de dar click en download debe dar click sobre el botón “CARGAR” para subir el parámetro a la panel PC en campo, mientras se está realizando el proceso de subir el parámetro el botón “CARGAR” cambiara a “CARGANDO” (ver figura 14), cuando el en el botón aparezca nuevamente “CARGAR” indica que está disponible para subir un nuevo parámetro.

Figura 14 Botón Cargar datos



Autor: FactoryTalk View Studio. Daniel Alvarez

Los parámetros “SLATE” y “FORMA DE ONDA” a diferencia de los otros parámetros tienen un menú seleccionable debido a que hay unas opciones preestablecidas como se observó en la tabla 7, para cambiar estos parámetros se debe seleccionar la opción deseada (ver figura 15 y 16) y posteriormente se da click en el botón Cargar al igual que los demás parámetros.

Figura 15 Seleccionar Slate



FactoryTalk View Studio. Autor: Daniel Alvarez

Figura 16 Seleccionar Forma de Onda



Si se desea cambiar varios parámetros a la vez, se debe modificar que haya terminado el proceso cada uno de los parámetros (click en Download a cada uno) y después de modificar el último parámetro se debe dar click en el botón “CARGAR”.

5.3. Modificar nombre de Slate o Adicionar Nuevo Slate

Para modificar el nombre de un slate o adicionar uno nuevo se debe modificar el código visual Basic del menú seleccionable. Para ello se debe ir a la pantalla editable “00-TIP_LRC” dar click derecho sobre la pantalla y seleccionar la opción “VBA code” como se puede apreciar en la figura 17.

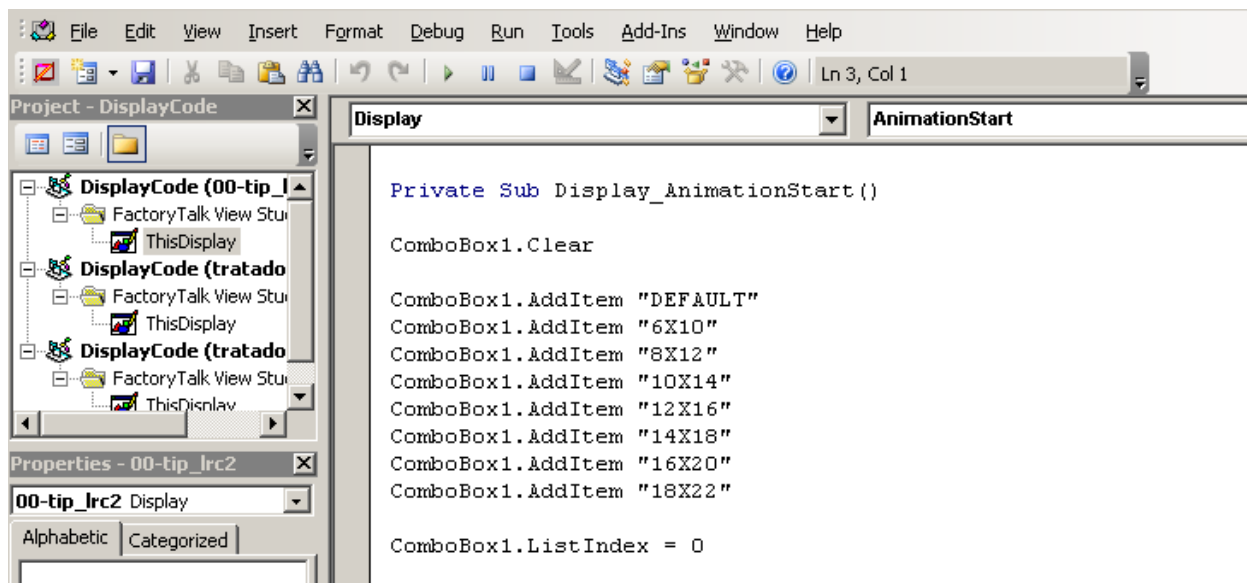
Figura 17 Seleccionar Código Visual Basic



FactoryTalk View Studio. Autor: Daniel Alvarez

Después de dar click en “VBA Code” aparecerá la siguiente pantalla donde se podrá cambiar el nombre del Slate deseado o adicionar un nuevo slate.

Figura 18 código visual de menú seleccionar



FactoryTalk View Studio. Autor: Daniel Alvarez

6. CONCLUSIONES

Tras finalizar el proyecto y realizar las respectivas pruebas de funcionamiento, se pueden plantear las siguientes conclusiones:

- Implementar la lectura/escritura de los parámetros de las unidades DF de los tratadores EHT's y ET's del CPF1 y CPF2 de forma remota, optimiza la forma en que se monitorean estos equipos y mejora los tiempos de respuesta ante situaciones normales y críticas debido a que elimina los tiempos de desplazamiento y se presta un mejor apoyo al operador en sitio.
- Al tener mayor control sobre estos equipos que son críticos en el proceso de tratamiento de crudo, presentan menos fallas y se disminuye el estrés al que eran sometidos cuando alguno de los equipos entraba en falla y los tiempos de respuesta eran mayores.
- Gracias a la presencia previa de controladores lógicos programable se tiene una velocidad de transferencia y de actualización de datos bastante alto, permitió realizar las modificaciones a la lógica sin necesidad de realizar cambios en el cableado y trabajando en línea el controlador.
- La configuración y programación se realizó pensando en la posibilidad de futuras necesidades. Es por eso que se mantiene de forma ordenada, práctica e intuitiva.
- Para la realización del proyecto (tanto la configuración, programación en Ladder y modificación del HMI en el SCADA) fue necesario aprender todo lo relacionado con la utilización de la serie de software de Rockwell Automation (RSLogix 5000 y FactoryTalk View Studio), puesto que fue necesario para lograr todos los objetivos. El software RSLogix 5000 permitió la configuración

modbus y el diseño de la programación en lenguaje Ladder y con la utilización de FactoryTalk View Studio se modificó el HMI dedicado a estos equipos permitiendo leer los parámetros de interés faltantes y los diferentes teclados y botones que permiten escribir y efectuar los cambios en los parámetros de los equipos de forma remota.

La configuración, programación e implementación del control remoto de las unidades dual frequency de los tratadores EHT's y ET's del CPF1 y CPF2 en campo Rubiales de Pacific Rubiales Energy Corp. satisface todos los objetivos planteados.

7. RECOMENDACIONES

- La comunicación de dos vías que permite realizar cambio en los parámetros de los equipos de forma remota presenta una gran ventaja en el tiempo de respuesta, además por característica de los equipos se tiene una gran confiabilidad, pero no se debe pasar por alto los protocolos establecidos por la empresa Pacific Rubiales Energy Corp. para efectuar cambios en los parámetros de los equipos manteniendo una efectiva comunicación con el operador en sitio, además de tener la autorización del ingeniero a cargo o personal responsable del proceso.
- El HMI dedicado a los tratadores continua siendo simple e intuitivo. Por eso solo es necesario una explicación rápida, pero se recomienda dar una capacitación formal a los operadores en el CCO y cualquier persona que tenga acceso y permisos para leer parámetros o realizar cambios desde el SCADA y evitar fallas humanas.
- El control remoto de las unidades DF de los tratadores es adicional al que se efectúa en sitio a través del Panel PC, por eso si existe una falla de comunicación, caída de la red o cualquier situación anormal se sigue contando con el control en sitio.
- Día a día los avances tanto en software como hardware no se detienen, por eso debemos seguir capacitándonos y así solucionar o evitar problemas futuros o encontrar mejores soluciones a viejos problemas.
- Como los tratadores no se encuentran ubicados a un mismo nivel y/o distancia y el comportamiento de producción del campo incluye muchos “baches” de agua irregulares, se recomienda implementar un control de ingreso de crudo a los tratadores a través de válvulas de presión y así ayudar a disminuir aún más el estrés eléctrico generado en algunos equipos por no distribuir bien la carga y optimizar la calidad del producto.

BIBLIOGRAFIA

Documentos

Manual NATCO DF-LRC-II®

Allen-Bradley, Logix5000 Controllers Ladder Diagram, Programming Manual. Edición 2009

Allen-Bradley, Logix5000 Controllers I/O and Tag Data, Programming Manual. Edición 2009

LRCII – DF and MDP/EDD, User Manual. Edición 2010

Enlaces

<http://www.rockwellautomation.com/support/downloads.html>

<http://www.rockwellautomation.com/resources/eds/>

http://samplecode.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/9324-pp001_-es-p.pdf

<http://support.rockwellautomation.com/ControlFlash/FUW.asp>

ANEXOS

ANEXO A. TABLA MODBUS LRCII – DF and MDP/EDD

Transformer #1 Variable	Description	Address	Register Size	Register Quantity	Register Total	Data Type
AlmOpt	Alarm Options - XFMR	1001	1	1	1	Unsigned Short
ArcMin	Arcs Per Minutes - STAT (EDD)	1002	2	1	2	Long
BaseFreq	Base Frequency - CNTL (DF)	1004	2	1	2	Long
BusCurrMax	Bus Current Maximum - PERF	1006	2	1	2	Float
BusCurrMin	Bus Current Minimum - PERF	1008	2	1	2	Float
BusOn	Bus Voltage On (0-OFF, 1-ON) - STAT (DF)	1010	1	1	1	Short
BusOnPct	Bus On Percent - XFMR (DF)	1011	2	1	2	Long
BusVoltMax	Bus Voltage Maximum - PERF	1013	2	1	2	Long
BusVoltMin	Bus Voltage Minimum - PERF	1015	2	1	2	Long
CLstate	Current Limit State - STAT	1017	1	1	1	Short
CntrlRev	Controller Revision - INFO	1018	2	1	2	Unsigned Long
CoalTime	Coalesce Time - CNTL (EDD)	1020	2	1	2	Float
CTRatio	CT Ratio - XFMR (EDD)	1022	2	1	2	Long
CurLimit	Current Limit - CNTL	1024	2	1	2	Long
CurrOn	High Voltage On (0-OFF, 1-ON) - STAT (DF)	1026	2	1	2	Long
CurrOnPct	Bus On Percent - XFMR (DF)	1028	2	1	2	Long
Din1	Internal Variable	1030	1	1	1	Short
Din2	Contact / Step Start (0-OFF, 1-ON) - STAT	1031	1	1	1	Short
Din3	Customer Limits (0-OFF, 1-ON) - STAT	1032	1	1	1	Short
DispTime	Disperse Time - CNTL (EDD)	1033	2	1	2	Float
DspState	Internal Variable	1035	1	1	1	Unsigned Short
CurrState	Current State	1036	1	1	1	Short
Enabled	Internal Variable	1037	1	1	1	Short
ExcArc	Excessive Arc Limit - XFMR (EDD)	1038	2	1	2	Long
FLCurr	Full Load Current - XFMR (EDD)	1040	2	1	2	Long
ImidAct	Internal Variable	1042	2	1	2	Float
ImidAd	Internal Variable	1044	2	1	2	Float
LowBat	Low Battery - (0=OK, 1=LOW, 2=CRITICAL) - STAT	1046	1	1	1	Short
LowVolt	Low Voltage - STAT (EDD)	1047	1	1	1	Short
LvLimit	Low Voltage Limit - XFMR (EDD)	1048	2	1	2	Long
LVRetry	Low Voltage Retry - XFMR (EDD)	1050	2	1	2	Long
LVTime	Low Voltage Delay - XFMR (EDD)	1052	2	1	2	Long
MaxVolt	Maximum Voltage - CNTL (DF)	1054	2	1	2	Long
MinVolt	Minimum Voltage - CNTL (DF)	1056	2	1	2	Long
MxLvl	Mix Level - CNTL (EDD)	1058	2	1	2	Long
MxTime	Mix Time - CNTL (EDD)	1060	2	1	2	Float
MxVC	Internal Variable	1062	2	1	2	Long
ModFreq	Modulation Frequency - CNTL (DF)	1064	2	1	2	Long
NegVoltMax	Negative Voltage Maximum - STAT (DF)	1066	2	1	2	Long
NegVoltMin	Negative Voltage Minimum - STAT (DF)	1068	2	1	2	Long
OCFaults	Over Current Faults - PERF (DF)	1070	2	1	2	Long
OCRsetDly	Internal Variable	1072	2	1	2	Float
OCRsetRamp	Internal Variable	1074	2	1	2	Float
OCState	Over Current State - STAT (DF)	1076	1	1	1	Unsigned Short
OptBBU	Battery Backup - XFMR	1077	1	1	1	Short
pBaseFreq	Base Frequency - Update Active ONLY	1078	2	1	2	Long
pCoalTime	Coalesce Time - Update Active ONLY	1080	2	1	2	Float
pDispTime	Disperse Time - Update Active ONLY	1082	2	1	2	Float
pMaxVolt	Maximum Voltage - Update Active ONLY	1084	2	1	2	Long
pMinVolt	Minimum Voltage - Update Active ONLY	1086	2	1	2	Long

pMixLvl	Mix Level - Update Active ONLY	1088	2	1	2	Long
pMixTime	Mix Time - Update Active ONLY	1090	2	1	2	Float
pModFreq	Modulation Frequency - Update Active ONLY	1092	2	1	2	Long
pRampUpTime	Ramp Up Time - Update Active ONLY	1094	2	1	2	Float
pSkewFact	Skew Factor - Update Active ONLY	1096	2	1	2	Float
pStillLvl	Settle Level - Update Active ONLY	1098	2	1	2	Long
pStillTime	Settle Time - Update Active ONLY	1100	2	1	2	Float
pVotWaveTyp	Voltage Waveform - Update Active ONLY	1102	1	1	1	Short
PCKsum	Internal Variable	1103	1	1	1	Unsigned Short
PerfIntv	Performance Interval - SYS	1104	1	1	1	Short
PosVotMax	Positive Voltage Maximum - STAT (DF)	1105	2	1	2	Long
PosVotMin	Positive Voltage Maximum - STAT (DF)	1107	2	1	2	Long
PwrRate	Power Rating - XFMR	1109	2	1	2	Long
PwrState	Internal Variable	1111	1	1	1	Short
RampUpTime	Ramp Up Time - CNTL	1112	2	1	2	Float
SerNum	Internal Variable	1114	1	1	1	Unsigned Short
SkewFact	Skew Factor - CNTL (DF)	1115	2	1	2	Float
State	Controller State - STAT	1117	1	1	1	Short
Status	Internal Variable	1118	1	1	1	Unsigned Short
StiLvl	Settle Level - CNTL (EDD)	1119	2	1	2	Long
StiTime	Settle Time - CNTL (EDD)	1121	2	1	2	Float
StiVC	Internal Variable	1123	2	1	2	Long
TarVotSf	Secondary Voltage - XFMR	1125	2	1	2	Long
Type	Process Type (0-99=EDD, 100+=DF)	1127	2	1	2	Long
UpdtActv	Update Active	1129	2	1	2	Long
VCGain	Voltage Control - XFMR (EDD)	1131	2	1	2	Long
VmidAct	Internal Variable	1133	2	1	2	Float
VmidAd	Internal Variable	1135	2	1	2	Float
VotWaveType	Voltage Waveform - CNTL (DF)	1137	1	1	1	Short
Empty	Empty	1138	1	1	1	Short
Msg [1-100]	Message Number	1139	1	100	100	Short
MsgTS [1-100]	Message Timestamp	1239	2	100	200	Long
MsgInfo1 [1-100]	Message Extended Information #1	1439	2	100	200	Long
MsgInfo2 [1-100]	Message Extended Information #2	1639	2	100	200	Long
ArcSens	Arc Sensivity - XFMR (EDD)	1839	2	1	2	Long
ArcState	Arc State - STAT (EDD)	1841	2	1	2	Long
InpVotl	Input Voltage - XFMR (EDD)	1843	2	1	2	Long
PwrHz	Frequency - XFMR (EDD)	1845	2	1	2	Long
DipSw	Dip Switch	1847	1	1	1	Unsigned Short
pCurLimit	Current Limit - Update Active ONLY	1848	2	1	2	Long
LcAmps	Low Current Amps - XFMR	1850	2	1	2	Long
LcLimit	Low Current Limit - XFMR	1852	2	1	2	Long
LowCurr	Low Current State - STAT	1854	1	1	1	Short
RagDnTime	Rag Buster Down Time	1855	1	1	1	Short
RagEnabled	Rag Buster Enabled	1856	1	1	1	Short
RagUpTime	Rag Buster Up Time	1857	1	1	1	Short
RagURTime	Rag Buster Unresolved Time	1858	1	1	1	Short
RBState	Rag Buster State	1859	1	1	1	Short
CDTime	Rag Buster Count Down Time	1860	1	1	1	Short
FLTime	Feedback Sensor Loss Time	1861	1	1	1	Short
NOchecks	Feedback Sensor Loss Override	1862	1	1	1	Short

ANEXO B. LISTADO DE TAG's

Name	Data Type	Style	Description	External Access
AlmOpt	INT	Decimal		Read/Write
BaseFreq	DINT	Decimal		Read/Write
BusCurrMax	REAL	Float		Read/Write
BusCurrMin	REAL	Float		Read/Write
BusOn	INT	Decimal		Read/Write
BusOnPct	DINT	Decimal		Read/Write
BusVoltMax	DINT	Decimal		Read/Write
BusVoltMin	DINT	Decimal		Read/Write
CntrlRev	DINT	Decimal		Read/Write
CurrLimit	DINT	Decimal		Read/Write
CurrOn	DINT	Decimal		Read/Write
CurrOnPct	DINT	Decimal		Read/Write
Din2	INT	Decimal		Read/Write
Din3	INT	Decimal		Read/Write
LowBat	INT	Decimal		Read/Write
MaxVolt	DINT	Decimal		Read/Write
MinVolt	DINT	Decimal		Read/Write
ModFreq	DINT	Decimal		Read/Write
NegVoltMax	DINT	Decimal		Read/Write
NegVoltMin	DINT	Decimal		Read/Write
OCFault	DINT	Decimal		Read/Write
OCState	INT	Decimal		Read/Write
OptBBU	INT	Decimal		Read/Write
PerFintv	INT	Decimal		Read/Write
PosVoltMax	DINT	Decimal		Read/Write
PosVoltMin	DINT	Decimal		Read/Write
PwrRate	DINT	Decimal		Read/Write
RampUpTime	REAL	Float		Read/Write
SkewFact	REAL	Float		Read/Write
State	INT	Decimal		Read/Write
TarVoltSt	DINT	Decimal		Read/Write
Type	DINT	Decimal		Read/Write
VoltWaveType	DINT	Decimal		Read/Write
Msg	INT[100]	Decimal		Read/Write
MsgTS	DINT[100]	Decimal		Read/Write
MsgInfo1	DINT[100]	Decimal		Read/Write
MsgInfo2	DINT[100]	Decimal		Read/Write