



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HMI
UTILIZANDO DISPOSITIVOS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS Y
COMUNICACIONES INALÁMBRICAS PARA LA SUPERVISIÓN Y
CONTROL EN TIEMPO REAL DE LA CENTRAL
HIDROELÉCTRICA “CATAZACON” DEL CANTÓN PANGUA
PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL
COTOPAXI ELEPCO S.A.”

UGSHA GUANOTASIG DAVID MIGUEL

UGSHA GUANOTASIG LUIS JAVIER

Tesis presentada como requisito previo la obtención del grado de:

INGENIERO ELECTRÓNICO EN INSTRUMENTACIÓN

AÑO 2013

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros: David Miguel Ugsha Guanotasig
 Luis Javier Ugsha Guanotasig

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “Diseño e implementación de un sistema HMI utilizando dispositivos de diferentes tecnologías y comunicaciones inalámbricas para la supervisión y control en tiempo real de la central hidroeléctrica “Catazacón” del cantón Pangua perteneciente a la empresa eléctrica provincial Cotopaxi ELEPCO S.A.”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra responsabilidad

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Diciembre del 2013.

David Miguel Ugsha Guanotasig
C.C.N° 0503018640

Luis Javier Ugsha Guanotasig
C.C.N° 0503156028

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICADO

Ing. Wilson Trávez P., Ing. Miguel Lucio C.

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “Diseño e implementación de un sistema HMI utilizando dispositivos de diferentes tecnologías y comunicaciones inalámbricas para la supervisión y control en tiempo real de la central hidroeléctrica “Catazacón” del cantón Pangua perteneciente a la empresa eléctrica provincial Cotopaxi ELEPCO S.A.” realizado por David Miguel Ugsha Guanotasig y Luis Javier Ugsha Guanotasig, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico práctico el cual conlleva a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SÍ recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a David Ugsha y Luis Ugsha que lo entregue al Ing. José Bucheli A, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Diciembre del 2013

Ing. Wilson Trávez P.
DIRECTOR

Ing. Miguel Lucio C.
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

AUTORIZACIÓN

Nosotros:

David Miguel Ugsha Guanotasig

Luis Javier Ugsha Guanotasig

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo “Diseño e implementación de un sistema HMI utilizando dispositivos de diferentes tecnologías y comunicaciones inalámbricas para la supervisión y control en tiempo real de la central hidroeléctrica “Catazacón” del cantón Pangua perteneciente a la empresa eléctrica provincial Cotopaxi ELEPCO S.A.”, cuyo contenido, ideas y criterios es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Diciembre del 2013

David Miguel Ugsha Guanotasig

C.C.N° 0503018640

Luis Javier Ugsha Guanotasig

C.C.N° 0503156028

DEDICATORIA

A Jesucristo, por la vida y el privilegio de servirle en este trabajo puesto que me ilumina con su sabiduría y amor en los momentos más difíciles durante todo el camino haciendo posible el cumplimiento de mi carrera profesional.

También dedico este trabajo a mis padres Miguel y Rosa puesto que me brindaron apoyo y fortaleza en el desarrollo y transcurso de este proyecto, ayudándome a concluir satisfactoriamente el mismo.

A mi hermano Luis quien muy separado de ser compañero de tesis siempre demostró la constancia y perseverancia reflejando, en mi vida, la dedicación y esmero para cumplir con el objetivo.

David Miguel Ugsha Guanotasig

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi Madre y Padre, por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. De igual forma a mis hermanas Betty y María, a quienes quiero, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestas a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A mi esposa Anita y mi hija Estefanía, porque las amo infinitamente. Y uno muy especial a mi hermano y compañero David porque sin él y el equipo que formamos, no habiéramos logrado esta meta.

Luis Javier Ugsha Guanotasig

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Jesucristo, por la vida y por darme toda la sabiduría para culminar mis metas trazadas, porque en el camino su amor y misericordia hizo de mí un profesional con la capacidad de servir a los demás.

A mis padres Miguel y Rosa por todas las veces que me supieron brindar la ayuda necesaria en el transcurso del camino.

A mis Hermanas Betty y Liliana quienes estuvieron juntos a mí en todos los momentos de mi vida impulsándome para lograr mi objetivo y siempre a seguir adelante en busca de lo deseado y anhelado.

A mi Hermano Gilberto Hidalgo quien con su ejemplo y sabiduría me enseñó a seguir siempre en el camino hacia la verdad.

A mi director de tesis el Ing. Wilson Trávez quien me impulsó con su conocimiento, paciencia y ejemplo a seguir siempre el camino correcto para alcanzar la meta propuesta siendo así posible el desarrollo total de mi proyecto.

A mi codirector de tesis el Ing. Miguel Lucio por su apoyo y confianza depositado en mí para realizar el proyecto de graduación, brindándome la oportunidad para la culminación satisfactoria del mismo.

David Miguel Ugsha Guanotasig

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mi padre, cuya perseverancia y fortaleza me ha enseñado que con esfuerzo y trabajo se logra todo en la vida.

A mis hermanas Betty y María, por su apoyo incondicional y por demostrarme la gran fe que tienen en mí.

A hermano David, por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegrías y fracasos.

A Esposa Anita por su amor y apoyo incondicional, a mi hija Estefanía puesto que con su ternura angelical siempre fue luz para continuar en mi camino tanto académico como intelectual.

A mi director de tesis el Ing. Wilson Trávez quien me impulsó con su conocimiento, paciencia y ejemplo a seguir siempre el camino correcto para alcanzar la meta propuesta siendo así posible el desarrollo total de mi proyecto.

A mi codirector de tesis el Ing. Miguel Lucio por su apoyo y confianza depositado en mí para realizar el proyecto de graduación, brindándome la oportunidad para la culminación satisfactoria del mismo.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de esta tesis.

Luis Javier Ugsha Guanotasig

ÍNDICE GENERAL

CARATULA	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
CERTIFICADO	iii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iv
DEDICATORIA 1	v
DEDICATORIA 2	vi
AGRADECIMIENTO 1.....	vii
AGRADECIMIENTO 2	viii
ÍNDICE DE GENERAL	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE TABLAS	xxv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xxvii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxviii
RESUMEN	xxix
ABSTRACT.....	xxx

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO 1	1
1. GENERALIDADES	1
1.1. Descripción De Problema.....	1
1.2. Centrales Hidroeléctricas.....	2
1.2.1. Definición.....	2
1.3. Tipos de Centrales Hidroeléctricas.....	2
1.3.1. Según la Utilización del Agua.....	2
1.3.1.1. Centrales de Agua Fluente.....	2
1.3.1.2. Centrales de Agua Embalsada	3
1.3.1.3. Centrales de Regulación	4
1.3.2. Según la Altura del salto de Agua.....	4
1.3.2.1. Centrales de Alta Presión.....	4
1.3.2.2. Centrales de Media Presión	5
1.3.2.3. Centrales de Baja Presión	5
1.3.3. Otros tipos de Centrales Hidroeléctricas.....	6
1.3.3.1. Central Mareomotriz:.....	6
1.3.3.2. Central Mareomotriz Sumergida	6
1.4. Elementos Componentes de una Central Hidroeléctrica	7
1.4.1. Toma de Agua	7
1.4.2. Presa	7
1.4.3. Embalse.....	8
1.4.4. Galería de Conducción.....	8
1.4.5. Canal de Derivación.....	9
1.4.6. Cámara de Presión.....	9
1.4.7. Tubería Forzada o Tubería de Presión	9

1.4.8.	Aliviaderos	10
1.4.9.	Casa de Máquinas o Sala de Turbinas.....	10
1.4.10.	Compuertas de Entrada y Salida	10
1.4.11.	Transformadores	10
1.4.12.	Líneas de Transporte de Energía Eléctrica.....	10
1.5.	Característica Principal de la Central Hidroeléctrica Catazacón.....	11
1.5.1.	Funcionamiento de un Generador Hidráulico	11
1.6.	Partes Principales del Generador de la Central CATAZACÓN.....	18
1.6.1.	Excitatriz	18
1.6.2.	Bobina de Excitación o de Campo	19
1.6.3.	Cojinetes o Chumaceras.....	20
1.6.4.	Rodete	21
1.6.5.	Cámara de Descarga.....	21
1.7.	Sistema de Frenado y Levantamiento.....	22
1.7.1.	Principio de Funcionamiento.	22
1.8.	Sistema de Enfriamiento.....	23
1.9.	Sistema Oleodinámico.....	23
1.9.1.	Válvula Esférica	24
1.10.	Sistema de Control y Monitoreo de la Central Hidroeléctrica Catazacón.....	24
1.11.	Protección de Corriente en el Eje del Rotor	25
1.12.	Supervisión de Temperatura	25
1.12.1.	Dispositivos Utilizados en la Medición de la Temperatura	26
1.12.1.1.	Sensores Termo Resistivos	26
1.12.1.2.	PT 100.....	26
1.12.1.3.	NTC	26
1.13.	Supervisión de la Presión en el Regulador de Velocidad Neumático.....	27
1.13.1.	Medición de Nivel y Presión de Aceite.....	27

1.13.2.	Dispositivos Utilizados en la Medición de Presión.....	27
1.13.2.1.	Manómetro.....	27
1.13.2.2.	Presóstato.....	28
1.13.2.3.	Flotadores de Nivel.....	28
1.13.2.4.	Medidores de Nivel de Cristal.....	28
1.13.3.	Medición de Presión de Aire.....	28
1.13.4.	Medición de Nivel de Agua en el Tanque de Presión.....	28
1.13.4.1.	Flotador.....	29
1.13.4.2.	Boya.....	29
1.14.	Sistema de Medición de Parámetros Eléctricos.....	29
1.14.1.	Transformadores de Corriente.....	30
1.14.2.	Tipos de Transformadores de Corriente.....	31
1.14.2.1.	Tipo Primario Devanado.....	31
1.14.2.2.	Tipo Barra.....	32
1.14.2.3.	Tipo Toroidal.....	32
1.14.3.	Conexiones Trifásicas de un Transformador de Corriente.....	32
1.14.4.	Transformador de Potencial.....	33
1.14.5.	Errores en los Transformadores de Potencial.....	34
1.14.5.1.	Error de relación.....	34
1.14.5.2.	Error de ángulo.....	34
1.14.6.	Conexiones Trifásicas.....	34
1.14.7.	Protección Eléctrica en el Sistema de Generación.....	35
1.15.	Relé Digital de Protección.....	35
1.15.1.	Disyuntor.....	35
1.15.2.	Disyuntor Magnético.....	36
1.15.3.	Disyuntor Magneto-Térmico.....	36
1.15.4.	Partes Fundamentales del Disyuntor.....	36
1.15.4.1.	El electroimán.....	36

1.15.4.2.	La Lámina Bimetálica.....	37
1.15.4.3.	Cámara de Extinción.....	37
1.16.	Sistema de Comunicación de la Central Hidroeléctrica.....	37
1.16.1.	Redes de Comunicación.....	38
1.16.2.	Tipos de Comunicación.....	38
1.16.3.	Protocolos de Comunicación.....	38
1.16.4.	Protocolo de Comunicación Serial.....	38
1.16.5.	Estándar de Comunicación RS-232	39
1.16.6.	Estándar de Comunicación RS-485	39
1.16.7.	Principales Características del Estándar RS-485	40
1.17.	Protocolo de Comunicación Industrial MODBUS	40
1.17.1.	Funcionamiento y Elementos de una Red MODBUS.....	40
1.18.	Comunicación Inalámbrica.....	42
1.18.1.	Estándar de Comunicaciones 802.15.4	42
1.18.2.	Protocolo de Comunicación Zig-Bee	42
1.18.3.	Características de las Redes con Dispositivos Zig-Bee	43
1.19.	Interface Persona Maquina HMI.....	44
1.19.1.	Ventajas de un Sistema HMI.....	44
1.20.	Controlador Lógico Programable	45
1.20.1.	Elementos que Contienen un PLC son:.....	45
1.20.2.	Funcionamiento del PLC.....	45
1.20.3.	Tipos de PLC.....	46
1.20.3.1.	PLC Unitario o Compacto	46
1.20.4.	Ciclo de Funcionamiento	47
CAPITULO 2		48
2.	ANÁLISIS Y DISEÑO.....	48
2.1.	Delimitaciones y Especificaciones del Proyecto	48

2.2.	Diseño del Sistema de Supervisión	49
2.3.	Detección de la Temperatura en los Cojinetes y la Turbina del Generador	50
2.3.1.	Descripción de los Parámetros de Configuración de Temperatura de Controlador MT-543Ri	52
2.3.2.	Alteración de los Parámetros	53
2.3.3.	Selección de la Unidad Grados Centígrados, Fahrenheit (°C / °F)	53
2.3.4.	Selección del Tipo de Sensor	54
2.3.5.	Sensor NTC.....	54
2.3.6.	Sensor PT-100.....	54
2.3.7.	Ajuste de las Temperaturas de Control (setpoint).....	55
2.3.8.	Registro de las Temperaturas Máxima y Mínima	55
2.3.9.	Configuración del Controlador MT-543Ri para la Comunicación rs-485.....	55
2.3.10.	Instalación de los Controladores de Temperatura en los Grupos Generadores.....	55
2.3.11.	Cable de Comunicación Par Trenzado	56
2.3.12.	Caja Distribuidora	57
2.4.	Configuración de Programa SITRAD para la Monitorización y Documentación de los Controladores MT-543RI	59
2.5.	Detección de la Presión en el Sistema Regulación de Velocidad	61
2.5.1.	Selección del Transmisor de Presión MOD. Xa-904.1.....	61
2.5.2.	Conexión del Transmisor de Presión MOD. Xa-904.1.....	63
2.5.3.	Selección de Modo de Medición y Control.....	64
2.5.4.	Características Técnicas	65
2.5.4.1.	Definición de Terminales.....	65
2.5.4.2.	Diagrama de Conexiones	67
2.5.5.	Configuración del Controlador-Indicador EZ-ZONE®	67

2.5.5.1.	Navegar la Página de Operaciones	68
2.5.5.2.	Configuración ingreso del Sensor, Lazo de Corriente.....	69
2.5.5.3.	Configuración de Rango Alto y Rango Bajo	70
2.5.5.4.	Configuración de la Salida de Controlador EZ-ZONE®	71
2.5.5.5.	Control de Encendido-Apagado en el Controlador Ez-ZONE.....	72
2.5.6.	Configuración de la Comunicación del Controlador EZ-ZONE.....	73
2.6.	Sistema de Supervisión de Nivel de Agua en el Tanque de Presión	74
2.6.1.	Selección del Sensor Boya-Flotador	74
2.7.	Sistema de Comunicación Inalámbrica	75
2.7.1.	Módulo Inalámbrico X-Bee	76
2.7.2.	Características Técnicas:.....	76
2.7.3.	Regulador Adaptador x-bee 802.15.4 OEM RF.....	77
2.7.4.	Software X-CTU	77
2.7.5.	Configuración del Módulo X-Bee 802.15.4 en el Software X-CTU.....	78
2.7.5.1.	Pasos para la Configuración del Módulo X-Bee 802.15.4	78
CAPITULO 3		83
3.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HMI.....	83
3.1.	Equipo de Control y Registro de Datos (PLC).....	83
3.1.1.	Requerimientos y Características del Equipo de Control y Registro de Datos.	84
3.1.2.	Selección del Equipo de Control y Registro de Datos.	84
3.1.3.	PLC Twido TWDLCAA16DRF.	84

3.1.4.	Conexión Remota.....	85
3.1.5.	Modbus.....	85
3.2.	Controlador Lógico Programable Twido TWDLCAA16DRF.....	86
3.2.1.	Adaptador de comunicaciones Twido-TWDNAC232D	86
3.2.2.	Programación del PLC	87
3.2.3.	Diagramas Ladder Logic.....	88
3.2.4.	Pasos para la Programación del PLC	92
3.2.5.	Diagrama ladder del programa utilizado.....	97
3.3.1.	Transformadores de Medición	100
3.3.2.	Características de Los TC y TP.....	101
3.3.3.	Configuración he Instalación de los Transformadores de Medición.....	101
3.4.	Requerimientos del Instrumento de Medición de Parámetros Eléctricos	102
3.4.1.	Características del Instrumento de Medición.....	103
3.4.2.	Selección del Instrumento Medidor y Registrador de Datos.	103
3.5.	Medidor Digital de Parámetros Eléctricos DMK3 LAVATO.....	103
3.5.1.	Comunicaciones con el Multímetro DMK3 Lovato.....	105
3.6.	Configuración del Multímetro Digital Lovato DMK3	105
3.6.1.	Pasos para la Configuración de los Multímetros DMK3 Lovato	105
3.6.1.1.	Configuración Modbus ® RTU	109
3.6.1.2.	Funciones MODBUS ® RTU.....	110
3.6.2.	Descripción de la funciones Modbus disponibles en el multímetro DMK3	111
3.6.2.1.	Función 04 Lectura de Entrada de Registro.....	111
3.6.2.2.	Función 06 Registro Único PRESET.....	112
3.6.2.3.	Función Informe de Dirección del Esclavo	113

3.6.2.4.	Tabla de Error	114
3.7.	Diseño, Monitoreo y Control.....	115
3.7.1.	Descripción del Sistema de Monitoreo.	115
3.7.2.	Opc Server Lookout	115
3.7.3.	Características de Lookout:.....	116
3.8.	LabVIEW	118
3.8.1.	Comunicación del PLC con LabVIEW.....	119
3.8.2.	Etapas de Control Entorno de la Programación.....	121
3.8.3.	Etapas de Seguridad de ingreso al sistema HMI	122
3.8.4.	Etapas de Visualización de dos Parámetros Eléctricos.....	124
CAPITULO 4	131
4.	INSTALACIÓN Y PRUEBAS EXPERIMENTALES	131
4.1.	Instalación de los Sensores de Temperatura.....	131
4.2.	Instalación del Sensor de Presión.	132
4.3.	Instalación Sensor de Nivel	133
4.4.	Instalación de Equipos de Radio Comunicación	134
4.4.1.	Equipo de Comunicación Transmisor X-Bee, Tanque de Presión.	134
4.4.2.	Equipo de Comunicación Receptor X-Bee, Central Catazación.....	135
4.5.	Instalación del PLC en el Cuarto de Control.....	136
4.6.	PRUEBAS Y CALIBRACIONES	137
4.6.1.	Prueba y Calibración del Sensor Boya Flotador	137
4.6.2.	Prueba y Calibración del Medidor-Controlador de Temperatura.....	138
4.6.3.	Prueba y Calibración del Sensor de Presión.	139
4.6.4.	Pruebas Lectura de Datos en el Sistema HMI.....	141

CAPITULO 5	147
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
5.1. Conclusiones.....	147
5.2. Recomendaciones.....	150
BIBLIOGRAFÍA.....	152
ANEXOS.....	155

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 1

Figura 1. 1: Central de Agua Fluente	3
Figura 1. 2: Centrales de Agua Embalsada	4
Figura 1. 3: Centrales de Alta Presión	5
Figura 1. 4: Centrales de Baja Presión	6
Figura 1. 5 : Elementos de una Central Hidroeléctrica	7
Figura 1. 6: Tipos de presa según su construcción y geografía	8
Figura 1. 7: Esquema de Generador Elemental.....	12
Figura 1. 8: Generación de la fuerza electromotriz (f.e.m.)	13
Figura 1. 9: Generación de la corriente alterna	14
Figura 1. 10: Bobinado del núcleo del estator de un generador hidroeléctrico	15
Figura 1. 11: Señales del grupos de bobinas desfasadas 120°	15
Figura 1. 12: Conexiones eléctrica del estator	16
Figura 1. 13: Inducción por excitación ejercida por una caja reguladora	17
Figura 1. 14: Bobinado rotativo de la excitatriz.....	19
Figura 1. 15: Bobinado de excitación	19
Figura 1. 16: Partes principales de un cojinete	20
Figura 1. 17: Ilustración de una cámara de descarga	22
Figura 1. 18: Sistema de frenado de una turbina Francis	23
Figura 1. 19: Válvula esférica de apertura y cierre de la central Hidroeléctrica Catazacón	24
Figura 1. 20: Planta generadora N° 1 Central Catazacón.....	25
Figura 1. 21: Sensor NTC	27
Figura 1. 22: Estructura de un transformador de corriente	31
Figura 1. 23: Conexión Trifásica sin hilo Neutro	32
Figura 1. 24: Conexión Trifásica Con Hilo Neutro	33
Figura 1. 25: Partes del Disyuntor y el funcionamiento del electro Imán.....	37
Figura 1. 26: Esquema de una red Modbus maestro-esclavo.....	41
Figura 1. 27: Niveles de aplicación de Zig-Bee en el modelo OSI.....	43
Figura 1. 28: Diagrama de bloques de un PLC	46
Figura 1. 29: Ciclo de funcionamiento de un PLC.....	47

CAPITULO 2

Figura 2. 1: Sensor Termo resistor PT-100.....	50
Figura 2. 2: Medidor-Controlador de temperatura MT-543Ri.....	50
Figura 2. 3: Instalación del Sensor PT-100 en la turbina del generador	51
Figura 2. 4: Descripción de la conexión del sensor PT100 en el controlador	52
Figura 2. 5: Conexión del sensor NTC.....	54
Figura 2. 6: Conexión del sensor PT-100.....	54
Figura 2. 7: Instalación de la tubería para el tendido del cable de comunicación	56
Figura 2. 8: Cable de comunicación par trenzado.....	57
Figura 2. 9: Instalación de la Caja Distribuidora SITRAD en la red	58
Figura 2. 10: Instalación de los controladores en la caja hermética.....	58
Figura 2. 11: Configuración de los controladores y asignación de las direcciones.....	59
Figura 2. 12: Red de controladores MT-543RI.....	60
Figura 2. 13: Interfaz de los controladores SITRAD	60
Figura 2. 14: Transductor de presión analógico.....	61
Figura 2. 15: Transmisor de Presión MOD. Xa-904.1.....	62
Figura 2. 16: Trasmisor de Presión, A1 Válvula de Cierre PT, A2 Válvula Principal	63
Figura 2. 17: Instalación de Trasmisor de presión en el sistema de regulación de velocidad.....	63
Figura 2. 18: Instalación del transmisor hacia el controlador	64
Figura 2. 19: Controlador Medidor EZ-ZONE®	65
Figura 2. 20: Ranuras del controlador EZ-ZONE®.....	65
Figura 2. 21: Entrada al controlador de proceso en mA y V(CC).....	67
Figura 2. 22: Salida del Controlador Señal de Proceso en mA y V(CC)	67
Figura 2. 23: Menú de configuraciones del controlador-indicador EZ-ZONE®.....	68
Figura 2. 24: Esquema de una red con el controlador EZ-ZONE® que utiliza Modbus RTU.....	73
Figura 2. 25: Sensor tipo Boya-Flotador.....	75

Figura 2. 26: Módulo de comunicación X-BEE.....	76
Figura 2. 27: Adaptador-Regulador del módulo X-Bee.....	77
Figura 2. 28: Conexión del módulo X-Bee con el puerto serial de una computadora	78
Figura 2. 29: Reconocimiento de modulo través de puerto serial.....	79
Figura 2. 30: Selección del módulo a configurar	80
Figura 2. 31: Selección del modo de funcionamiento del módulo X-Bee.....	81
Figura 2. 32: Verificación de los datos del CORDINATOR y END/DEVICE	82

CAPITULO 3

Figura 3. 1: PLC TWDLCAA16DRF.....	86
Figura 3. 2: Adaptador de comunicaciones TWDNAC232D del Plc Twido.....	87
Figura 3. 3: Entorno de programación TwidoSoft	88
Figura 3. 4: Navegador del programa TwidoSoft	90
Figura 3. 5: Ventanas de configuración puerto 1	92
Figura 3. 6: Ventana de configuración puerto 2.....	93
Figura 3. 7: Diagrama de Flujo Comunicación Modbus Maestro-Esclavo	94
Figura 3. 8: Diagrama de Flujo del funcionamiento de la inteface HMI	95
Figura 3. 9: Diagrama de Flujo alarma de nivel alto en el tanque de presión	96
Figura 3. 10: Lectura del primer esclavo	97
Figura 3. 11: Lectura del segundo esclavo.....	97
Figura 3. 12: Lectura del tercer esclavo	98
Figura 3. 13: Primer temporizador para la lectura del primer esclavo.....	98
Figura 3. 14: Segundo temporizador para la lectura del segundo esclavo	99
Figura 3. 15: Tercer temporizador para la lectura del tercer esclavo	99
Figura 3. 16: Alarma de nivel del tanque de presión	100
Figura 3. 17: Ilustración de un transformador de potencial instalado.....	100
Figura 3. 18: Configuración de la conexión del transformador de potencial.....	102
Figura 3. 19: TC y TP del grupo generador N°1	102

Figura 3. 20: Multímetro digital LOVATO DMK3	104
Figura 3. 210: Configuración de la instalación de los medidores de potencial.....	105
Figura 3. 22: Esquema de Cableado (Conexión Directa).....	106
Figura 3. 23: Esquema de conexión de los multímetros DMK3, PLC y HMI.....	107
Figura 3. 24: Configuración de parámetros de los Multímetros DMK3	108
Figura 3. 25: Entorno principal del OPC server LookOut	115
Figura 3. 26: Configuración del tipo de objeto en Lookout.....	117
Figura 3. 27: Configuración de los parámetros del Objeto	118
Figura 3. 28: Entorno de la plataforma LabVIEW.....	119
Figura 3. 29: Configuración de la comunicación con las variables desde el Lockout.....	120
Figura 3. 30: Interface que representa el control de nivel en el tanque de presión.....	121
Figura 3. 31: Programación de la etapa de control de nivel de agua del tanque de presión	122
Figura 3. 32: Entorno del SubVI de la programación de seguridad de ingreso al programa	123
Figura 3. 33: Programación de la seguridad de ingreso al programa HMI.....	123
Figura 3. 34: Entorno del SubVI para la selección de los grupos generadores.....	124
Figura 3. 35: Programación de la selección de grupos generadores.	125
Figura 3. 36: Entorno del SubVI para la visualización de los datos del generador 2.....	125
Figura 3. 37: Programación de la adquisición de los datos del generador 2.	126
Figura 3. 38: Entorno del SubVI para la visualización de los datos de generación total.....	126
Figura 3. 39: Programación de la adquisición para la visualización de los datos de generación total.	127
Figura 3. 40: Entorno del SubVI para la selección del tipo de archivo donde se guardan todos los datos de generación.....	128
Figura 3. 41: Programación para la selección del tipo de archivo donde se guardan todos los datos de generación.	128

Figura 3. 42: pantalla principal del HMI.....	129
Figura 3. 43: programa donde se guarda los datos cada media hora en un archivo .txt	129
Figura 3. 44: programa para la selección de las diferentes opciones de monitoreo.	130
Figura 3. 45: programación para desplegar el programa SITRAD.	130

CAPITULO 4

Figura 4. 1: Instalación de los sensores y controladores en caja Protectora	131
Figura 4. 2: Encendido de los medidores-controladores de temperatura.....	132
Figura 4. 3: Instalación del sensor de presión en los grupos generadores	132
Figura 4. 4: Distancia entre el tanque de presión y la central Hidroeléctrica.....	133
Figura 4. 5: Ubicación de sensor de nivel de agua en el tanque de presión	134
Figura 4. 6: Instalación del transmisor X-Bee en el tanque de presión.....	135
Figura 4. 7: Instalación del Receptor X-Bee en la central cerca al Control Run.....	136
Figura 4. 8: Receptor ubicado en dirección hacia en transmisor ubicado en el tanque de presión	136
Figura 4. 9: Instalación del PLC en el cuarto de control.....	137
Figura 4. 10: Instalación del sensor de nivel en el tanque de presión.....	138
Figura 4. 11: Calibración de los medidores- controladores de temperatura.....	139
Figura 4. 12: Sensor de presión ubicado en el tanque de presión hidráulica	139
Figura 4. 13: Controlador de presión Watlow EZ-zone	140
Figura 4. 14: Conexión del transmisor hacia el controlador de presión.....	140
Figura 4. 15: Pantalla Principal que se visualiza en la inteface	141
Figura 4. 16: Ingreso de usuario hacia el sistema HMI.....	142
Figura 4. 17: Interface del Nivel del tanque de presion	142

Figura 4. 18: Interface de los 2 Generadores y valor total los dos grupos	143
Figura 4. 19: Visualización de los datos en el Generador 1	143
Figura 4. 20: Visualización de los datos en el Generador 2	144
Figura 4. 21: Visualización de los datos de Generación total	144
Figura 4. 22: Visualización de los datos de generación total en documento .txt.....	145
Figura 4. 23: Exportación de los datos de generación al archivo .excel	145
Figura 4. 24: visualización de datos de generación en archivo Excel.....	146

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 1

Tabla 1. 1. Nomenclatura de la conexión del estator	16
Tabla 1. 2. Relación de transformación del transformador de corriente	30

CAPITULO 2

Tabla 2. 1. Características Técnicas del Trasmisor de Presión MOD. Xa-904.1	62
Tabla 2. 2. Disposición de Ranura C de EZ-ZONE®	66
Tabla 2. 3. Disposición de Ranura A de EZ-ZONE®	66
Tabla 2. 4. . Configuración del controlador-indicador EZ-ZONE®	70
Tabla 2. 5. Configuración de Salida del Controlador-Indicador EZ-ZONE®	71
Tabla 2. 6. Configuración del Control de Encendido Apagado del controlador EZ-ZONE®	72
Tabla 2. 7. Configuración de la Comunicación del Controlador EZ-ZONE®	73
Tabla 2. 8. Formato de la trama X-Bee	76
Tabla 2. 9. Características de modulo X-Bee 802.15.4 OEM RF	77

CAPITULO 3

Tabla 3. 1. Características del PLC Twido TWDLCAA16DRF	86
Tabla 3. 3. Elementos del entorno TwidoSoft	89
Tabla 3. 4. Descripción de los Componentes del Navegador de aplicación	91
Tabla 3. 5. Características técnicas del transformador de potencial	101
Tabla 3. 6. Características del Multímetro Digital Lovato DMK3	104
Tabla 3. 7. Menú de funciones del multímetro digital DMK3	108
Tabla 3. 8. Formato del mensaje en protocolo Modbus	109
Tabla 3. 9. Funciones Modbus disponibles en el multímetro DMK3	110
Tabla 3. 10. Trama del mensaje del Maestro (PLC)	110
Tabla 3. 11. Respuesta del esclavo (Multímetro DMK3)	111

Tabla 3. 12. Preguntas principales del maestro hacia el esclavo	111
Tabla 3. 13. Mensaje de respuesta del esclavo a las preguntas del maestro	112
Tabla 3. 14. Mensaje del maestro para acceder al registro único preset.....	113
Tabla 3. 15. Pregunta del Maestro sobre la dirección del esclavo	113
Tabla 3. 16. Mensaje de respuesta de la dirección del esclavo	113
Tabla 3. 17. Mensaje de Funcione de error enviadas por el esclavo.....	114
Tabla 3. 18. Parámetros de configuración en el OPC server	117

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.1. Formula de la frecuencia	17
Ecuación 1.2. Formula del cálculo de periodo.....	18
Ecuación 1.3. ley de kirchoff cálculo de la corriente.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Glosario de terminos.....	155
Anexo B. Hojas Técnicas del Medidor- Controlador MT-543Ri.....	159
Anexo C. Hoja técnica Medidor-Controlador EZ-ZONE®	161
Anexo D. Hoja técnica Trasmisor de presión MOD. Xa-904.1	165
Anexo E. Hoja Técnica Módulos X-Bbee.	167
Anexo F. Hoja Técnica Twido TWDLCAA16DRF	171
Anexo G. Hoja Técnica Medidor Multímetro Digital DMK3 Lovato	173
Anexo H. Registro de localidades de memoria del medidor DMK3 Lovato	178
Anexo I. Esquema de conexiones Trasmisor - Receptor X-Bee	182
Anexo J. Diagrama de Conexiones Multímetro digital DMK3	183
Anexo K. Manual de Operación del Sistema HMI	185

RESUMEN

El proyecto está enfocado en la supervisión y control en tiempo real de la central hidroeléctrica “CATAZACON” del cantón Pangua perteneciente a la empresa eléctrica provincial Cotopaxi ELEPCO S.A. mediante la utilización de diferentes tipos de dispositivos de medición y control, todos estos transductores están conectados a una red industrial Rs-485 los cuales detectan los cambios que se producen y estos a su vez envía la información adquirida a un PLC el cual gestiona la red, administra la información y los centraliza par ser tratados con la finalidad de realizar un control sobre el mismo pudiendo así ser posible el monitoreo de las variables del proceso en tiempo real a través de una interfaz HMI realizada en una computadora central que se encuentra en el cuarto de control de la central Hidroeléctrica.

ABSTRACT

The project focuses on monitoring and real-time control of the power plant "CATAZACON" Pangua canton belonging to the provincial power company Cotopaxi ELEPCO S.A. using different types of measuring and control devices, all of these transducers are connected to an RS-485 industrial network which detect changes which occur and these in turn sends the acquired information to a PLC which administers the network , manages information and centralizes pair be treated in order to executes a control over it may well be possible to monitor process variables in real time via an HMI performed in a central computer located in the control room of the plant

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción De Problema

La central hidroeléctrica Catazación se encuentra ubicada en el cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi perteneciente a la empresa eléctrica ELEPCO S.A. límite a la provincia de los Ríos a unos 5 kilómetros del Cantón Quinsaloma, esta central genera alrededor de 1000 KVA de potencia eléctrica que son inyectados al Sistema Nacional Interconectado del Ecuador.

El sistema está conformado por dos grupos hidráulicos que posee su tanque de presión, a una distancia de 200 metros de la central y a una altura de 150 metros sobre ella para aprovechar la energía potencial del agua para la generación eléctrica, en dicha central las variables físicas y eléctricas que intervienen en el proceso de generación hidroeléctrica son supervisadas y controladas en forma manual, tanto los dos grupos generadores poseen un sistema de medición y control desactualizado, debido a esto; para realizar el registro de los datos, el personal de operación lo ejecuta de forma manual y periódica, para el efecto deben dirigirse a los diferentes sitios de la planta, debido a que no se dispone de un sistema centralizado de lectura de parámetros eléctricos para su registro y visualización en la “SALA DE CONTROL”, al no existir un método de toma continua de datos, se origina el riesgo de que pueda producirse una falla, y no conocerla de forma inmediata en dicha “SALA DE CONTROL”, por tal motivo no se podría tomar ninguna acción.

Existe también el inconveniente de no disponer, de un sistema HMI, en el cual se pueda centralizar toda esta información. Porque los instrumentos y dispositivos que realizan la supervisión y/o control no tienen la capacidad de poder conectarse a un sistema, y peor aún de visualizarlos desde la “SALA DE CONTROL”.

1.2. Centrales Hidroeléctricas

1.2.1. Definición

Es una instalación que permite aprovechar las masas de agua en movimiento que circulan por los ríos para transformarlas en energía eléctrica, utilizando turbinas acopladas a, alternadores.

La energía eléctrica que se obtiene debido a la caída del agua desde una presa que se encuentra a una cierta altura fluye por tuberías de conexión, a un nivel inferior hasta la sala de máquinas, la cual provoca el movimiento de ruedas hidráulicas o turbinas. La energía cinética del agua acumulada se convierte en energía cinética de rotación de la turbina, que acoplada a un alternador de forma solidaria, genera energía eléctrica. La electricidad viaja desde los generadores hasta unos transformadores, donde se eleva la tensión para poder transportar la electricidad hasta los centros de consumo¹.

1.3. Tipos de Centrales Hidroeléctricas

1.3.1. Según la Utilización del Agua

Utilizan el agua según fluye normalmente por el cauce de un río o a las que ésta llega, convenientemente regulada, desde un lago o pantano.

1.3.1.1. Centrales de Agua Fluente

Se construyen en los lugares en que la energía hidráulica debe ser utilizada en el instante en que se dispone de ella, para accionar las turbinas hidráulicas.

No cuentan con reserva de agua, por lo que el caudal suministrado oscila según las estaciones del año.

¹ http://CENTRALESHIDROELECTRICAS/centrales_hidroelectricas.htm

En la temporada de precipitaciones abundantes, desarrollan su potencia máxima, y dejan pasar el agua excedente. Durante la época seca, la potencia disminuye en función del caudal, llegando a ser casi nulo en algunos ríos en la época del estío. Su construcción se realiza mediante presas sobre el cauce de los ríos, para mantener un desnivel constante en la corriente de agua².

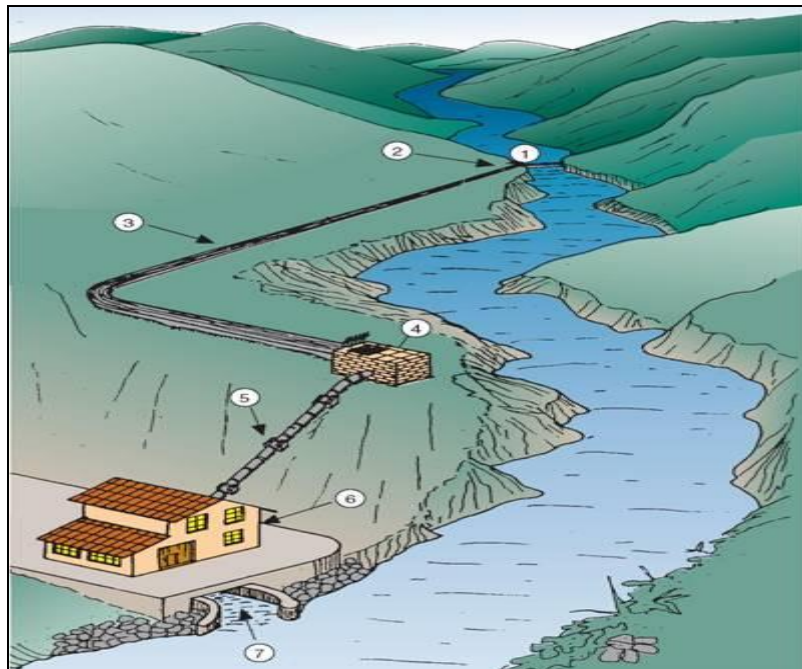


Figura 1. 1: Central de Agua Fluyente

1.3.1.2. Centrales de Agua Embalsada

Son centrales donde el agua se alimenta de grandes lagos o de pantanos artificiales (embalses), conseguidos mediante la construcción de presas. El embalse es capaz de almacenar los caudales de los ríos afluentes, llegando a elevados porcentajes de captación de agua. Esta agua es utilizada según la demanda, a través de conductos que la encauzan hacia las turbinas³.

² http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/interesantes/centrales/pagina_nueva_1.htm

³ <https://sites.google.com/site/arangoya/4-energia-hidraulica/x>

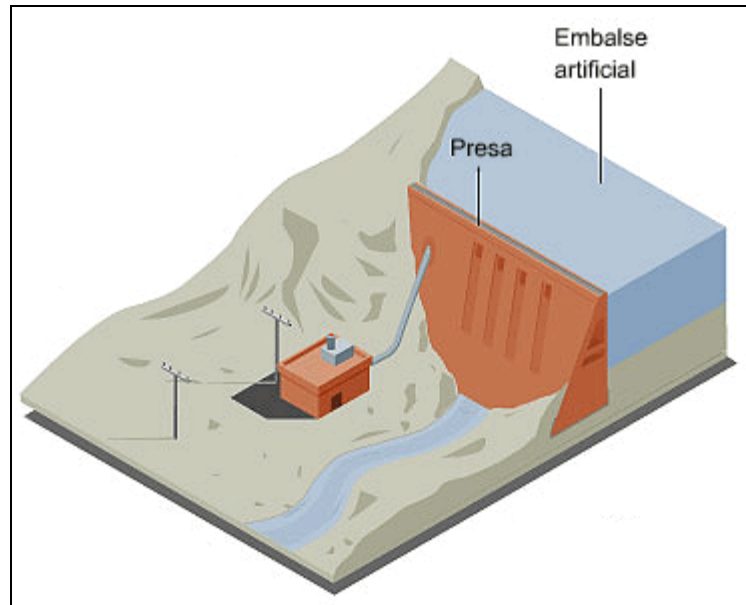


Figura 1. 2: Centrales de Agua Embalsada

1.3.1.3. Centrales de Regulación

Tienen la posibilidad de almacenar volúmenes de agua en el embalse, que representan periodos más o menos prolongados de aportes de caudales medios anuales prestando un gran servicio en situaciones de bajos caudales, ya que el almacenamiento es continuo, regulando de modo conveniente para la producción y se adaptan bien para cubrir horas pico de consumo.

1.3.2. Según la Altura del salto de Agua.

1.3.2.1. Centrales de Alta Presión

Centrales en las que el salto hidráulico es superior a los 200 metros de altura. Los caudales desalojados son relativamente pequeños, $20 \text{ m}^3/\text{s}$ por máquina. Situadas en zonas de alta montaña, y aprovechan el agua de torrentes, por medio de conducciones de gran longitud. Utilizan turbinas Pelton y Francis.

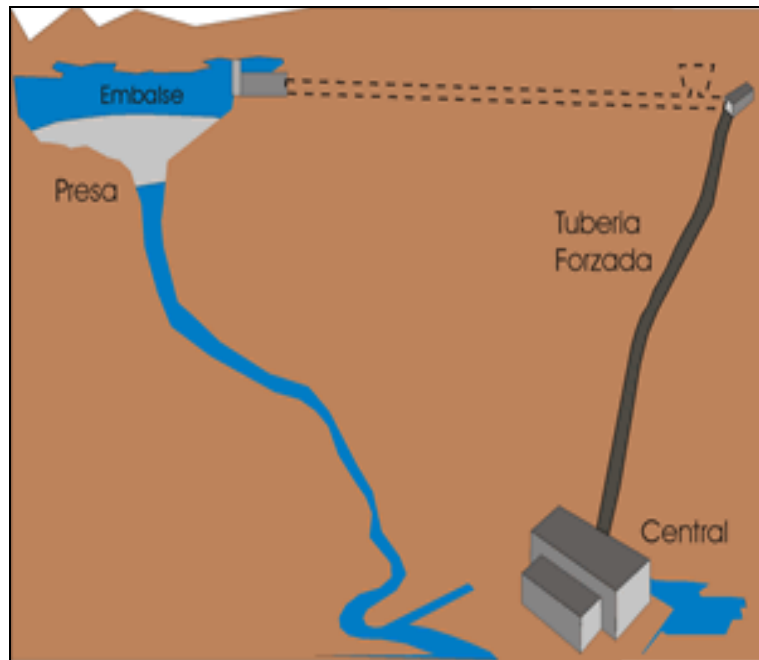


Figura 1. 3: Centrales de Alta Presión

1.3.2.2. Centrales de Media Presión

Son centrales que poseen saltos hidráulicos de entre 20 - 200 metros aproximadamente. Utilizan caudales de $200 \text{ m}^3/\text{s}$ por turbina situados en valles de media montaña, dependen de embalses y por lo general utilizan turbinas Francis y Kaplan y en ocasiones Pelton por los saltos grandes que podrían alcanzar los 200m.

1.3.2.3. Centrales de Baja Presión

Son centrales de donde sus saltos hidráulicos son inferiores a 20 metros. Cada máquina se alimenta de un caudal que puede superar los $300 \text{ m}^3/\text{s}$. Las turbinas utilizadas son de tipo Francis y especialmente Kaplan.

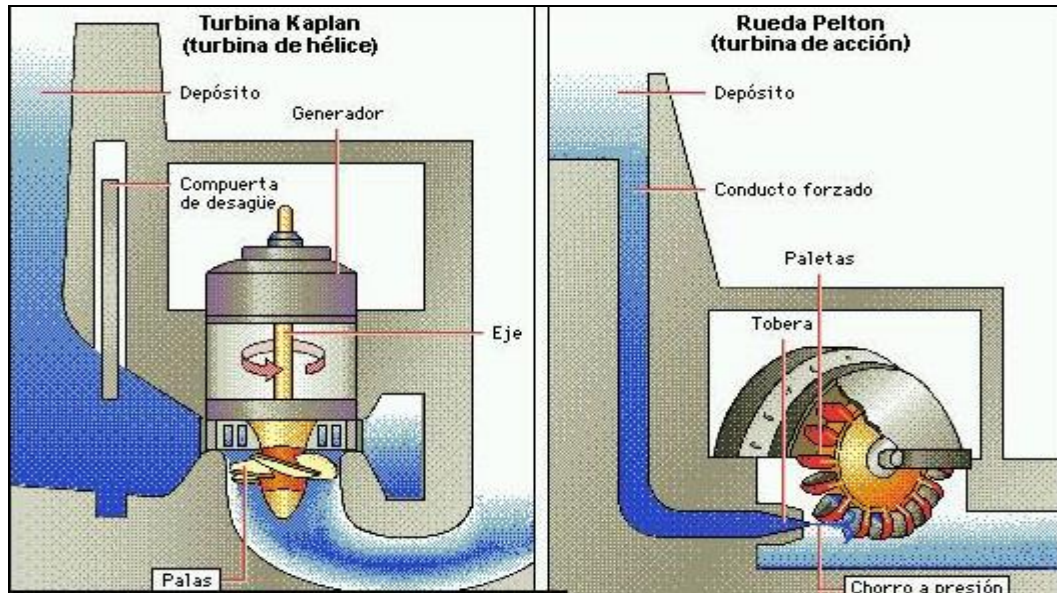


Figura 1. 4: Centrales de Baja Presión

1.3.3. Otros tipos de Centrales Hidroeléctricas

1.3.3.1. Central Mareomotriz:

Son centrales en donde valen del flujo y reflujo de las mareas para generar energía. Pueden ser ventajosas en zonas costeras donde la amplitud de la marea es amplia, y las condiciones morfológicas de la costa permiten la construcción de una presa que corta la entrada y salida de la marea en una bahía. La energía se produce en el momento del llenado y también durante la bajante de la bahía⁴.

1.3.3.2. Central Mareomotriz Sumergida

Centrales donde utilizan la energía cinética de las corrientes submarinas.

⁴ JUAN JOSÉ MANZANO ORREGO – 2007 " Electricidad I. Teoría básica y prácticas - Página 70"

1.4. Elementos Componentes de una Central Hidroeléctrica

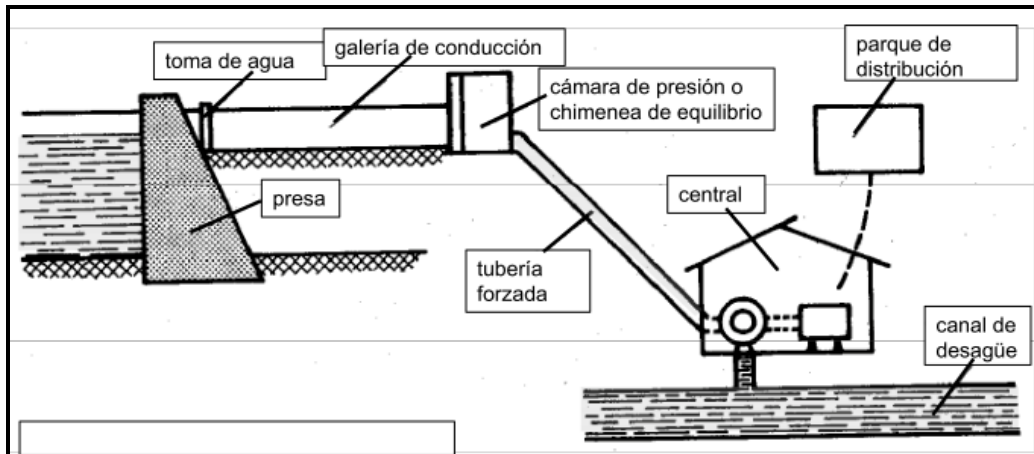


Figura 1.5 : Elementos de una Central Hidroeléctrica

1.4.1. Toma de Agua

Es la zona de obra donde se capta el agua necesaria para el accionamiento de las turbinas. Pueden ser de distintas formas la captación del agua debido a la ubicación de la presa. Las aperturas por donde entra el agua están protegidas para evitar que pasen a la turbina cuerpos en suspensión o flotación.

1.4.2. Presa

Es una construcción, normalmente de hormigón, que se alza sobre el suelo del río y perpendicular a su dirección, con la finalidad de retener el agua, para elevarla a un nivel suficiente y formar un embalse manteniendo las aguas logrando un determinado nivel del agua antes de la contención y otro nivel diferente después de la misma, ese desnivel se aprovecha para producir energía⁵.

Hay 4 tipos diferentes de presas, y son los siguientes:

⁵ ALONSO, L. / TAVEIRA TORRES, "Aguas E Infraestructuras. - Página 137"

- **De gravedad**, que retienen el agua gracias al tipo de materiales empleados, como mampostería u hormigones.
- **De contrafuerte**, formadas por una pared impermeable situada aguas arriba, y contrafuertes resistentes para su estabilidad, situados aguas abajo.
- **De arco-bóveda**, que aprovechan el efecto transmisor del arco para transferir los empujes del agua al terreno.
- **De tierra o escollera**, con un núcleo de material arcilloso, que a veces es tratado químicamente o con inyecciones de cemento.

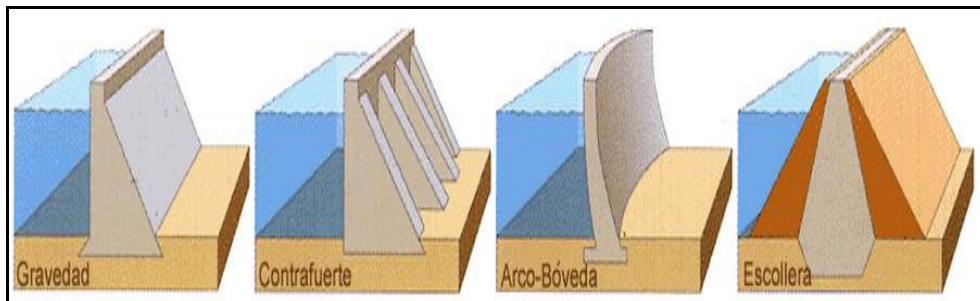


Figura 1. 6: Tipos de presa según su construcción y geografía

1.4.3. Embalse

Es el volumen de agua que queda retenido, de forma artificial, por la presa. Se suele colocar en un lugar adecuado geológica y topográficamente.

1.4.4. Galería de Conducción

La galería de conducción o denominada también de circulación hace que el agua circule debido a los desniveles entre sus extremos y pase de un lugar a otro aprovechando la energía que produce ese movimiento en energía eléctrica, normalmente se encuentran hechos de hormigón con juntas de dilatación para contrarrestar el efecto de los cambios de temperatura⁶.

⁶ ALONSO, L. / TAVEIRA TORRES, "Aguas E Infraestructuras. - Página 145"

1.4.5. Canal de Derivación

El canal de derivación se utiliza para llevar el agua desde la presa hasta las turbinas de la central.

Por lo general se necesita realizar la entrada a las turbinas mediante turbinas forzadas, siendo por ello preciso que exista una cámara de presión donde termina el canal y comienza la tubería denominada canal de derivación.

1.4.6. Cámara de Presión

La cámara de presión es el punto de unión del canal de derivación con la tubería de presión donde amortigua el golpe de ariete⁷. Es un depósito de compensación que sirve para evitar las variaciones bruscas de presión debidas a las fluctuaciones del caudal de agua provocadas por la regulación de su entrada a la cámara de turbinas. El agua fluctúa en ella según la presión de las conducciones y se sitúan en la zona de unión de las galerías de conducción y las tuberías forzadas.

1.4.7. Tubería Forzada o Tubería de Presión

Con el fin de impulsar al fluido y mejorar la capacidad de generación de la presa, el agua se hace correr a través de una gran tubería llamada Tubería Forzada o de Presión, especialmente diseñada para reducir las pérdidas de energía que se pudieran producir, llevando el agua hasta la turbina en la casa de máquinas.

Esta tubería tiene que soportar la presión que produce la columna de agua, además de la sobre presión que provoca el golpe de ariete en caso de parada brusca de la central.

⁷ http://www.construmatica.com/construpedia/C%C3%A1mara_de_Presi%C3%B3n

1.4.8. Aliviaderos

Los aliviaderos son compuertas o válvulas de apertura que permiten el paso del agua desde el embalse hasta el cauce del río, aguas abajo, para evitar el peligro por desbordamiento que podrían ocasionar las crecidas. En esos casos es necesario poder evacuar el agua sobrante sin necesidad de que pase por la central⁸.

1.4.9. Casa de Máquinas o Sala de Turbinas

La Casa de Máquinas denominada también Sala de Turbinas o Central es donde se encuentran los grupos eléctricos para la producción de la energía eléctrica. Conjunto turbina-alternador, turbina y generador, así como los elementos de regulación y funcionamiento. Es el lugar donde cae el agua que proviene de la presa haciendo girar las turbinas que impulsan los generadores eléctricos.

1.4.10. Compuertas de Entrada y Salida

Se emplean para poder dejar sin agua la zona de las máquinas en caso de reparación o desmontaje. Según la disposición general de la casa de máquinas.

1.4.11. Transformadores

El transformador es el equipo que se encarga de convertir la corriente de baja tensión en una corriente de alta tensión y disminuir la intensidad de la corriente eléctrica, para de este modo poder transportarla a grandes distancias con la menor pérdida posible.

1.4.12. Líneas de Transporte de Energía Eléctrica

La electricidad producida se transporta por cables de alta tensión a las estaciones de distribución, donde se reduce la tensión mediante transformadores hasta niveles adecuados para los usuarios.

⁸ <http://ses2.wordpress.com/2012/03/03/centrales-hidroelectricas-18-2/>

1.5. Característica Principal de la Central Hidroeléctrica Catazacón

La central hidroeléctrica CATAZACON fue construida a partir del año 1989 en la localidad de Catazacón perteneciente al cantón Pangua en la provincia de Cotopaxi esta central de generación hidroeléctrica tiene una capacidad aproximada de 1000 KVA consta de todo un sistema de generación por lo que a continuación se explica la definición y el funcionamiento de cada uno de ellos.

1.5.1. Funcionamiento de un Generador Hidráulico

Uno de los aspectos principales dentro de una central hidroeléctrica es el generador hidráulico donde el primer paso para la generación de la energía es la recolección del agua, esta agua cae a través de tuberías a la planta hidráulica y hace girar una gran rueda llamada turbina⁹, ésta convierte la energía cinética del agua caída, en energía mecánica que es conducida al generador de energía Hidráulica, lo que provoca que roten unos imanes en el generador, cuando éstos imanes pasan por la bobina de cobre un campo magnético es creado.

El cual ayuda a la producción de la electricidad, basando su funcionamiento en el principio de inducción electromagnética¹⁰.

La inducción electromagnética es el proceso mediante el cual campos magnéticos generan campos eléctricos. Al generarse un campo eléctrico en un material conductor, los portadores de carga se verán sometidos a una fuerza y se inducirá una corriente eléctrica en el conductor. La fuerza electromotriz (f.e.m.) de una fuente se define como el trabajo realizado del dispositivo por unidad de carga, por lo que las unidades de fuerza electromotriz son los voltios.

⁹ DONALD G. FINK, H. WAYNE BEATY, JOHN M. CARROLL – 1984, “Manual práctico de electricidad para ingenieros - Página 8-60”

¹⁰ http://es.wikipedia.org/wiki/Inducci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica

Un campo magnético genera una corriente eléctrica en un conductor cuando este atraviesa por el mismo de modo que las cargas en el conductor se mueven generando una corriente (corriente inducida). Sólo una variación del flujo del campo magnético con respecto al tiempo genera corriente eléctrica. Además la magnitud de esa tensión eléctrica inducida es directamente proporcional a la longitud del conductor comprendida dentro del campo magnético,

La ley de Lenz explica que las corrientes que se inducen en un circuito se producen en un sentido tal que con sus efectos magnéticos tienden a oponerse a la causa que las originó¹¹.

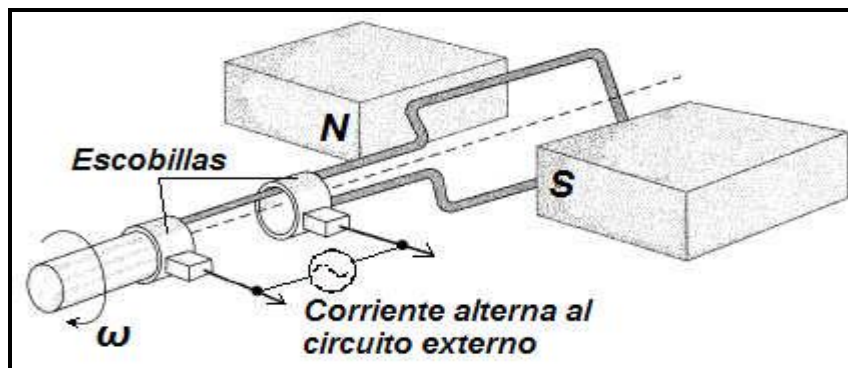


Figura 1. 7: Esquema de Generador Elemental

El generador de corriente alterna (alternador) más simple consiste en una espira que gira con rapidez angular constante en el interior de un campo magnético uniforme producido por un imán o electroimán como se ilustra en la figura 1.7.

Los extremos de la espira están enlazados a unos anillos que giran con ella, la conexión eléctrica se realiza mediante escobillas estacionarias en contacto con los anillos.

¹¹ <http://docencia.udea.edu.co/regionalizacion/irs-404/contenido/capitulo10.html>

Conforme la espira gira cambia el flujo magnético que la atraviesa, debido a que varía el área efectiva que presenta la espira para ser atravesada por el campo magnético, de forma alternativa decrece y crece dicha área de cada media vuelta, la corriente inducida en la espira cambia de sentido originando una corriente alterna.

La generación de la fuerza electromotriz alterna, se produce por el simple hecho de mover una espira conductora dentro de un campo magnético.

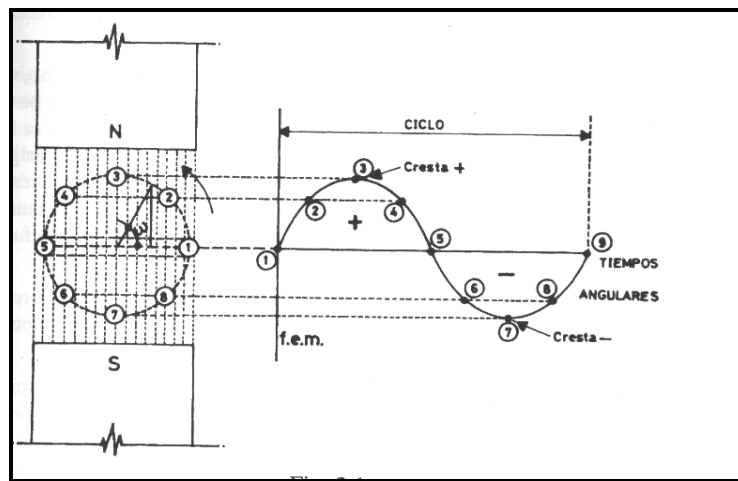


Figura 1. 8: Generación de la fuerza electromotriz (f.e.m.)

Esta fuerza electromotriz cambia de sentido a intervalos de tiempo iguales y va tomando valores absolutos diferentes, según su posición dentro del campo magnético, produciendo siempre unos valores proporcionales a los senos de los ángulos girados por la espira¹², el valor de la f.e.m. inducida depende de:

- De la velocidad relativa del campo magnético y del conductor.
- De la intensidad del campo magnético.
- Del tiempo que dure la variación del flujo.

¹² IRVING L. KOSOW – 1993, “Maquinas Electr (Hispan) Kosow - Página 27”

Cuando la posición de la espira va de 0 a 180 grados y la f.e.m. y la corriente tienen una dirección dada, se dice que es positiva, y cuando la espira va de 180 a 360 grados y por lo tanto cambia el sentido de la f.e.m. y la corriente, se dice que es negativa. Por lo tanto para representar los valores desde 0 a 180 grados de giro se efectúa las anotaciones por encima de la "abscisa" y en las graduaciones de la "ordenada". Y para los valores de 180 a 360 grados se anota los valores en las graduaciones de la ordenada que están por debajo de la abscisa. La curva que se obtiene se la denomina senoide. Un movimiento completo de la espira de nuestro ejemplo, desde 0 hasta 360 grados se denomina ciclo. A la cantidad de ciclos que se cumplen en la unidad de tiempo, o sea en el segundo, se le da el nombre de frecuencia. Lo que hace que un generador eléctrico produzca corriente directa o alterna, es la Existencia o no de un conmutador en las terminales de un embobinado del rotor. La corriente directa es aquella que solo fluye en un sentido mientras que la alterna fluye cambiando periódicamente de sentido¹³.

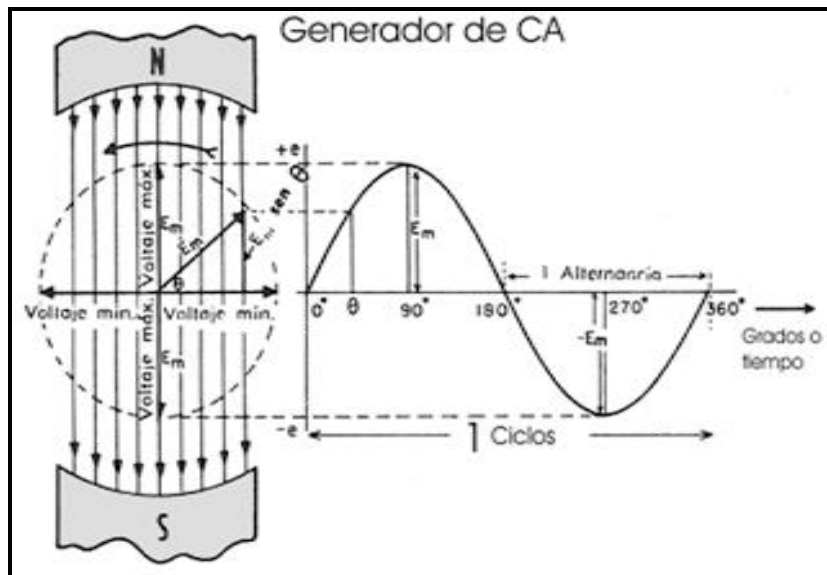


Figura 1. 9: Generación de la corriente alterna

¹³ IRVING L. KOSOW – 1993, "Maquinas Electr (Hispan) Kosow - Página 29"

Puesto que la f.e.m. se induce debido al movimiento relativo entre el conductor y el campo, esto significa que la bobina puede girar en un campo magnético estacionario o también que sea el campo magnético el que gire y la bobina permanezca estática. Y es esto último lo que justamente ocurre generalmente en los grandes generadores como los de una central hidroeléctrica, en donde el rotor o parte móvil produce un campo magnético giratorio dentro de un estator que contiene los devanados de armadura. El propósito de esto es simplificar el problema de los aislamientos de los devanados de alta tensión y a la vez proteger el generador de los esfuerzos mecánicos. Además en este tipo de generadores el estator tiene tres diferentes grupos de bobinas espaciadas 120° eléctricos entre sí enrolladas en el núcleo del estator figura 1.6 esto permite generar tensión trifásica.

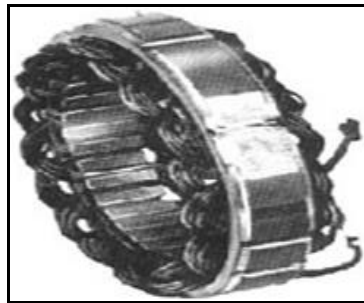


Figura 1. 10: Bobinado del núcleo del estator de un generador hidroeléctrico

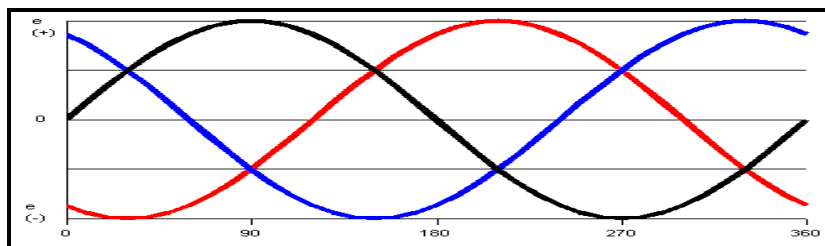


Figura 1. 11: Señales del grupos de bobinas desfasadas 120°

En este caso también se debe tener en cuenta la conexión que van a tener entre sí. Estas pueden ser triángulo o estrella

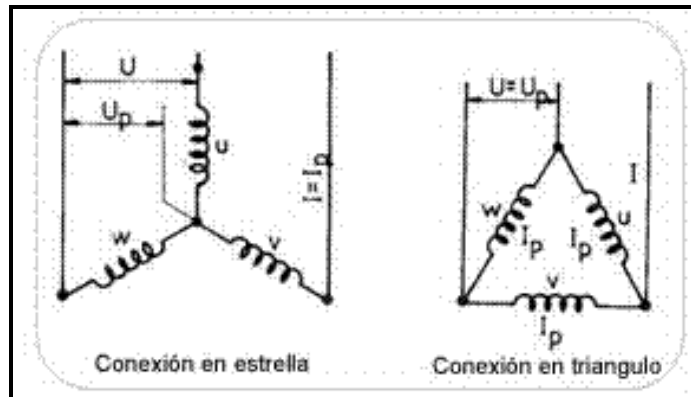


Figura 1. 12: Conexiones eléctrica del estator

La conexión del estator está formado por tres bobinas **u,v,w** unidas formando un circuito.

Tabla 1. 1. Nomenclatura de la conexión del estator

Símbolo	Descripción
U_p	Tensión de Fase
U	Tensión de línea o Total
I_p	Intensidad de fase i
I	Intensidad de línea o total

Además con respecto al inductor también se suele utilizar una inducción por excitación. Esto se logra cambiando el imán permanente por una bobina arrollada a un núcleo de hierro con varias caras externas que hacen las veces de polos. Esto permite; entre otras cosas, controlar la tensión de salida. Que se hace por medio de una caja reguladora¹⁴.

¹⁴ GILBERTO ENRÍQUEZ HARPER – 1988, " El ABC de las máquinas eléctricas - Volumen 2 - Página 209"

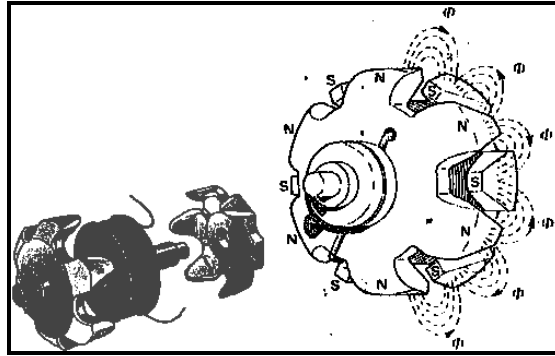


Figura 1. 13: Inducción por excitación ejercida por una caja reguladora

Las revoluciones a las que va a estar sometido un generador inciden en dos aspectos básicos, la tensión y la frecuencia que va a generar el mismo. Faraday dijo que la tensión que engendra es directamente proporcional al flujo cortado, e inversamente proporcional al tiempo empleado en hacerlo. Esto quiere decir que si el campo inductor aumenta la tensión generada también aumentara y si el tiempo en dar una vuelta el rotor (ya sea inductor o inducido) disminuye el voltaje.

Con respecto a la frecuencia esta varía según las revoluciones y las cantidades de polos del inductor. Si las RPM (revoluciones por minuto) y/o las cantidades de polos aumentan la frecuencia también aumenta¹⁵.

En el caso de las revoluciones éstas cambian el tiempo en que se genera la onda, si las RPM aumentan, el tiempo que tarda en generar la onda disminuye y la frecuencia aumenta. En el caso de la cantidad de polos esto hace cambiar la cantidad de ondas que se generan por vuelta, generando una onda completa por par de polos por vuelta. Para calcular la frecuencia se debe dividir la cantidad de par de polos por el tiempo en que tarda en dar una vuelta el rotor. Para calcular esto último se debe dividir 60 segundos por las RPM.

$$T = \frac{60\text{seg}}{\text{RPM}} \quad ; \quad f = \frac{n^{\circ}\text{de par de polos}}{T} \quad \text{Ec. 1.1}$$

¹⁵ GILBERTO ENRÍQUEZ HARPER – 1988, " El ABC de las máquinas eléctricas - Volumen 2 - Página 225"

$$frecuencia = \frac{\#Polos \cdot Velocidad (RPMs)}{60}$$

Ec. 1.2

1.6. Partes Principales del Generador de la Central CATAZACÓN.

A continuación se procede a describir las principales partes del generador y la función que desempeñan:

1.6.1. Excitatriz

Se llama excitatriz a la fuente de alimentación que controla y se encarga de generar el campo magnético rotativo en el rotor de un generador de alterna. Básicamente al incrementar la tensión de continua el campo aumenta y por ende la tensión de salida en alterna del generador se eleva. Inicialmente la excitatriz del generador recibe la alimentación eléctrica de un banco de baterías de corriente continua el cual produce el campo magnético, que induce un voltaje en el bobinado rotativo de la excitatriz el cual se encuentra en movimiento debido a la presión del agua que ejerce el moviendo de las álabes de la turbina. Adicionalmente en el rotor de la excitatriz se encuentra un conjunto de diodos que rectifican el corriente alterna inducido y lo transforma a corriente continua para suministrarlo a la bobina de excitación del generador principal. El objetivo de los diodos en el rotor es que una vez que el generador entra en funcionamiento y produce un voltaje de salida, este es a su vez convierte la corriente alterna en corriente continua para alimentar la excitatriz y así poder reemplazar el banco de baterías¹⁶. El conjunto de diodos es llamado “Diodos Rotativos” y mediante este sistema se invierte el campo excitador y la armadura eliminando el uso de anillos rosantes y permitiendo controlar el voltaje de salida del generador principal por medio del campo excitador que provee al estator.

¹⁶ DONALD G. FINK, H. WAYNE BEATY, JOHN M. CARROLL – 1984, “Manual práctico de electricidad para ingenieros - Página 10-66”



Figura 1. 14: Bobinado rotativo de la excitatriz

1.6.2. Bobina de Excitación o de Campo

Es aquel donde se produce el campo magnético giratorio para el generador, este a su vez recibe un voltaje corriente continua desde la excitatriz y se encuentra conectado al eje giratorio que esta acoplado a la turbina del generador donde su bobinado forma un conjunto de polos.

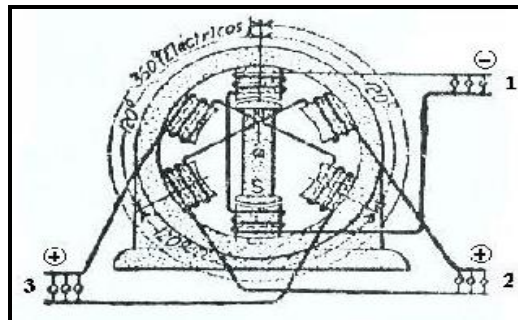


Figura 1. 15: Bobinado de excitación

En este tipo de alternador la corriente inducida sale por tres circuitos 1, 2 y 3 o sea en total 6 cables, dos por circuito o fase.

La salida de las partículas eléctricas que se origina en cada bobina es de una determinada polaridad, así dos de las tres fases son positivas y una negativa, por ejemplo la 2 y 3 son positivas y la numero 1 es negativa, además de ser cada una de las fases alterna.

El conjunto de los tres circuitos independientes se denomina corriente trifásica. Cada circuito está constituido por un par de electroimanes de tal forma que cada uno posee una polaridad norte y una polaridad sur.

1.6.3. Cojinetes o Chumaceras

La función del cojinete es soportar y permitir el giro del árbol transmisor de momento giratorio de una máquina

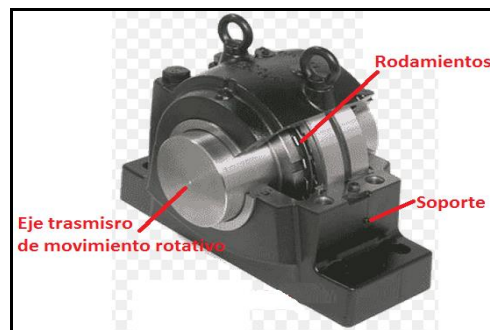


Figura 1. 16: Partes principales de un cojinete

La función que cumple los cojinetes es brindar la máxima estabilidad y por ende reducir a lo posible el movimiento radial¹⁷.

En la unidad generadora existen tres tipos de cojinetes.

- **Cojinete Guía del Generador.-** Se encuentra ubicado por encima del generador y directamente sobre el piso de la sala de máquinas.
- **Cojinete de Empuje.-** particularmente se ubica debajo del generador y soporta el peso de las máquinas.

¹⁷ BRIAN MUTTON – 1983, " Engineering applications- Página 85"

- **Cojinete Guía de Turbina.-** Está situado lo más cerca posible del rodete, sobre la tapa superior de turbina, inmediatamente por encima del cierre estanco o sellado del eje, que consta de un anillo dividido radialmente en dos mitades o bien de una serie de segmentos, que se asientan con perfecto ajuste sobre el eje.

Las superficies en contacto con éste, están recubiertas de metal blanco antifricción y suelen tener tallados verticales o diagonales, unos canales sobre la superficie de contacto con el eje favorecen la circulación de aceite y así lograr su auto lubricación.

1.6.4. Rodete

El rodete consta de diferentes partes; la rueda motriz, es la que está unida rígidamente al eje, montada por medio de chavetas y anclajes adecuados, su periferia esta mecanizada apropiadamente para ser soporte de los cangilones. A los cangilones también se los llama, álabes, cucharas o palas, están diseñados para recibir el empuje directo del chorro de agua. El tamaño y el número de cucharas dependen de las características de la instalación o de la velocidad específica. Cuando menor sea el caudal y mayor la altura del salto, menor será el diámetro del chorro. Las dimensiones de la cuchara vienen ligadas directamente por el diámetro del chorro¹⁸.

1.6.5. Cámara de Descarga

Es una zona donde cae el agua libremente hacia el desagüe después de haber movido el rodete. Para evitar deterioros por la acción de los chorros de agua, especialmente de los originados por la intervención del deflector, se dispone en el fondo de la cámara de descarga una bóveda con una altura de 2 a 3 metros de profundidad para acumular el agua.

¹⁸ WILLIAM F. RILEY, LEROY D. STURGES – 1996, “Ingeniería mecánica - estática. I - Página 218”

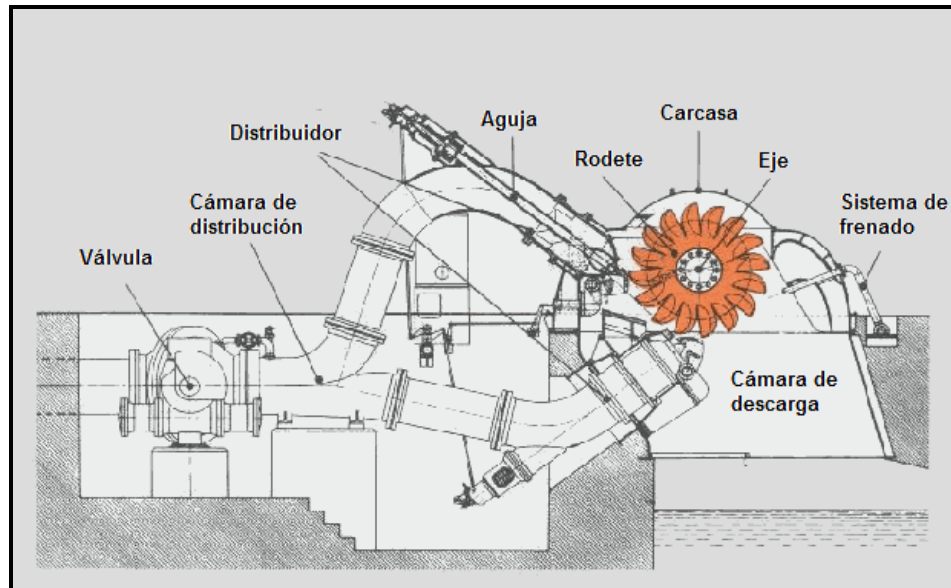


Figura 1. 17: Ilustración de una cámara de descarga

1.7. Sistema de Frenado y Levantamiento

Se puede determinar una parada programada por condiciones operativas o una parada de emergencia por anomalías del generador.

1.7.1. Principio de Funcionamiento.

Los frenos mecánicos o gatos de frenado actúan al 20% de la velocidad nominal, donde su función es el detener la maquina en el menor tiempo posible. Por consiguiente se puede decir que los gatos de frenado actúan cuando la velocidad de rotación supera el 20% de la velocidad nominal, momento en los que los gatos de frenado se friccionan con la pista de frenado.

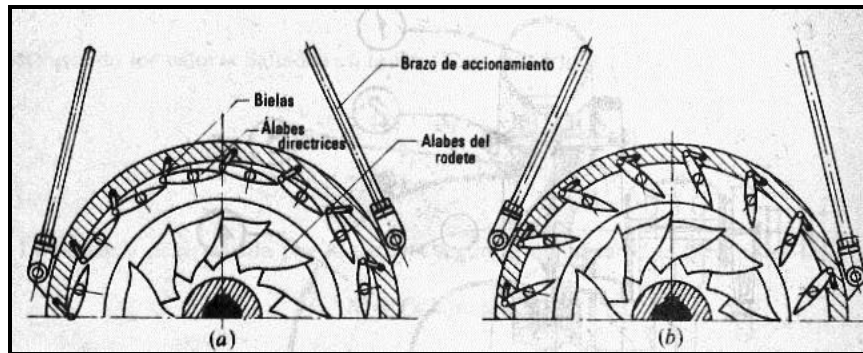


Figura 1. 18: Sistema de frenado de una turbina Francis

El sistema de levantamiento se encarga de levantar al eje principal de la unidad generadora, para que no exista fricción entre las partes móviles y fijas, y de esta forma permite el movimiento rotativo de las unidades.

1.8. Sistema de Enfriamiento

Son sistemas encargados de mantener una temperatura adecuada tanto en la unidad de generación como en el interior de la casa de máquinas, los mismos que permitirán operar la unidad dentro de los límites preestablecidos, de esta forma se asegura la vida útil de la misma y el relativo confort del equipo humano que opera la Central. Los componentes a enfriarse en la unidad generadora son usualmente los cojinetes y el tanque colector de aceite, los bobinados y chapas del estator son refrigerados por medio de radiadores que enfrían el aire circundante al generador¹⁹.

1.9. Sistema Oleodinámico

La regulación es un proceso, según el cual se mantienen parámetros como: temperatura, velocidad, posición, voltaje, caudal; dentro de un rango de funcionamiento preestablecido y de acuerdo a las conveniencias operativas de un sistema.

¹⁹ http://www.cumminspower.com/www/literature/applicationmanuals/t-030f_spanish_p93-115.pdf

Los sistemas de control emplean en la regulación componentes eléctricos, electrónicos, mecánicos, hidráulicos, neumáticos y combinaciones de éstos. Dependiendo de la exactitud, rapidez y estabilidad del control deseado será la complejidad del sistema de regulación. Este sistema es una combinación de transmisiones hidráulicas y mecánicas que en conjunto cumplen con el trabajo de regulación. La velocidad de la unidad está controlada por un regulador electrónico de aire y aceite comprimidos, equipado de un distribuidor para mando de las agujas de los inyectores y de los deflectores.

1.9.1. Válvula Esférica

Su función es abrir o cerrar el paso del agua que viene con potencial de caída mediante el túnel de carga hacia los inyectores de la turbina.



Figura 1. 19: Válvula esférica de apertura y cierre de la central Hidroeléctrica Catazacón

1.10. Sistema de Control y Monitoreo de la Central Hidroeléctrica Catazacón

Las unidades generadoras de la central Hidroeléctrica Catazacón cuentan con equipos específicos para la supervisión y control, que pueden actuar en el momento en que se suscite un problema cuando los grupos generadores se encuentran en operación, la forma como actúa estos sistemas son: Alarma, Bloqueo y Disparo.

Cuando el sistema se pone en alarma este advierte al operador que un evento suscito y que necesita de su atención para tomar las acciones necesarias de acuerdo al procedimiento de operación, también el estado de alarma en un sistema de control puede activar los estados de bloqueo que impiden el arranque de la unidad hasta que el operador haya tomado las acciones correctivas.

Cuando el estado de disparo es producido el sistema advierte y toma la decisión de detenerse en su totalidad, todo esto ocurre cuando la unidad está en funcionamiento normal y se suscita una anomalía de operación.



Figura 1. 20: Planta generadora N° 1 Central Catzacón

1.11. Protección de Corriente en el Eje del Rotor

Consiste en un juego de escobillas acopladas a tierra que se encuentra montado en el eje, que cumplen la función de descargar cualquier tensión que se pueda inducir en el eje debido al efecto del campo magnético del rotor²⁰.

1.12. Supervisión de Temperatura

Las temperaturas supervisadas en los grupos generadores son:

²⁰ <http://www.oocities.org/mecanicoweb/cx5.htm>

- Temperatura de los cojinetes donde se debe monitorear desde la sala de control.
- Temperatura de la turbina.
- Temperatura del eje del generador.

1.12.1. Dispositivos Utilizados en la Medición de la Temperatura

1.12.1.1. Sensores Termo Resistivos

Son dispositivos cuya resistencia cambia a medida que lo hace la temperatura. Los más conocidos son los detectores de temperatura resistiva o RTD (resistencia detectora de temperatura).

1.12.1.2. PT 100

Es un detector de temperatura resistivo basado en la variación de la resistencia de un conductor con respecto a la temperatura que consiste en un alambre de platino (Pt). Que a 0°C tiene 100 ohmios y que al aumentar la temperatura también aumenta la resistencia eléctrica de aquí el nombre de PT 100²¹.

1.12.1.3. NTC

Esta resistencia se caracteriza por su disminución del valor óhmico a medida que aumenta la temperatura, por tanto presenta un coeficiente de temperatura negativo. De ahí la denominación (Negative Temperature Coefficient). Su construcción es a partir de óxidos semiconductores.

²¹ STANLEY WOLF, RICHARD F.M. SMITH – 1992, “Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio”



Figura 1. 21: Sensor NTC

1.13. Supervisión de la Presión en el Regulador de Velocidad Neumático

La presión de aceite en el regulador de velocidad neumático es supervisada de la siguiente forma:

- Presión de aceite en el tanque.
- Presión de aire en el tanque de presión neumática.

1.13.1. Medición de Nivel y Presión de Aceite

La supervisión del nivel y presión de aceite se realiza en los siguientes equipos de la unidad.

- Nivel de aceite en los cojinetes
- Presión de aceite en el cojinete guía turbina
- Nivel y presión de aceite en el tanque acumulador y circuitos de regulación del sistema oleodinámico

1.13.2. Dispositivos Utilizados en la Medición de Presión

1.13.2.1. Manómetro

Instrumento medidor e indicador de la presión de un fluido mide que el nivel de aceite en el cojinete guía turbina sea el adecuado, basándose en que la presión del aceite que se produce al girar la unidad generadora sea la adecuada.

Su indicación es tipo visual y de acción sobre contactos que abren o cierran circuitos para realizar el control²².

1.13.2.2. Presóstato

Instrumento que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.

1.13.2.3. Flotadores de Nivel.

Se utilizan para determinar si el nivel de aceite se encuentra en Alto-Alto, Alto, Normal, Bajo y Bajo-Bajo, con una salida de tipo contacto a 125 VCD.

1.13.2.4. Medidores de Nivel de Cristal

Consiste en un tubo de vidrio con sus extremos conectados al tanque mediante bloques metálicos y válvulas. Se usan por lo general tres válvulas: Dos de cierre de seguridad y mantenimiento en los extremos del tubo, con las cuales se impide la fuga de líquido en caso de ruptura del tubo; y una válvula de purga²³.

1.13.3. Medición de Presión de Aire

Se utiliza manómetros de indicación visual y presóstato de contactos para el monitoreo de la presión del aire comprimido del grupo Moto-Compresor.

1.13.4. Medición de Nivel de Agua en el Tanque de Presión

Para la medición del nivel de agua en el tanque de abastecimiento a los grupos generadores se utiliza:

²² JOSÉ ACEDO SÁNCHEZ – 2006, “Instrumentación y control avanzado de procesos - Página 31”

²³ <http://www.tecnoficio.com/docs/doc60.php>

1.13.4.1. Flotador

Instrumento de medición que utiliza un cuerpo hueco (flotador) el cual flota sobre la superficie del líquido variando su posición de acuerdo a los cambios de nivel, unido por un cable que se desliza el cual simula un juego de poleas que se mueve de arriba hacia abajo y viceversa debido a los cambios en el nivel del líquido. Este movimiento del flotador puede ser transformado por diversos medios en una acción de indicación, registro o control.

1.13.4.2. Boya

La medición es directa de nivel de líquidos en tanques, se lleva a cabo por medio del método del flotador y cable, (Boya) pero está limitado a líquidos limpios. Este sistema no depende de la presión hidrostática para la medición de nivel.

Son instrumentos que se auto-opera por el movimiento del flotador sobre la superficie del líquido. La medición por medio de Boyas flotadoras y cable es más factible encontrarlas en las plantas de tratamiento de agua²⁴.

1.14. Sistema de Medición de Parámetros Eléctricos

En los sistemas eléctricos de corriente alterna se manejan normalmente diferencias de potencial e intensidades de corriente considerablemente altas, por ello y con el fin de proteger al personal y aislar eléctricamente los equipos primarios de los equipos de medición y protección, se utilizan equipos que son alimentados por magnitudes proporcionalmente menores, copiadas fielmente del sistema a través de dispositivos especiales llamados transformadores de instrumentos.

El comportamiento de los transformadores de instrumentos es crítico para la protección y medición, ya que esto será solo tan eficientemente exacto como lo sean estos según los parámetros eléctricos que se manejen.

²⁴ JOSÉ ACEDO SÁNCHEZ – 2006, “Instrumentación y control avanzado de procesos - Página 50”

Existen dos tipos de transformadores de instrumentos que son los transformadores de corriente y los transformadores de potencial.

1.14.1. Transformadores de Corriente

Son instrumentos utilizados para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de medida²⁵.

Los valores nominales de los transformadores de corriente se definen como relaciones de corriente primaria a corriente secundaria. Las relaciones típicas de un transformador de corriente podrían ser.

Tabla 1. 2. Relación de transformación del transformador de corriente

Primario [A]	Secundario [A]
600	Equivale a 5
800	Equivale a 5
1000	Equivale a 5

Los valores nominales de los transformadores de corriente son de 5 A, 1 A.

Son dispositivos en donde la corriente secundaria, dentro de las condiciones normales de operación es prácticamente proporcional a la corriente primaria, aunque ligeramente desfasada estos desarrollan dos tipos de función:

- Transformar la corriente y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión.

El primario del transformador que consta de muy pocas espiras se conecta en serie con el circuito cuya intensidad se desea medir y el secundario se conecta en serie con las bobinas de corriente de los aparatos de medición y de protección que requieran ser energizados.

²⁵ <http://electricidad-viatger.blogspot.com/2008/05/la-medida-de-intensidad-de-corriente-en.html>

Las espiras del arrollamiento primario suelen ser una o varias, las cuales se pueden a su vez dividir en dos partes iguales y conectarse en serie o paralelo para cambiar la relación, estas espiras atraviesan un núcleo magnético, cuya forma suele ser cerrada tipo toroidal o puede tener un cierto entrehierro, sobre el cual se arrollan las espiras del secundario de una forma uniforme, consiguiendo así reducir al mínimo el flujo de dispersión. Este arrollamiento es el que se encarga de alimentar los circuitos de intensidad de uno o varios aparatos de medida conectados en serie²⁶.

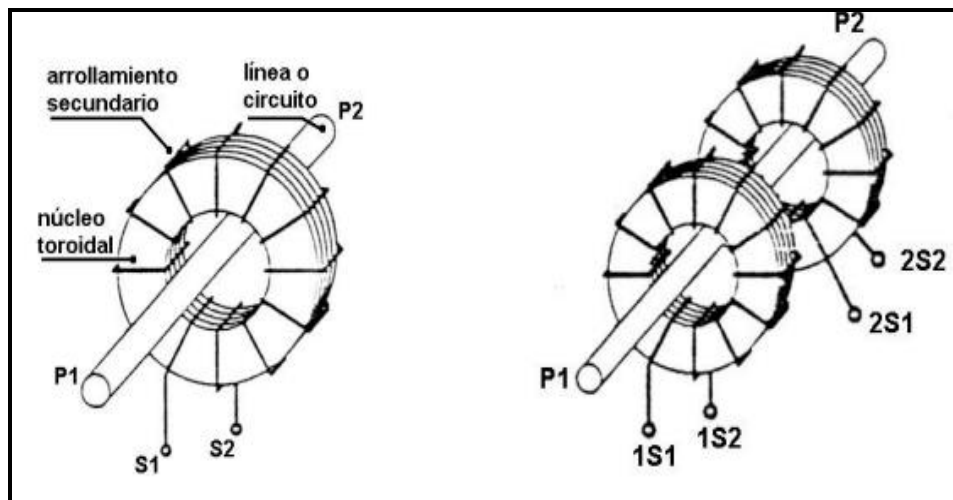


Figura 1. 22: Estructura de un transformador de corriente

1.14.2. Tipos de Transformadores de Corriente

1.14.2.1. Tipo Primario Devanado

Consta de dos devanados primarios y secundarios totalmente aislados y montados permanentemente sobre el circuito magnético.

²⁶ <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/moduloii.pdf>

1.14.2.2. Tipo Barra

Es similar al tipo primario devanado, excepto en que el primario es un solo conductor recto de tipo barra.

1.14.2.3. Tipo Toroidal

Tiene un devanado secundario totalmente aislado y montado permanentemente sobre el circuito magnético y una ventana a través de la cual puede hacerse pasar un conductor que proporciona el devanado primario.

1.14.3. Conexiones Trifásicas de un Transformador de Corriente

Es prácticamente universal utilizar un transformador de corriente por fase, tres transformadores de corriente para un sistema trifásicos.

En este caso los secundarios se conectan en estrella con el neutro sólidamente a tierra, tal como se ilustra en la siguiente figura.

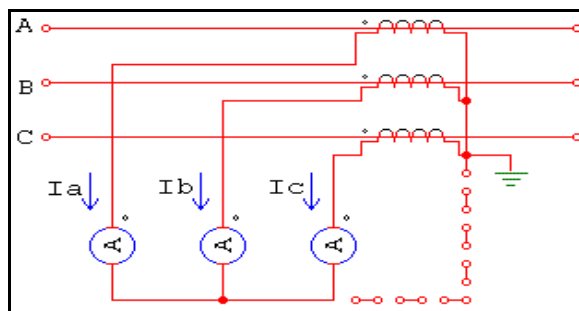


Figura 1. 23: Conexión Trifásica sin hilo Neutro

Si el circuito de potencia es un circuito de 3 hilos sin hilo neutro, la suma instantánea de las tres corrientes de línea que circulan por los primarios hacia la carga y por lo tanto la suma de las corrientes del secundario también debe ser nula si los tres transformadores son iguales.

En consecuencia puede suprimirse la conexión entre el neutro de los secundarios conectados en estrella y el de los amperímetros, señalada en la figura 23 con línea de trazos.

En cambio, esta conexión es necesaria cuando el circuito tiene un hilo neutro. También se puede utilizar la siguiente conexión de la figura 1.24.

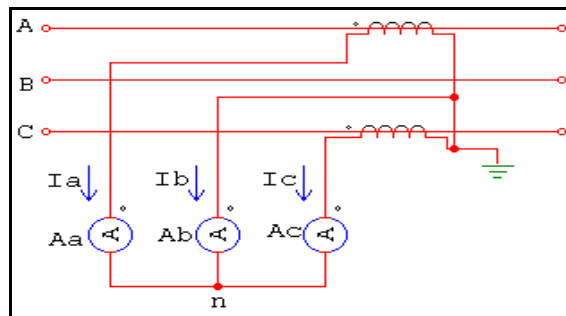


Figura 1. 24: Conexión Trifásica Con Hilo Neutro

Los amperímetros Aa y Ac están directamente en serie con los dos transformadores de corriente, y por lo tanto, indican las intensidades de las corrientes que circulan por las líneas A y C. La primera ley de Kirchoff aplicada al nudo n, da como relación entre las corrientes de los secundarios.

$$I_a + I_b + I_c = 0 \quad \text{Ec. 1.3}$$

1.14.4. Transformador de Potencial

Es un transformador cuyo arrollamiento primario es de alto voltaje y un secundario de baja tensión. Tiene una potencia nominal muy baja y su único objetivo es suministrar una muestra de voltaje del sistema de potencia, para que se mida con instrumentos incorporados, puesto que es un reductor de tensión²⁷.

²⁷ E.E. STAFF, "Circuitos magnéticos y transformadores"

El enrollado primario de un transformador de potencial se conecta en paralelo con el circuito de potencia y en el secundario se conectan los instrumentos o aparatos de medida o protección.

1.14.5. Errores en los Transformadores de Potencial

Existen 2 tipos de errores que afectan a la precisión de las medidas hechas con transformadores de potencial.

1.14.5.1. Error de relación: Es la diferencia entre la relación verdadera entre la tensión del primario y secundario y la relación indicada en la placa característica.

1.14.5.2. Error de ángulo: Es la diferencia en la posición de la tensión aplicada a la carga secundaria y la tensión aplicada al devanado primario.

En el transformador de potencial interesa que los errores en la relación de transformación y los errores de ángulo entre tensión primaria y secundaria se mantengan dentro de ciertos límites. Esto se obtiene sobredimensionando tanto el núcleo magnético como la sección de los conductores de los enrollados.

La magnitud de los errores depende de la característica de la carga secundaria que se conecta al transformador de potencial²⁸.

1.14.6. Conexiones Trifásicas

Para conectar transformadores de potencial en forma trifásica se usan dos tipos de conexiones usualmente estas son.

- **Conexión estrella-estrella:** Se utiliza cuando se requiere neutro en el secundario.

²⁸ <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/moduloii.pdf>

- **Conexión en delta:** Esta conexión se utiliza cuando no se requiere neutro secundario, es más económica ya que se requiere solo dos transformadores de potencial.

1.14.7. Protección Eléctrica en el Sistema de Generación

Se utiliza instrumentos dedicados a realizar la protección de todos los dispositivos empleados en una central de generación tales como:

1.15. Relé Digital de Protección

El relé digital de protección, o relé numérico, es un relé de protección que utiliza un microprocesador previamente acondicionado para analizar tensiones de la red de energía, corrientes u otras cantidades de proceso con el propósito de detección de fallos en un sistema de proceso industrial.

1.15.1. Disyuntor

Un disyuntor o interruptor de potencia es un equipo cuya función es la de encender y apagar las corrientes eléctricas en las redes de distribución y de transmisión de potencia para las operaciones de rutina y la protección de otros equipos.

Este dispositivo es el encargado de desconectar una carga o una parte del sistema eléctrico, tanto en condiciones de operación normal (máxima carga o en vacío) como en condición de cortocircuito. La operación de un interruptor puede ser manual o accionada por la señal de un relé encargado de vigilar la correcta operación del sistema eléctrico, donde está conectado²⁹.

Los disyuntores más comúnmente utilizados son.

²⁹ DONALD G. FINK, H. WAYNE BEATY, JOHN M. CARROLL – 1984, “Manual práctico de electricidad para ingenieros - Página 33-7”

1.15.2. Disyuntor Magnético

Es un interruptor automático que utiliza un electroimán para interrumpir la corriente cuando se da un cortocircuito. En funcionamiento normal, ésta pasa por la bobina del electroimán creando un campo magnético débil.

Si la intensidad es mayor de un determinado valor, el campo magnético creado es suficientemente fuerte como para poner en funcionamiento un dispositivo mecánico que interrumpe la corriente eléctrica. El valor de esta corriente suele ser de entre 3 y 20 veces mayor que la corriente nominal, protegiendo al circuito de cortocircuitos.

1.15.3. Disyuntor Magneto-Térmico

Es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule³⁰). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

1.15.4. Partes Fundamentales del Disyuntor

1.15.4.1. El electroimán

Es aquel que produce un campo magnético, según la ley de ampere³¹. Al producirse un cortocircuito, el campo magnético aumenta de manera directamente proporcional al aumento de la corriente, a tal punto que logra ser lo suficiente potente como para separar los contactos de la llave y hace "accionar" al disyuntor.

³⁰ http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Joule

³¹ <http://pis.unicauca.edu.co/moodle/file.php/61/capitulo%208/html/ley%20de%20ampere.htm>

1.15.4.2. La Lámina Bimetálica

Consiste en el soldado de 2 chapas de diferente material, que tienen diferente coeficiente de dilatación. Al producirse una sobrecarga, la lámina bimetálica se dilata y sus contactos se separan accionado al disyuntor. Los interruptores termomagnético se accionan dependientemente de la calibración que tengan.

1.15.4.3. Cámara de Extinción

Es una recámara en donde se ubica toda la parte mecánica de conexión y desconexión de las láminas sirve como protección para el dispositivo cuando se produce la desconexión evitando de este modo una propagación del arco eléctrico producido por la desconexión mecánica de las láminas debido a la gran cantidad de corriente que circula por dichas laminas³².

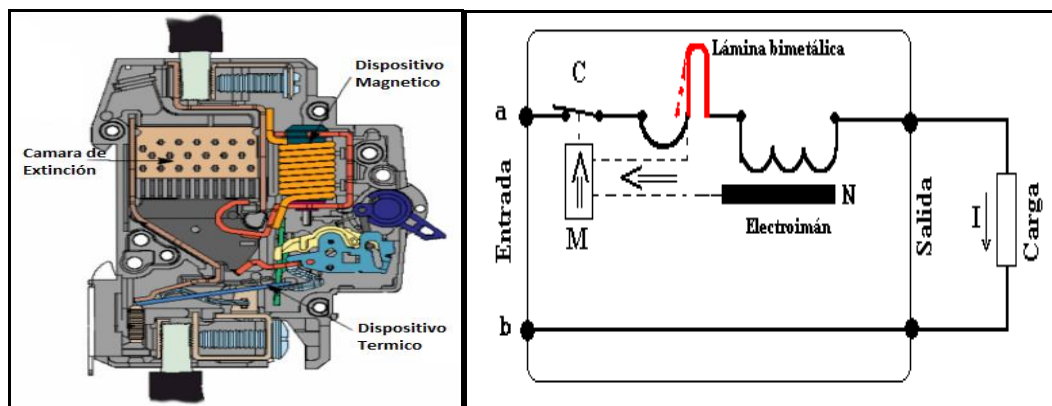


Figura 1. 25: Partes del Disyuntor y el funcionamiento del electro Imán

1.16. Sistema de Comunicación de la Central Hidroeléctrica

³² RONALD UGALDE, "Principios de electrotecnia - Página 112"

1.16.1. Redes de Comunicación

Una red de comunicación es básicamente un conjunto o sistema de equipos informáticos conectados entre sí, por medio de dispositivos físicos que envían o reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio para el transporte de datos con la finalidad de compartir datos, información, recursos y ofrecer servicios.

1.16.2. Tipos de Comunicación

Las comunicaciones industriales se pueden realizar de forma alámbrica e inalámbrica en la comunicaciones de tipo alámbrica también llamada comunicación por cable, pues tiene lugar a través de líneas o cables que unen al emisor y a el receptor.

1.16.3. Protocolos de Comunicación

un protocolo de comunicaciones es un conjunto de reglas y normas que permiten que dos o más entidades de un sistema de comunicación se comuniquen entre ellos para transmitir información por medio de cualquier tipo de variación de una magnitud física. Se trata de las reglas o el estándares que define la sintaxis, semántica y la sincronización de la comunicación; así como, posibles métodos de recuperación de errores³³.

1.16.4. Protocolo de Comunicación Serial

La comunicación serial es un protocolo muy común para comunicación entre dispositivos que se incluye de manera estándar en prácticamente cualquier computadora utilizando el estándar RS-232 (ANSI/EIA-232). Es utilizado para una gran variedad de propósitos, así como instrumentación industrial. RS-232 en lo que respecta a la distancia y velocidad del estándar.

³³ JOSÉ LLANOS LÓPEZ, "CIRCUITOS ELECTRICOS AUXILIARES GM 11 CF - Página 127"

RS-232 está limitado a comunicaciones de punto a punto entre los dispositivos y el puerto serial de la computadora. El hardware de RS-232 se puede utilizar para comunicaciones seriales en distancias cortas.

1.16.5. Estándar de Comunicación RS-232

La interfaz RS-232 puede operar en distancias de hasta 15 metros con velocidades de transmisión no superiores a 20 kbps.

La velocidad máxima absoluta puede variar en función de las condiciones de la línea y la longitud del cable opera frecuentemente a 38,4 Kbps sobre distancias muy cortas o niveles de voltaje definidos por el estándar RS-232 q van desde -12 a +12 voltios. La interfaz RS-232 es una interfaz no balanceada o de una sola terminación, lo que significa que una señal eléctrica única es comparada con una señal común (tierra) para determinar los estados lógicos binarios. Un voltaje de +12 voltios (normalmente de +3 a +15 voltios) representa un 0 binario (espacio), y -12 voltios (de -3 a -15 voltios) representa un 1 binario (marca).

1.16.6. Estándar de Comunicación RS-485

Es un protocolo de comunicación serial definido como estándar de comunicaciones en bus de la capa física del Modelo OSI³⁴ está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias sus grandes prestaciones como la velocidad de comunicación, la distancia de trabajo y su inmunidad al ruido convierten a este medio de comunicación en un sistema robusto, junto con su simplicidad hacen del estándar RS-485 un sistema ampliamente utilizado en las redes de comunicación industriales.

La norma RS-485 solo define las características eléctricas del emisor y receptor, que se pueden utilizar para realizar una comunicación multipunto equilibrada, RS-485 representa el estándar de la capa física en los sistemas de comunicaciones.

³⁴ <http://support.microsoft.com/kb/103884/es>

1.16.7. Principales Características del Estándar RS-485

- Interfaz digital balanceada.
- Operación en comunicaciones Multipunto o redes.
- Utilización de una sola fuente de alimentación.
- Una tensión en modo común de -7 V a +12 V.
- Hasta 32 unidades de carga por cada driver.
- Velocidad máxima de 10 Mbps para transmisión de datos a 12,19 metros.
- Máxima longitud del cable de 12,19,20 metros a 100 kbps.

1.17. Protocolo de Comunicación Industrial MODBUS

Modbus es un protocolo de comunicación serie común utilizado en entornos industriales, sistemas de telecontrol y monitorización. Lo que implica de forma implícita que tanto a nivel local como a nivel de red, en su versión TCP/IP, seguirá siendo uno de los protocolos de referencia en las llamadas Smart Grids, redes de sensores y telecontrol. El objeto del protocolo Modbus es la transmisión de información entre distintos equipos electrónicos conectados a un mismo bus.

Existiendo en dicho bus un solo dispositivo maestro (Master) y varios equipos esclavos (Slave) conectados. En su origen estaba orientado a una conectividad a través de líneas serie como pueden ser RS-232 o RS-485, pero con el paso del tiempo han aparecido variantes como la Modbus TCP, que permite el encapsulamiento del Modbus serie en tramas Ethernet TCP/IP de forma sencilla³⁵

1.17.1. Funcionamiento y Elementos de una Red MODBUS

El funcionamiento tiene una base muy sencilla: El Master pregunta y los Slaves responden o actúan en función de lo que este diga.

³⁵ <http://fieldbus.wikispaces.com/Modbus>

Un dispositivo conectado al bus ejerce de maestro solicitando información del resto de dispositivos conectados que ejercen como esclavos y son quienes, suministran la información al primero. Según el estándar Modbus y dada su implementación, en una red Modbus habrá un Master y hasta un máximo de 247 Dispositivos Slave. Esta limitación está determinada por el simple hecho que en una trama Modbus la dirección del esclavo se representa con un solo Byte, existiendo algunas direcciones reservadas para propósitos específicos, en una red Modbus todos los dispositivos esclavos deben tener una dirección asignada que debe estar comprendida entre la 1 y la 247. Desde un punto de vista práctico, no pueden co-existir dos dispositivos esclavos con la misma dirección Modbus. Dentro de la trama Modbus RTU, la dirección del esclavo corresponde al primer byte. En una red Modbus el Master no sólo puede ejercer la función de recompilar información de los esclavos mediante preguntas, sino que puede interactuar con ellos o alterar su estado, pudiendo escribir además de leer información en cualquiera de ellos.

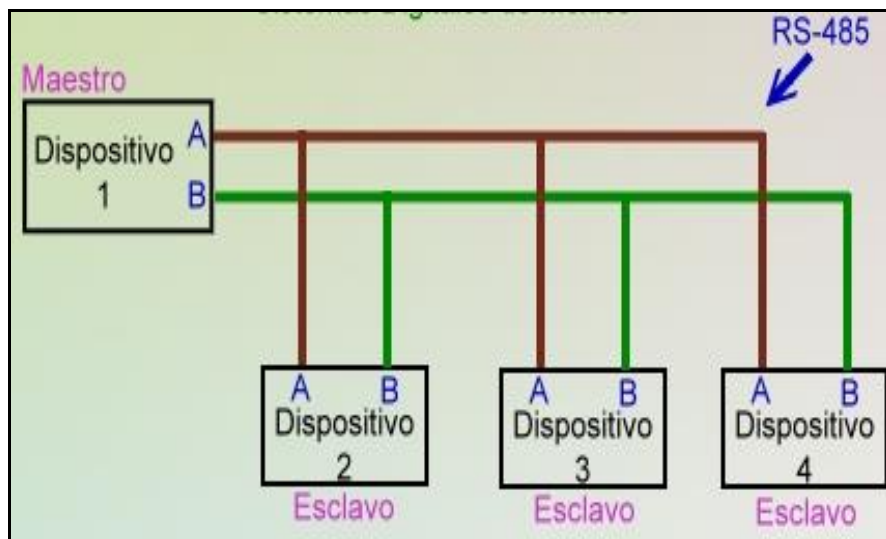


Figura 1. 26: Esquema de una red Modbus maestro-esclavo

1.18. Comunicación Inalámbrica

La comunicación inalámbrica o sin cables es aquella en la que extremos de la comunicación (emisor/receptor) no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, entre los cuales encontramos: antenas.

1.18.1. Estándar de Comunicaciones 802.15.4

IEEE 802.15.4 es un estándar que define el nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal con tasas bajas de transmisión de datos. El propósito del estándar es definir los niveles de red básicos para dar servicio a un tipo específico de red inalámbrica de área personal

El nivel físico (PHY) provee el servicio de transmisión de datos sobre el medio físico propiamente dicho, así como la interfaz con la entidad de gestión del nivel físico

El control de acceso al medio (MAC) transmite tramas MAC usando para ello el canal físico. Además del servicio de datos, ofrece una interfaz de control y regula el acceso al canal físico y al balizado de la red³⁶.

1.18.2. Protocolo de Comunicación Zig-Bee

Zig-Bee es un protocolo de comunicaciones inalámbricas basado en el estándar 802.15.4, está creado para comunicaciones a baja velocidad entre dos o varios dispositivos. Se basa en el estándar de comunicaciones 802.15.4 que define el hardware y software de las capas Física y del control de acceso al medio. Cada capa es responsable de una serie de funciones necesarias para la comunicación, Zig-Bee añade capas sobre las dos capas anteriores del 802.15.4, una capa no sabe nada sobre la capa que está por encima de ella y cada capa que añadimos añade una serie de funciones a la base de las inferiores.

³⁶ es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4

Cualquier dispositivo de un fabricante que soporte este estándar de comunicaciones y pase la certificación correspondiente, podrá comunicarse con otro dispositivo de otro fabricante distinto. Un dispositivo Zig-Bee esta formado por una radio según el estándar 802.15.4 conectada a un microcontrolador con la pila (stack) de Zig-Bee, donde se implementan las capas por encima de las del 802.15.4. Esta pila está diseñada para poder ser implementada en microcontroladores de 8 bits.

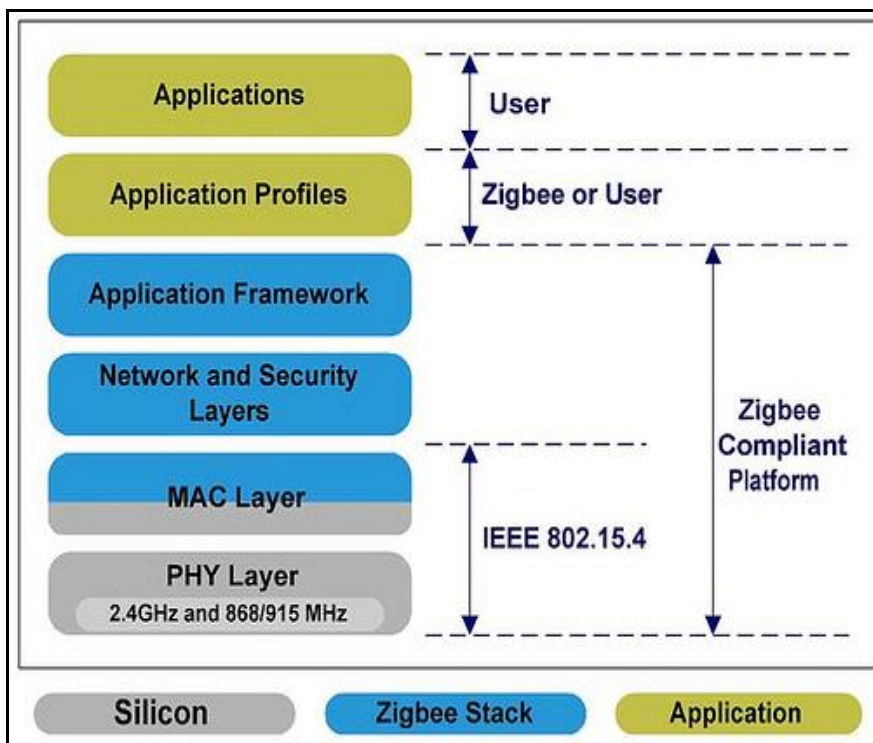


Figura 1. 27: Niveles de aplicación de Zig-Bee en el modelo OSI

1.18.3. Características de las Redes con Dispositivos Zig-Bee

- Velocidad de transmisión entre 25-250 kbps.
- Los dispositivos de estas redes pueden funcionar en un modo de bajo consumo, lo que supone años de duración de sus baterías.
- Opera en la frecuencia de 2.4 GHz (16 canales) y también en las frecuencias de 868 MHz y 915 MHz.

- Es un protocolo fiable, la red se organiza y se repara de forma automática y se rutean los paquetes de manera dinámica.
- Es un protocolo seguro ya que se puede implementar encriptación y autenticación³⁷.

1.19. Interface Persona Máquina HMI

Un sistema de Interfaz Persona Máquina permite al operador humano realizar la supervisión del funcionamiento adecuado de un proceso de producción de manera gráfica mediante un dispositivo de interfaz con el operador, de tal forma que él pueda tomar decisiones y acciones oportunas sobre el proceso aún sin la necesidad de estar presente en forma física. El HMI proporcionar información confiable y a tiempo, desde el proceso hacia el operador, y viceversa. La información que recibe y suministra el operador desde y hacia el proceso son los valores de las variables físicas más críticas que intervienen tales como temperatura, presión, nivel, caudal, velocidad, voltaje, corriente, etc., y el estado operativo de los elementos de control final como por ejemplo electroválvulas, motores, bombas, contactores, inyectores, etc.

1.19.1. Ventajas de un Sistema HMI

Al disponer de todos estos datos el HMI puede proporcionar al operador de lo siguiente:

- Seguir de forma gráfica la secuencia de los pasos necesarios para poner en marcha o detener el proceso. Puede ser que aquellos pasos sean realizados manualmente por el operador, de manera automática por controladores lógicos, o una mezcla de ambos métodos.
- Advertir de anomalías en el proceso por medio de la activación de alarmas visuales y/o audibles.

³⁷ Revista Ciencia y Tecnología, “Proyectos con microcontroladores - Página 118”

- Llevar un registro histórico de la ocurrencia de las alarmas con el objetivo de determinar las causas reales del problema que las originó. Esto es de suma utilidad en especial para el personal de mantenimiento que deberá realizar las acciones correctivas del caso.

1.20. Controlador Lógico Programable

Un controlador lógico programable PLC es un dispositivo operado digitalmente, que usa una memoria para el almacenamiento interno de instrucciones con el fin de implementar funciones específicas, tales como lógica secuencial, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas, para controlar a través de entradas y salidas digitales o analógicas, varios tipos de máquinas o procesos³⁸.

1.20.1. Elementos que Contienen un PLC son:

- Unidad central de proceso
- Módulos de entrada
- Módulos de salida
- Fuente de alimentación
- Dispositivos periféricos interfaces

1.20.2. Funcionamiento del PLC

El PLC posee una CPU, Memoria, periféricos, etc. La CPU, también llamada unidad central de proceso es la encargada de ejecutar el programa almacenado en la memoria por el usuario. Se considera que la CPU toma una a una las instrucciones programadas por el usuario y las ejecuta. Cuando llega al final de la secuencia de instrucciones programadas, la CPU vuelve al principio y sigue ejecutándolas de manera cíclica.

³⁸ ENRIQUE MANDADO, “Controladores Logicos Y Automatas Programables”

Como se dijo, la memoria almacena el programa de aplicación o del usuario pero además guarda el estado de variables internas del programa. Los periféricos constituyen la interfaz entre el PLC y el sistema controlado.

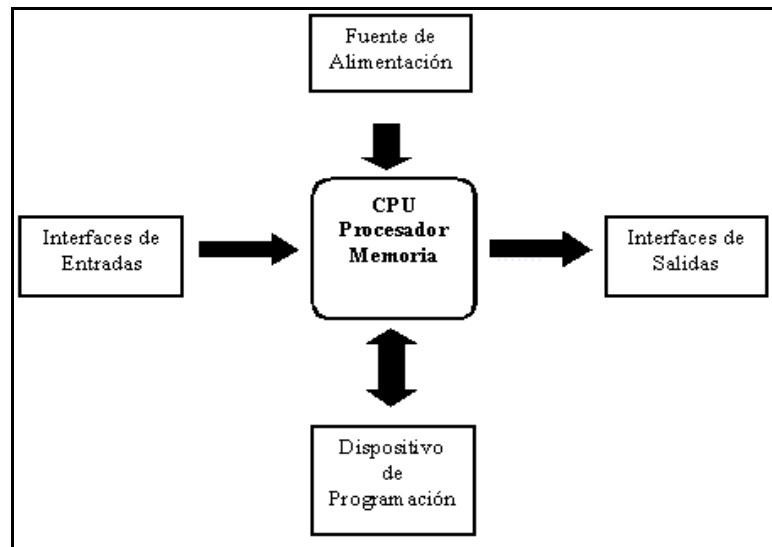


Figura 1. 28: Diagrama de bloques de un PLC

La unidad central de proceso CPU es el cerebro del PLC este toma las decisiones relacionadas al control de la maquina o proceso durante su operación.

Los módulos de entrada y salida son la sección del PLC en donde sensores y actuadores son conectados y a través de los cuales el PLC monitorea y controla el proceso.

1.20.3. Tipos de PLC

Se clasifican en dos grupos Compactos y Modulares:

1.20.3.1. PLC Unitario o Compacto

Es el tipo más sencillo de controlador y contiene todos los componentes básicos de sistema en una única carcasa o caja.

Estos componentes incluyen habitualmente el procesador, que ejecuta el software, además de los puertos para las conexiones de entrada y salida. Los PLC unitarios, normalmente, se conectan de manera directa al dispositivo o aplicaciones a controlar, incluyen memoria interna para almacenar programas.

Poseen puertos digitales de entrada y salida y un puerto de comunicaciones usado para programar la unidad esta configuración es típico en muchos sistemas unitarios.

1.20.4. Ciclo de Funcionamiento

Autómata en RUN: El procesador ejecuta el tratamiento interno, la confirmación de entradas, el tratamiento del programa y la actualización de las salidas.

Autómata en STOP: En este caso no se ejecuta el tratamiento del programa.

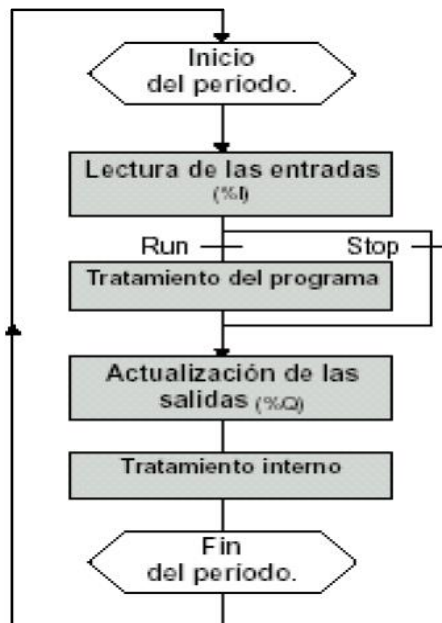


Figura 1. 29: Ciclo de funcionamiento de un PLC

CAPITULO 2

2. ANALISIS Y DISEÑO

2.1. Delimitaciones y Especificaciones del Proyecto

Para realizar el siguiente proyecto se procedió a realizar un análisis de las principales variables físicas que intervienen en el proceso de generación hidroeléctrica por parte de la Unidad Generadora N°1 (U1), y Unidad Generadora N°2 (U2) y se seleccionó cuales variables serán monitoreadas en el sistema de supervisión y monitoreo a través de una interfase HMI que se desarrollará en este proyecto. También se pretende facilitar el inconveniente de que en la central no existe la manera de registrar y monitorear las variables del proceso en tiempo real puesto que los instrumentos que existen al momento no poseen la capacidad de poder realizar dicho sistema por lo que se realizó el estudio para implementación de nuevos dispositivos capaces de brindar estos servicios y poder de esta manera desarrollar en base al presupuesto disponible por la empresa y también a un tiempo de duración razonable.

2.2. Diseño del Sistema de Supervisión

A continuación se procede a realizar el diseño y selección de los elementos y equipos que se necesitan para monitorear las señales seleccionadas tanto en la Unidad generadora N°1 como en la Unidad generadora N°2, tratando en lo posible de utilizar los dispositivos que actualmente posee la empresa Elepco S.A. como son:

- PLC compacto Twido TWDLCAA16DFR
- Paquete de software Labview
- Multímetro digital Lovato

Adicionalmente se explica la lógica de programación implementada en el Twido TWDLCAA16DFR que se utilizó para el procesamiento de las señales de la U1 y U2 la misma que se encuentra impresa en su totalidad en el Anexo 5 “Lógica de Programación del Twido TWDLCAA16DFR”.

En cuanto a la interfase HMI desarrollada en el paquete de software Labview, su programación y funcionamiento se puede encontrar en el Anexo 10 “Programación del HMI en Labview”.

De igual manera para la programación y parametrización de los diferentes controladores de temperatura y presión se puede hallar en el Anexo 1 y Anexo 3 “Configuración de los Medidores-Controladores de Temperatura, Presión”.

La configuración de los dispositivos utilizados en la comunicación inalámbrica se puede encontrar en el Anexo 4 “Configuración de los módulos X-Bee”

2.3. Detección de la Temperatura en los Cojinetes y la Turbina del Generador

Para monitorear la temperatura en los cojinetes del grupo generador 1 y 2 se realizó la toma de señales con los respectivos detectores tipo termo-resistor PT-100 los mismos serán conectados a un medidor-controlador de temperatura MT-543Ri, puesto que los parámetros de temperatura a medir oscilan en un rango de 20 °C a 50 °C, por lo que el termo resistor es adecuado para este tipo de procesos permitiendo tener valores muy fiables.



Figura 2. 1: Sensor Termorresistor PT-100



Figura 2. 2: Medidor-Controlador de temperatura MT-543Ri

El sensor toma la señal de temperatura y la envía al medidor-controlador MT-543Ri, este a su vez permite visualizar la información de la temperatura tanto de los cojinetes y la turbina en forma individual del grupo generador en tiempo real, y cuando la temperatura es superior al valor del Setpoint este actúa cerrando un contacto normalmente abiertos (NA) la cual activa una alarma para advertir al operador que la temperatura esta fuera de su rango de operación.



Figura 2. 3: Instalación del Sensor PT-100 en la turbina del generador

Cada sensor que censa la temperatura tanto en de los cojinetes y como en la turbina se instalan hacia el controlador de forma independiente e individual como se muestra en la figura 2.3 ya que dicho medidor-controlador MT-543Ri posee una entrada para el sensor de temperatura, por esta razón este tipo de controlador adecuado para este proceso. En la Figura 2.4 se ilustra la forma correcta de instalar el sensor hacia el controlador.

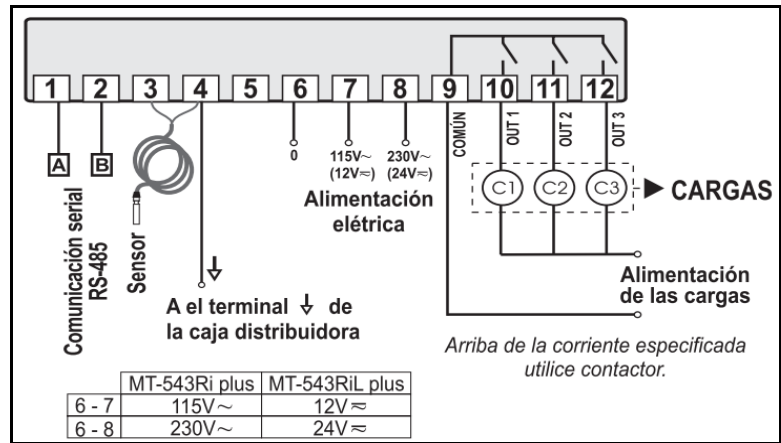




Figura 2. 4: Descripción de la conexión del sensor PT100 en el controlador

Como se observa en l Figura 2.4 la entrada 1 y 2 sirve para la comunicación RS-485 utilizando el protocolo Modbus, la entrada 3 y 4 ingreso de la señal del sensor, las entradas 6, 7 y 8 pertenece a la fuente de alimentación. Las salidas 9, 10, 11, 12 sirven como salidas de tipo relé que van conectadas al sistema de alarmas.











De igual forma se instala el sensor y el medidor-controlador en la turbina del grupo generador respectivamente. Para realizar la configuración del medidor-controlador y parametrizar a valores deseados se sigue una secuencia de pasos que nos indica como configurar al medidor-controlador MT-543Ri.


2.3.1. Descripción de los Parámetros de Configuración de Temperatura de Controlador MT-543Ri




En lo que respecta a la configuración del controlador MT-543Ri se realiza de la siguiente manera.



Para poder ingresar al menú de opciones presionamos las teclas de direccionamiento arriba/debajo  y  de forma simultánea. Seguido nos dirigimos a la opción F01 he ingresamos el código de acceso “123” para explorar y seleccionar una opción presionamos las teclas de direccionamiento y seleccionamos la opción a configurar dependiendo del proceso.

2.3.2. Alteración de los Parámetros




- Acceder a función F01 presionando simultáneamente las teclas  y  durante 2 segundos hasta aparecer , soltando enseguida.
- Luego aparecerá  y luego presione  (toque corto).
- Utilizando las teclas  y  para ingresar el código de acceso (123) y, cuando esté listo, presione , utilice las teclas  y  para acceder a la función deseada.





Después de seleccionar la función, presione  (toque corto) para visualizar el valor configurado para aquella función.

Utilice las teclas  y  para alterar el valor y cuando esté listo, presione  para grabar el valor configurado y retornar al menú de funciones.

Para salir del menú y retornar a la operación normal (indicación de la temperatura); presione  (toque largo) hasta aparecer .

2.3.3. Selección de la Unidad Grados Centígrados, Fahrenheit (°C / °F)

Para definir la unidad con que el instrumento operará, acceda a función “F01” con el código de acceso 231 y confirme en la tecla . Presione la tecla  y aparecerá la indicación .

Presione  para elegir entre  y  confirme. Después de seleccionar la unidad aparecerá  y el instrumento volverá a la función “F01”. Cada vez que la unidad sea alterada, los parámetros deben ser reconfigurados, ya que ellos asumen los valores “estándar”.

2.3.4. Selección del Tipo de Sensor

F01 - Código de acceso (312)

Es necesario cuando se desea seleccionar entre el termistor NTC o PT-100 después de ingresar el código confirme en la tecla **SET** Acceda a la función **SEN** y seleccione entre **ntc** o **Pt-** cada vez que se selecciona un nuevo sensor el instrumento debe tener su funciones ajustadas.

2.3.5. Sensor NTC

Debe ser conectado en los bornes 3 y 4, según el diseño abajo:

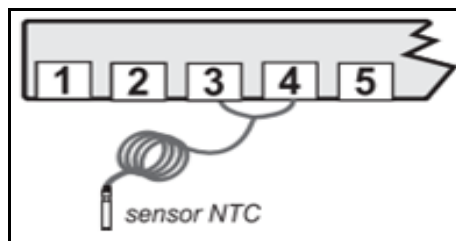


Figura 2. 5: Conexión del sensor NTC

2.3.6. Sensor PT-100

Debe ser conectado en los bornes 3 y 4 e interconectados los bornes 3 y 5, según el diseño abajo:

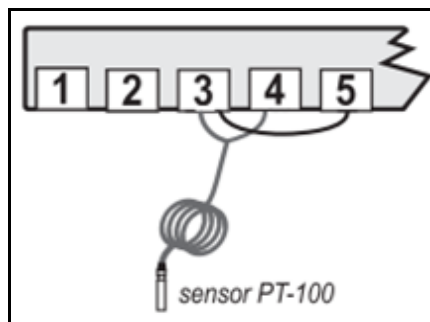






Figura 2. 6: Conexión del sensor PT-100

2.3.7. Ajuste de las Temperaturas de Control (setpoint)


Presionamos  por 2 segundos hasta que aparezca  soltando enseguida.



Aparecerá  y la temperatura ajustada para la 1ª etapa.

Utilice las teclas  y  para alterar el valor y, cuando esté listo, presione .

Ajuste de la misma manera  (2ª etapa) y  (3ª etapa).

2.3.8. Registro de las Temperaturas Máxima y Mínima





Al presionar  aparecerá la temperatura mínima registrada y luego después la temperatura máxima registrada.

Para reiniciar los registros, mantener presionada la tecla  durante la visualización de las temperaturas mínima y máxima hasta que aparezca .

2.3.9. Configuración del Controlador MT-543Ri para la Comunicación rs-485

Cada equipo conectado en la red RS-485 debe poseer una única dirección, distinta de las demás, de manera que la computadora pueda identificarlo y para evitar problemas en la comunicación.

Para ello una vez en el menú de opciones del controlador ingresar en la opción F35 y estando en la opción de configuración asignar una única dirección al controlador.

Con las  y  luego de la asignación presionar  durante unos segundos hasta que aparezca  y de esta manera quedara asignado el controlador-indicador una dirección única para poder comunicarse.

2.3.10. Instalación de los Controladores de Temperatura en los Grupos Generadores

Para realizar la instalación de los controladores y sensores respectivos en los grupos generadores se procedió la instalación de una tubería en lugares específicos para el tendido del cable y de esta manera comunicar todos los dispositivos de medición y control de temperatura hasta la sala de Control.



Figura 2. 7: Instalación de la tubería para el tendido del cable de comunicación

Como se muestra en la Figura 2.7 para que los cables lleguen desde el controlador hasta el Cuarto de Control se realizó el doblado y tendido de los tubos por lugares específicos dentro de la central.

Seguido de la instalación de la tubería se envió los cables de comunicación por dentro de la tubería ya que en algunos tramos se los instalaba bajo los tableros de control de manera que debía ser colocado en forma ordenada.

2.3.11. Cable de Comunicación Par Trenzado

El cable utilizado para la comunicación es el cable par trenzado usado en telecomunicaciones en el que dos conductores eléctricos aislados son entrelazados para anular las interferencias de fuentes externas y diafonía³⁹ de los cables opuestos.

³⁹ <http://medios-tx.wikispaces.com/Diafonia>



Figura 2. 8: Cable de comunicación par trenzado

Como se muestra en la Figura 2.8 Cada uno y de forma independiente los controladores se instalaron en una caja blindada y hermética donde se realizó la respectiva conexión de los sensores hacia los controladores.

2.3.12. Caja Distribuidora

En el trayecto de la red es necesario una caja que se utiliza para conectar más de un instrumento a la Interfaz. Estas conexiones de los hilos deben ser hechas conforme sigue:

Terminal **A** del instrumento se conecta al terminal **A** de la caja distribuidora, que a su vez, debe ser conectado con el terminal **A** de la Interfaz. De igual forma se repetirá el procedimiento para los terminales **B** y **GND**, siendo **GND** la malla de tierra, que puede ser opcional. El terminal **GND** de la caja de distribución debe estar conectado a los respectivos terminales **GND** de cada uno de los instrumentos.

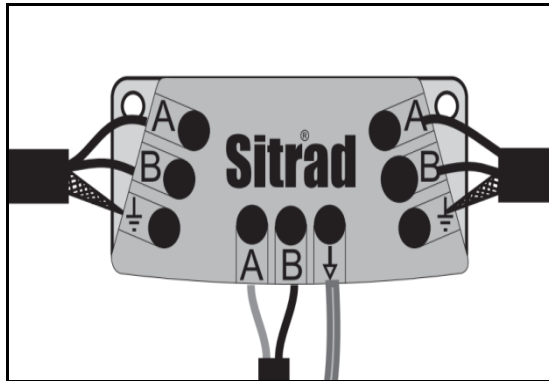


Figura 2. 9: Instalación de la Caja Distribuidora SITRAD en la red

Una vez realizada toda la instalación de la red y la instalación respectiva de los sensores tanto en los cojinetes como en la turbina del generador se conecta todos los dispositivos en una caja hermética donde se alojarán para poder configurarlos.



Figura 2. 10: Instalación de los controladores en la caja hermética

La configuración de los valores de activación de las alarmas está programada de acuerdo a la temperatura de operación de los grupos generadores de la central.



Figura 2. 11: Configuración de los controladores y asignación de las direcciones

Una vez realizada toda la instalación de los dispositivos hacia la red, se conecta la red a la Computadora por medio de un puerto Serial Rs232 que previamente es transformado en señales RS-485, para desde ahí monitorizar y documentar los valores de la temperatura de los cojinetes y de las turbinas de los dos grupos generadores, cabe mencionar que este tipo de controladores tienen su propio software (SITRAD) para registrar los valores de temperatura de cada controlador.

2.4. Configuración de Programa SITRAD para la Monitorización y Documentación de los Controladores MT-543RI

El programa SITRAD ofrece la gestión de la comunicación para los controladores **MT-543Ri** en un propio sistema HMI: y para ello, se conecta todos los controladores a la red como se muestra en la Figura 2.12 y se podrá visualizar los parámetros de medición en tiempo real.

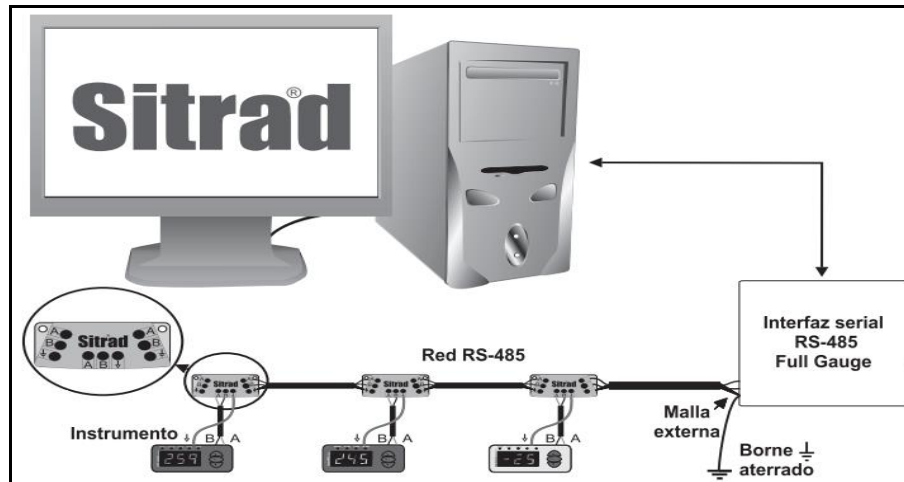


Figura 2. 12: Red de controladores MT-543RI

La interfaz se visualizara de la siguiente manera y se podrá monitorizar y documentar la información las variables en tiempo real.



Figura 2. 13: Interfaz de los controladores SITRAD

2.5. Detección de la Presión en el Sistema de Regulación de Velocidad

En vista que el antiguo medidor de presión del regulador de velocidad neumático es de tipo analógico y por lo tanto presenta solo una indicación visual de su valor Figura 2.14, seleccionar un transmisor de instrumentación de presión con señal de salida de 4-20 mA para que pueda ser procesada por un controlador específico.

La selección de un transmisor de presión que pueda trabajar en las mismas condiciones que el antiguo medidor de presión análogo es con el objetivo de reducir al mínimo los cambios en la estructura mecánica del sistema de regulación de velocidad neumático.

2.5.1. Selección del Transmisor de Presión MOD. Xa-904.1

El sensor del transmisor de presión está realizado con cerámica siendo la técnica utilizada la piezoresistiva. Esta tecnología se relaciona con la deformación del diafragma en el cual están gravadas cuatro resistencias eléctricas que forman un puente de Wheatstone. Por consiguiente el efecto de una presión sobre él provocará una variación de resistencia, que tratada convenientemente entregará una señal eléctrica proporcional a la presión de proceso.



Figura 2. 14: Transductor de presión analógico



Figura 2. 15: Transmisor de Presión MOD. Xa-904.1

Tabla 2. 1. Características Técnicas del Trasmisor de Presión MOD. Xa-904.1

Materiales en contacto	Rosca a proceso	Acero Inoxidable AISI.316.L	
	Sensor	Cerámico de óxido de aluminio (AL ₂ O ₃ 96%)	
	Junta tórica	NBR Bajo demanda: Vitón, EPDM, PTFE...	
Datos técnicos	Presiones	Relativas Absolutas Vacío	
	Rangos de medición	De 0...0,250 Bar a 0...250 Bar (rangos bajo demanda)	
	Resolución del sensor	0,01 a 0,014% FE	
	Error combinado del sensor	≤ 0,3 % FE (Linealidad, con histéresis y repetibilidad)	
	Tensión de aislamiento sensor	2 KV	
	Tiempo de respuesta	Menor a 1 mseg.	
	Señal de salida normalizada:		
	▪ 4+20 mAdc.	2 hilos – Lineal Tensión de alimentación: 10+35 Vdc. Máxima resistencia de carga: $R_a \leq [U_b(Vdc)-10(Vdc)] / 0,02 \text{ Adc}$	
	▪ 0+10 Vdc.	3 hilos – Lineal Tensión de alimentación: 15+35 Vdc. Máxima resistencia de carga: $R_a > 10 \text{ K}\Omega$	
	▪ Otras	Bajo demanda	
Protecciones eléctricas	Si De polaridad y cortocircuito		

2.5.2. Conexión del Transmisor de Presión MOD. Xa-904.1

El transmisor de presión que se usa en este proyecto es de tipo 2 hilos, es decir posee dos conductores por los cuales recibe la señal de alimentación de 24 VCD y por los mismos envía la señal de 4 a 20 mA de información que representa el valor de la presión medido hacia el controlador.

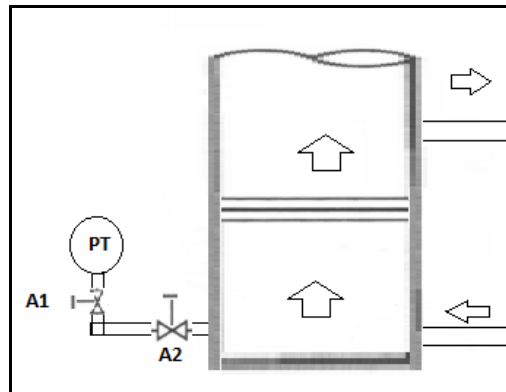


Figura 2. 16: Trasmisor de Presión, A1 Válvula de Cierre PT, A2 Válvula Principal

Primero que todo antes de cambiar el transductor se debe cerrar las válvulas de paso y protección, tomar en cuenta que no se debe votar impurezas en la tubería donde está instalado el trasmisor y posteriormente realizar el cambio de PT.



Figura 2. 17: Instalación de Trasmisor de presión en el sistema de regulación de velocidad

Para este caso el transmisor toma la señal y la envía a un controlador indicador de presión el cual a su vez y previamente parametrizado toma la información que envía el transmisor y procesa de acuerdo a un valor configurado activando o desactivando una bomba eléctrica que bombea aceite hidráulico en una cámara de donde al llenarse empuja un pistón reduciendo el área del tanque que se encuentra presurizado con aire y de esta manera actúa un gato neumático que hacen girar en cierta dirección las álabes⁴⁰ reduciendo o aumentando la velocidad del generador.

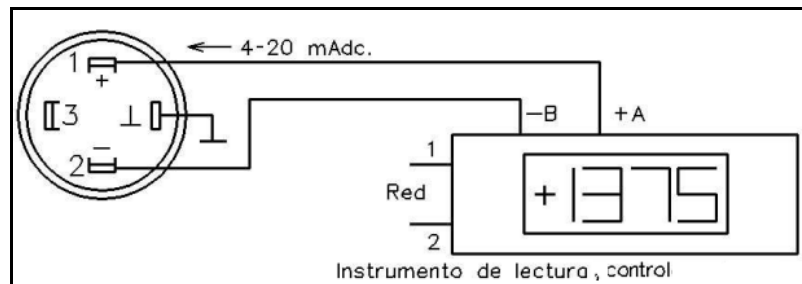


Figura 2. 18: Instalación del transmisor hacia el controlador

2.5.3. Selección de Modo de Medición y Control

La información enviada del transmisor ingresa a un controlador indicador que realiza la función de supervisar y controlar el sistema de encendido o apagado de una bomba la cual abastece de aceite hidráulico al tanque de presurización. Para ello seleccionamos un controlador EZ-ZONE® que utiliza señales de entrada para calcular un valor y en su salida efectúa funciones de cierre y apertura de contactos tipo relé que activan o desactivan circuitos de control dependiendo de la configuración que se requiera.

La característica de operación del EZ-ZONE® opera a 120Vac – 220Vac a una frecuencia de 50-60 Hz.

⁴⁰ http://conver2.files.wordpress.com/2012/11/6-flujo_en_rejillas_de_alabes.pdf



Figura 2. 19: Controlador Medidor EZ-ZONE®

Tenga en cuenta que una función es un proceso interno programado por el usuario, que no ejecuta ninguna acción fuera del controlador. Para que una salida tenga efecto fuera del controlador, la misma debe configurarse para que responda a una función.

2.5.4. Características Técnicas

2.5.4.1. Definición de Terminales

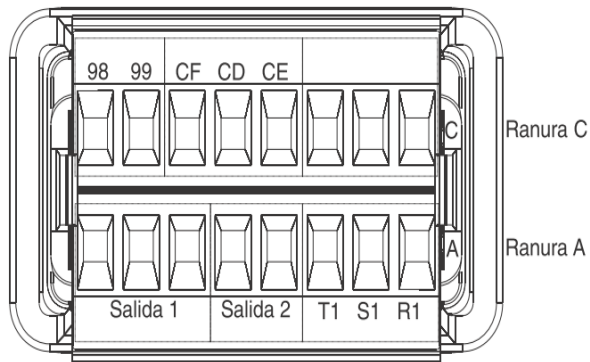


Figura 2. 20: Ranuras del controlador EZ-ZONE®

En la siguiente tabla se describe las funciones de cada uno de los terminales en la ranura C del controlador EZ-ZONE®.

Tabla 2. 2. Disposición de Ranura C de EZ-ZONE®

Ranura C		
Ranura C	Función de terminales	Modelo
98	entrada de alimentación: CA o CC(+)	PM_(C)___ - AAAAB __
99	entrada de alimentación: CA o CC(-)	
CF	Bus estándar EIA-485 común	PM_(C)___ - AAAAB __
CD	Bus estándar EIA-485 T(-)/R(-)	
CE	Bus estándar EIA-485 T(+)/R(+)	

En la siguiente tabla se describe las funciones de cada uno de los terminales en la ranura A del controlador EZ-ZONE®.

Tabla 2. 3. Disposición de Ranura A de EZ-ZONE®

Ranura A			
Entrada 1	Función de terminales	Modelo	
T1	S2 (RTD) o corriente (+),	Sensor universal	
S1	S3 (RTD), termopar-, corriente(-) , o voltios(-)	entrada 1: todas las configuraciones	
R1	S1 (RTD), termopar (+) o voltios(+)		
SALIDA		CONFIGURACIÓN	
FUNCIÓN DE TERMINALES			
1	2		
X1	Común (se puede usar salida de CC conmutada).	CC conmutada/colector abierto, salida 1:	
W1	CC(-) (colector abierto)	PM_(C)_C_ _ AAAB __	
Y1	CC(+)		
	W2	CC(-)	CC conmutada, salida 2:
	Y2	CC(+)	PM_(C)___C_ _ AAAB __
F1	voltaje o corriente(-)	Proceso universal, salida 1:	
G1	voltaje (+)	PM_(C)_F_ _ AAAB __	
H1	corriente (+)		
L1	normalmente abierto	Relevador mecánico 5 A, Forma C, salida 1:	
K1	común	PM_(C)_E_ _ AAAB __	
J1	Normalmente cerrado		
	L2	normalmente abierto	NO-ARC 15 A, Forma A, salida 2:
	K2	común	PM6(C)___H_ _ AAAB __
	L2	normalmente abierto	Relevador mecánico 5 A, Forma A, salida 2:
	K2	común	PM_(C)___J_ AAAB __

2.5.4.2. Diagrama de Conexiones

Las entradas que se muestran a continuación representan la entrada 1 (la única entrada) y deben conectarse a la ranura A

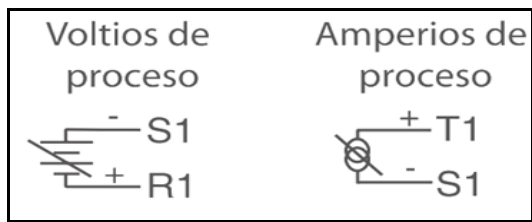


Figura 2. 21: Entrada al controlador de proceso en mA y V(CC)

La salida está conectada exclusivamente a la ranura A. La disponibilidad de la salida se basa en el número de Control.

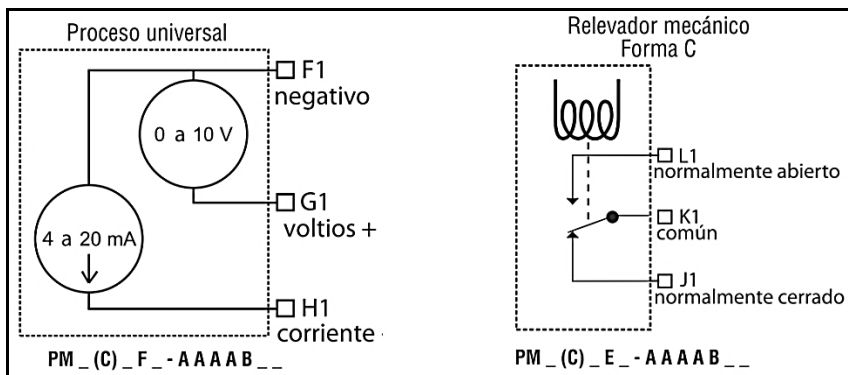










Figura 2. 22: Salida del Controlador Señal de Proceso en mA y V(CC)








2.5.5. Configuración del Controlador-Indicador EZ-ZONE®

Los pasos que se debe seguir para configurar del controlador-indicador **EZ-ZONE®** son los siguientes:

Para ingresar al Menú de configuración presione y mantenga presionadas las teclas de flecha hacia arriba  y hacia abajo  por aproximadamente 3 segundos. Una vez que haya ingresado, presione la tecla de avance color verde  para desplazarse. Por el indicador de opción y luego utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para modificar la amplitud. Para volver a la pantalla predeterminada, en cualquier punto del menú de configuración, presione la tecla  infinito.

2.5.5.1. Navegar la Página de Operaciones

Para ir a la página Operaciones desde la página Inicio, presione simultáneamente las teclas arriba  y abajo  durante tres segundos  aparecerá en la pantalla izquierda y  aparecerá en la pantalla derecha.

Presione las teclas Arriba  o Abajo  para visualizar los menús disponibles. En las páginas siguientes, los menús de nivel superior se identifican con un color de fondo amarillo. Presione la tecla Avanzar  para entrar a los indicadores disponibles dentro de un menú y visualizarlos. Presione las teclas Arriba  o Abajo  para desplazarse a través de los indicadores de menú disponibles. Presione la tecla Infinito  para retroceder a través de los niveles: parámetro al sub-menú; sub-menú a menú; menú a Página de Inicio. Mantenga presionada la tecla Infinito  durante dos segundos para regresar a la página Inicio.

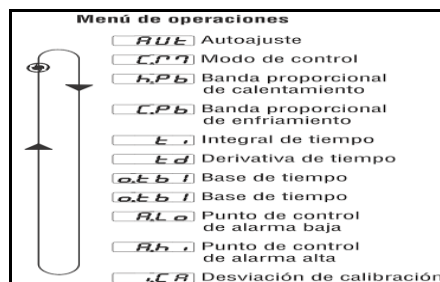






















Figura 2. 23: Menú de configuraciones del controlador-indicador EZ-ZONE®

2.5.5.2. Configuración ingreso del Sensor, Lazo de Corriente

Para realizar la configuración se debe realizar los siguientes pasos:

- Aplique la señal de fuente baja para la entrada que esté calibrando. Mida la señal para garantizar que sea exacta.
- Lea el valor de Medición eléctrica para esa entrada.
- Calcule el valor de compensación, sustrayendo este valor de la señal de fuente baja.
- Configure Compensación de entrada eléctrica para esta entrada para el valor de compensación.
- Verifique la medición eléctrica para ver si coincide con la señal o no. Si no coincide, ajuste compensación de entrada eléctrica de nuevo.
- Aplique la señal de fuente alta a la entrada. Mida la señal para garantizar que sea exacta.
- Lea el valor de la Medición Eléctrica para esta entrada.
- Calcule el valor de incremento dividiendo la señal de fuente baja por este valor.
- Configure Pendiente de entrada eléctrica para esta entrada para el valor de ganancia calculado.
- Verifique la Medición Eléctrica para ver si coincide con la señal o no. Si no coincide, ajuste Pendiente de entrada eléctrica de nuevo.
- Configure Compensación de entrada eléctrica a 0 y Pendiente de entrada eléctrica a 1 para restaurar la calibración de fábrica.

Tabla 2. 4. . Configuración del controlador-indicador EZ-ZONE®

Menú de configuración 16 y 32 controlador DIN		
Pantalla	Descripción del nombre del parámetro	Amplitud
 [C.M]	Modo de control activo Ver el modo de control actual. Aparece si: siempre	 Apagado  Automático  Manual
 [SEN]	Tipo de sensor Ajustar el tipo de sensor analógico para que coincida con el dispositivo cableado a esta entrada. Aparece si: siempre	 Termopar  CC voltios  CC Miliamperes  RTD 100 Ω
 [A.ty]	Tipo de alarma. Seleccionar cómo la alarma rastreará o no el punto de control. Aparece si: siempre	 Apagado  Alarma de proceso  Alarma de desviación
 [PAR1]	Pantalla izquierda. Seleccionar parámetro para mostrar. Aparece si: siempre	 Valor activo de proceso  [none] ninguno
 [PAR2]	Pantalla derecha. Seleccionar parámetro para mostrar. Aparece si: siempre	 Punto de control activo  Punto de control de alarma Alta  Punto de control de alarma baja Ninguno

2.5.5.3. Configuración de Rango Alto y Rango Bajo

Con la entrada del proceso, debe seleccionar un valor que represente los extremos bajo y alto del rango de la corriente o el voltaje, seleccionando estos valores permite que la pantalla del controlador se iguale a las unidades de medición reales de trabajo. Para la entrada analógica del transmisor de presión podría representar 0 a 100 por ciento de presión como una señal de proceso de 4 a 20 mA. El Extremo inferior de escala se ajustaría a 0 para representar 4 mA y el extremo superior de escala se ajustaría a 100 para representar 20 mA La indicación en la pantalla entonces representaría el rango de la presión 0 al 100 % con una entrada de 4 a 20 mA.

Selección de los valores inferiores y superiores con Extremo inferior de rango y Extremo superior de rango .

2.5.5.4. Configuración de la Salida de Controlador EZ-ZONE®

Cada salida del controlador se puede configurar como una salida de calentamiento, una salida de enfriamiento, una salida de alarma o desactivada.

Las salidas de calentamiento y enfriamiento usan los parámetros de punto establecido y de Operaciones para determinar el valor de la salida.

Cada salida de alarma tiene su propio grupo de parámetros de configuración y puntos establecidos, permitiendo operación independiente.

Tabla 2. 5. Configuración de Salida del Controlador-Indicador EZ-ZONE®

Pantalla	Descripción del nombre del parámetro	Amplitud
<input type="text" value="o.ty"/> [o.ty]	Tipo de salida. Seleccionar si la salida del proceso operará en voltios o en miliamperes. Aparece si: hay una salida de proceso. (PM_C_F_ AAAB_)	<input type="text" value="vOLT"/> Voltios <input type="text" value="mA"/> Miliamperes
<input type="text" value="Fn1"/> [fn1]	Función de la salida 1. Seleccionar qué función controlará esta salida. Aparece si: la salida 1 está ordenada	<input type="text" value="oFF"/> Apagado <input type="text" value="CoOL"/> Enfriamiento <input type="text" value="hEAT"/> Calentamiento <input type="text" value="ALM"/> Alarma
<input type="text" value="Fn2"/> [fn2]	Función de la salida 2. Seleccionar qué función controlará esta salida. Aparece si: la salida 2 está ordenada	<input type="text" value="oFF"/> Desconectado <input type="text" value="CoOL"/> Enfriamiento <input type="text" value="hEAT"/> Calentamiento <input type="text" value="ALM"/> Alarma
<input type="text" value="o.h.i1"/> [o.hi1]	Salida alta 1 de escala de energía. Configurar el valor máximo de amplitud de la salida 1. Aparece si: la salida 1 está configurada para calentamiento	0.0 a 100% 100.0

2.5.5.5. Control de Encendido-Apagado en el Controlador Ez-ZONE

Se encenderá y apagará la salida, según la entrada, en el punto establecido y los valores de histéresis. El valor de histéresis indica cuánto se debe desviar el valor del proceso del punto establecido para encender la salida. Si se aumenta el valor de la histéresis, disminuirá la cantidad de veces que la salida se enciende y se apague. La capacidad de control mejora al disminuir la histéresis.


Tabla 2. 6. Configuración del Control de Encendido-Apagado del controlador EZ-ZONE®

Pantalla	Descripción del nombre del parámetro	Amplitud (
h.A9 [h.Ag]	Algoritmo de calentamiento. Configurar el método de control de calentamiento. Aparece si: la salida 1 ó 2 está configurada para calentamiento	oFF Desconectado P id PID on,oF Encendido-Apagado
C.A9 [C.Ag]	Algoritmo de enfriamiento. Configurar el método de control de enfriamiento. Aparece si: la salida 1 ó 2 está configurada para enfriamiento	oFF Desconectado P id PID on,oF Encendido-Apagado
r.Lo [r.Lo]	Amplitud baja. Establecer la amplitud baja del punto de control. Aparece si: siempre	-1,999.000 a 9,999.000 0.0
r.hi [r.hi]	Amplitud alta. Establecer la amplitud alta del punto de control. Aparece si: siempre	-1,999.000 a 9,999.000
hSC [hSC]	Histéresis (calentamiento y enfriamiento) Configurar la histéresis que alterna el conmutador del control de encendido y apagado.	0 a 9,999.000 °F o unidades 0 a 5,555.000 °C Unidades, 3.0 °F o -16.1 °C
rP [rP]	Acción de rampa. Seleccionar cuándo el punto de control del controlador se nivelará al punto de control final definido. Aparece si: siempre	oFF Desconectado Str Arranque SEPE Cambiar punto de control both Ambos
r.rt [r.rt]	Velocidad de rampa. Configurar la velocidad para la nivelación del punto de control. Configurar las Unidades de tiempo para la velocidad con el parámetro de Escala de nivelación. Aparece si: la Acción de nivelación está configurada en Arranque,	1.0 °F o unidades 1.0 °C

2.5.6. Configuración de la Comunicación del Controlador EZ-ZONE

Una vez realizadas las conexiones físicas necesarias entre la computadora personal y el EZ-ZONE®, configuramos el protocolo como Bus estándar mediante Modbus. Al momento de instalar los cables de red no se debe juntar con cables de alimentación. Y se requiere un resistor de terminación de un valor de 120 ohmios entre T+/R+ y T-/R-

Tabla 2. 7. Configuración de la Comunicación del Controlador EZ-ZONE®

Pantalla	Descripción del nombre del parámetro	Amplitud
	Dirección de zona: Comunicación del bus estándar Configurar la dirección de zona desde 1 a 16. Aparece si: siempre	1-16 1

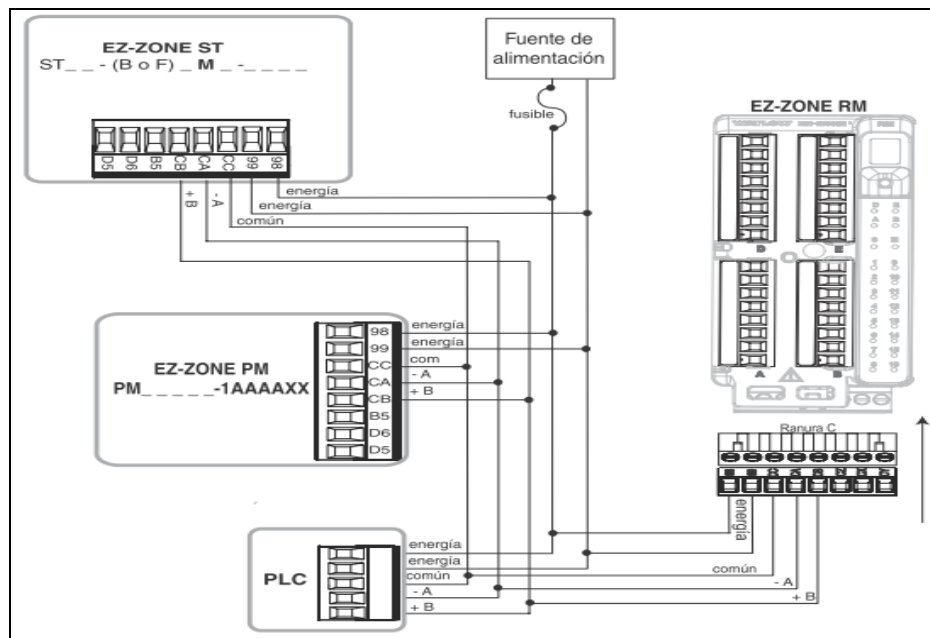


Figura 2. 24: Esquema de una red con el controlador EZ-ZONE® que utiliza Modbus RTU

2.6. Sistema de Supervisión de Nivel de Agua en el Tanque de Presión

La central Hidroeléctrica Catazación en vista que no posee un sistema de medición de nivel en los tanques de presión que abastecen a los grupos generadores se ha visto conveniente implementar un sistema que brinde la comodidad y facilidad de monitorear el nivel de agua en dicho tanque.

Para ello se seleccionó un sensor de nivel tipo boya-flotador que actúa de manera que abre o cierra contactos de tipo relé, para activar o desactivar una alarma-indicador de estado del nivel de agua.

Como los tanques abastecedores se encuentran a una distancia aproximadamente de unos 300 metros de distancia y a unos 150 metros de altura se vio la necesidad de realizar el sistema de comunicación inalámbrica que unirá la parte del censado con la parte de control y supervisión, esta comunicación trabaja bajo la tecnología X-bee de manera que el transmisor envía una señal de tipo onda electromagnética con una información al receptor y este a su vez recibe la información y la envía una señal digital una entrada del PLC para que pueda ser procesado y según sea su requerimiento actuar de manera programada.

2.6.1. Selección del Sensor Boya-Flotador

El sensor boya-flotador es un dispositivo hueco construido lo suficientemente robusto como para soportar deformaciones debido a la presión del líquido o corrosión del mismo.

El flotador se suspende de una cinta que se desplaza conforme se aumente o disminuya el nivel del agua. Dentro del interruptor o cuerpo hueco, una bola acciona un microrruptor en función de la posición de flotación, La conmutación se produce cuando la bola a medida que el nivel del líquido suba, se acerca a un embudo en donde se encuentra alojado el microrruptor accionando un mecanismo que abre o cierra un contacto.

Para variar la diferencia de niveles de conmutación se acorta o alarga el cable entre la boya y la sujeción del mismo, si ajustamos el punto de sujeción a mayor o menor altura del tanque reservorio determinara a qué punto se desea mantener el nivel y de esta manera asegurar que el regulador siempre pueda flotar de arriba hacia abajo sin ninguna dificultad.



Figura 2. 25: Sensor tipo Boya-Flotador

Cuando el nivel de agua supera el punto establecido como nivel alto le sensor activa un microrruptor el cual cierra un contacto de tipo relé que está conectado al sistema de comunicación inalámbrica enviando una señal que ingresará posteriormente al PLC para tomar la decisión

2.7. Sistema de Comunicación Inalámbrica

La central de Generación y los tanques de presión se encuentran a una distancia aproximada de 250m, por este motivo se realizó el estudio para la implementación de un sistema de comunicación inalámbrica la cual permitirá la monitorización adecuada del nivel del tanque, para ello utilizaremos los módulos X-bee.

2.7.1. Módulo Inalámbrico X-Bee

El módulo X-Bee proporciona la conectividad inalámbrica, que se utiliza con cualquier dispositivo con capacidad de comunicación en serie. De forma predeterminada. Los paquetes serie se envían de la siguiente forma como se muestra en la Tabla 2.8

Tabla 2. 8. Formato de la trama X-Bee

9600 bps	8 bits de datos	sin paridad	1 bit de parada	no invertida.
----------	-----------------	-------------	-----------------	---------------

El módulo RF X-Bee 802.15.4 OEM RF trabaja en la frecuencia de 2.4GHz, es capaz de establecer comunicación punto a punto y punto-multipunto compatible con IEEE 802.15.4 que no es necesaria la configuración de comunicaciones de Radio Frecuencia.

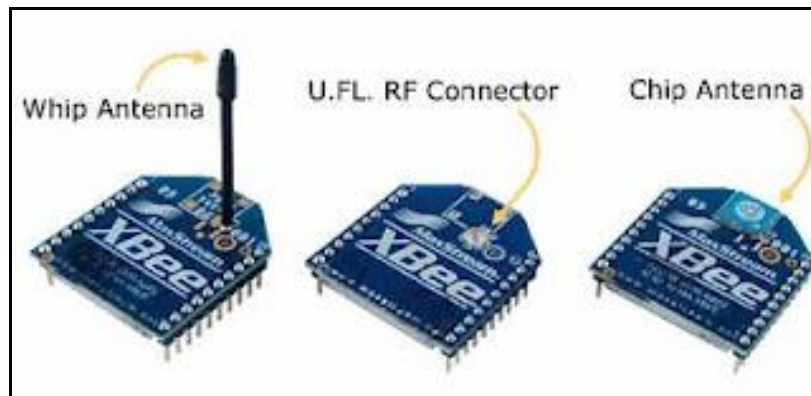


Figura 2. 26: Módulo de comunicación X-BEE

2.7.2. Características Técnicas:

En la siguiente tabla se explica las principales características del módulo RF X-Bee 802.15.4 OEM RF.

Tabla 2. 9. Características de modulo X-Bee 802.15.4 OEM RF

Frecuencia de Operación	ISM 2.4 GHz
Potencia de salida	1 mW (0 dBm) sobre los 100metros
Conector RPSMA	U.FL. Connector, Chip or Whip antenna options
Temperatura de Operación	(-40° C to 85° C)
Modo de red	Baja potencia en modo Fuente

2.7.3. Regulador Adaptador X-Bee 802.15.4 OEM RF

Se diseñó un regulador que sea capaz de adaptar y que se encarga de la regulación de 3.3V, acondicionamiento las señales y los indicadores de actividad básica (alimentación, RSSI y DIN / DOUT LED de actividad). Traduce las señales de 5V a 3.3V los requeridos por los módulos X-Bee.

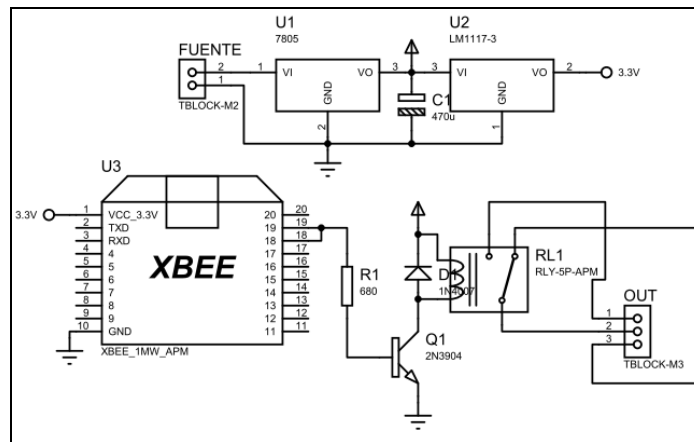


Figura 2. 27: Adaptador-Regulador del módulo X-Bee

2.7.4. Software X-CTU

Atraves de esta herramienta se realizó la para la programación del módulo X-Bee en el cual el primer paso a seguir es la actualización del firmware del módulo, la actualización de los parámetros y realizar pruebas de comunicación con el mismo.

2.7.5. Configuración del Módulo X-Bee 802.15.4 en el Software X-CTU

Para realizar la configuración de los módulos X-Bee se conectan los módulos con un hardware apropiado a algún puerto serial de la computadora y luego se verifica la conexión con el modem inalámbrico. Se leen los parámetros del primer modem y se anotan su SH y SL. Luego se desconecta este módulo. Se conecta otro modulo y se llenan los parámetros DH Y DL con los SH y SL tomados del anterior. Se fija una velocidad de Baud, un canal de comunicaciones entre los 16 disponibles, se verifica el pan id que corresponda con el pan id del modem anterior y se pulsa el botón write. Por último se retira este modem y se conecta el primero nuevamente y se llenan los parámetros DH Y DL con los SH y SL respectivamente.

2.7.5.1. Pasos para la Configuración del Módulo X-Bee 802.15.4

Paso 1: El primer paso para la programación de este módulo es conectarlo con el puerto serial de la computadora empleando el siguiente circuito de conexión.

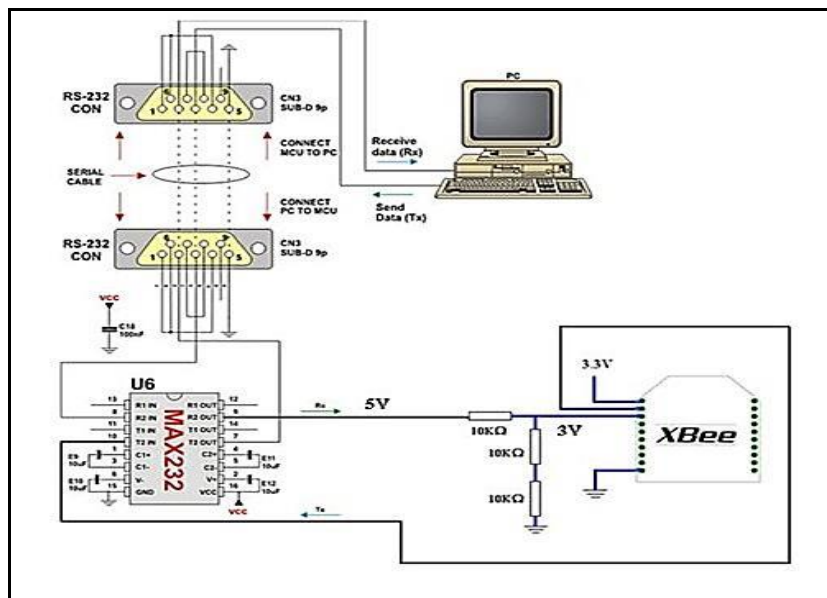


Figura 2. 28: Conexión del módulo X-Bee con el puerto serial de una computadora

Por medio del software X-CTU se selecciona el puerto al que se conecta el modulo inalámbrico y de esta forma se establece la comunicación entre el software y el modulo. Luego se debe verificar la conexión por medio de X-CTU para esto se presiona sobre la ficha “PC Settings” y se selecciona el puerto indicado y se pulsa el botón “Test / Query” como se muestra en la Figura 2.29.

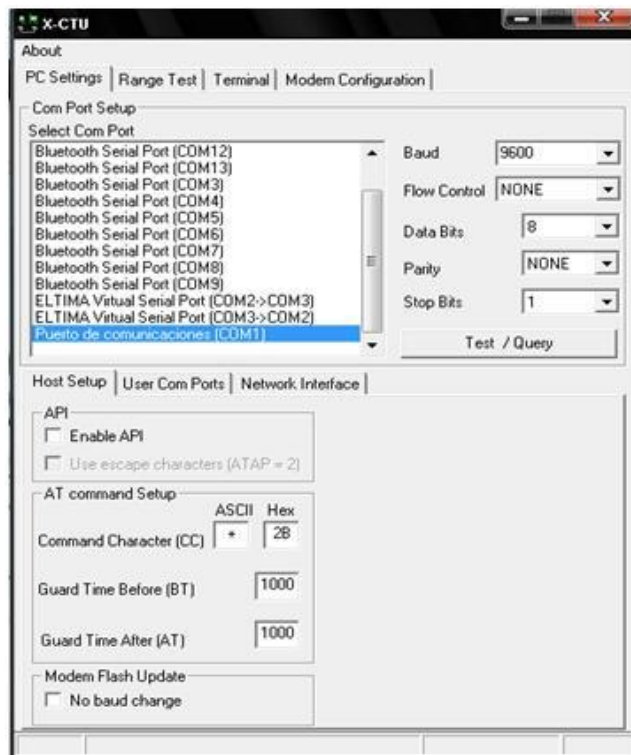


Figura 2. 29: Reconocimiento de modulo través de puerto serial

Paso 2: Luego de que muestre el mensaje que indica que sí existe conexión entre el modulo y el software. Se procede a leer los parámetros del X-Bee, para esto se selecciona la ficha “Modem Configuration” y en Modem Configuration: se selecciona el modulo X-Bee que se desea programar. Tal y como se muestra en la siguiente figura.

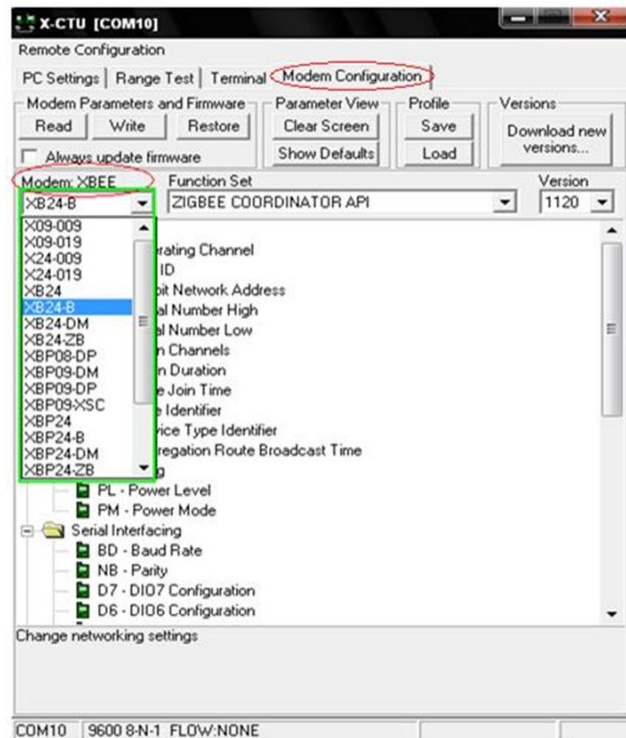


Figura 2. 30: Selección del módulo a configurar

Paso 3: El paso tres consiste en presionar el botón Read.

Paso 4: El siguiente paso es seleccionar el modo de operación del X-Bee. Para eso se selecciona “Function Set”. Tal y como se muestra en la siguiente figura, existen muchas formas distintas en las cuales se pueden programar los módulos. Los diferentes modos de programación están remarcados con color verde. Es muy importante hacer notar que si se desea configurar 2 módulos X-Bee para que operen como un cable virtual; es decir, que solo se transmitan información entre ellos. Se debe escoger uno de los módulos en modo COORDINATOR y el otro en modo ROUTER /END DEVICE.

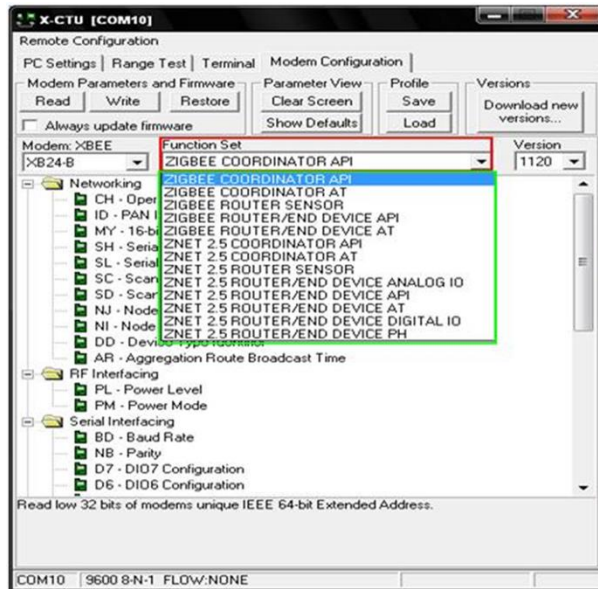


Figura 2. 31: Selección del modo de funcionamiento del módulo X-Bee

Paso 5: Después de haber seleccionado un módulo como COORDINATOR y otro como END/DEVICE. Se procede a programar los siguientes parámetros.

Primero se Procede a programar en el Coordinador los siguientes parámetros

- DH: Destination Address High.
- SH Serial Number High. Que se lee del otro modulo.
- DL: Destination Address Low.
- SL Serial Number Low. Que se lee del otro modulo.
- NI Node Identifier: igual para ambos módulos.
- BD Baud Rate: igual para ambos módulos.

Todos los módulos X-Bee poseen un nombre SH y SL, para que otro módulo le transmita a él debe colocar en su destinación DH y DL el SH y SL del módulo al que quiere comunicarse. Luego la velocidad de baud-rate, el pan-id, y el canal de transmisión debe ser igual en los 2 módulos. Ver en la figura 2.32

Paso 6: Consiste en revisar los parámetros y luego pulsar el botón write para que la configuración establecida pueda ser grabada en la memoria del módem inalámbrico.

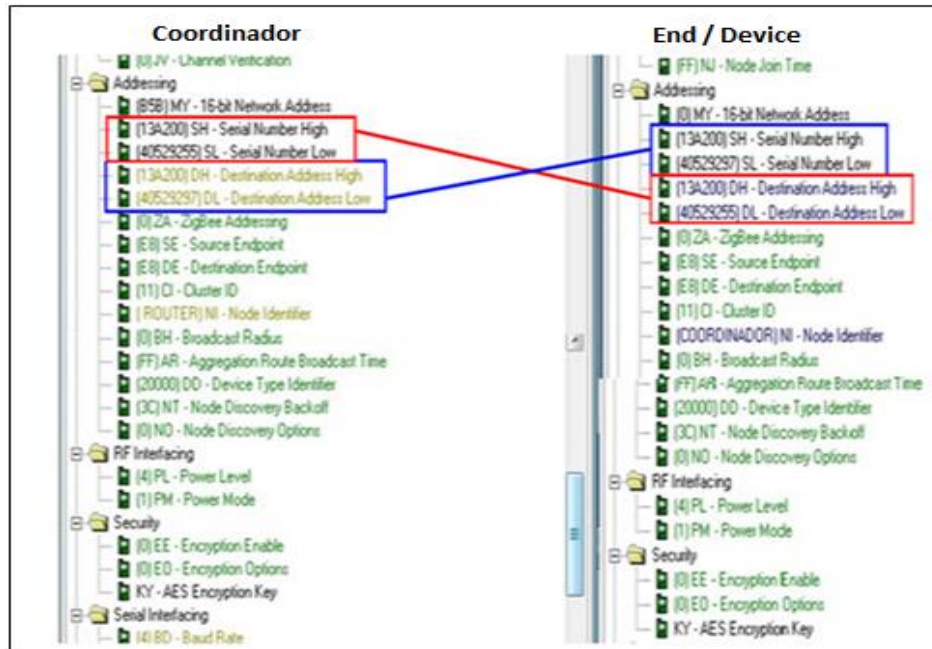


Figura 2. 32: Verificación de los datos del CORDINATOR y END/DEVICE

Como se puede observar en la figura 2.32 al finalizar la configuración deben corresponder el SH y SL del END/DEVICE con el DH y DL del CORDINATOR y viceversa

En resumen para realizar la configuración de los módulos X-Bee se conecta los módulos con un hardware apropiado al puerto serial de la computadora donde se visualizara la información, luego se verifica la conexión con el modem inalámbrico. Los parámetros visualizados del SH y SL del primer modem se debe de considerar para su posterior utilización. Luego se desconecta este módulo y se conecta el otro modulo y se llenan los parámetros DH Y DL con los valores SH y SL tomados del anterior modulo. Se fija una velocidad del puerto en bps, se verifica el pan id que corresponda con el pan id del modem anterior y se pulsa el botón write. Por último se retira este modem y se conecta el primero nuevamente y se configura los parámetros DH Y DL con los valores obtenidos del SH y SL respectivamente del otro modem.

CAPITULO 3

3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HMI

Una vez terminada la etapa de diseño se realizó la implementación del proyecto, la misma que comenzó con la programación experimental del PLC Twido con el objetivo de ir desarrollando la lógica de funcionamiento de los equipos ya mencionados, y obtener la primera versión del software del HMI para el PLC y todos los medidores LOVATO. Seguido la implementación la red donde se incorporó a todos los dispositivos que conforman el sistema, para finalmente en base a las pruebas de campo del mismo proceder a su depuración y puesta en marcha definitiva. En esta parte se explicara de forma detallada los posos a seguir en la implementación de la red industrial RS-485 que hará posible la comunicación de los distintos instrumentos y dispositivos de medición y control.

También se explicará la programación del PLC que gestionara la información de las variables y las centralizará en una Computadora, se realizara la instalación del software que hará posible la implementación del sistema HMI detallando paso a paso el análisis previo y su implementación.

3.1. Equipo de Control y Registro de Datos (PLC).

Para el control, monitoreo, alarmas, lectura de parámetros eléctricos y sistema de comunicación inalámbrica es necesario la utilización de un equipo capaz de soportar las funciones de conectividad con dichos equipos.

Para esto la mejor opción es contar con la instalación de un autómata programable.

3.1.1. Requerimientos y Características del Equipo de Control y Registro de Datos.

Para cumplir con las características de conectividad mencionadas anteriormente, se detalla a continuación las características necesarias para el control y registro de datos:

- Necesariamente debe tener comunicación de datos seriales vía RS-232.
- Programación del mismo vía software
- Soportar ambientes de trabajo de variación de temperaturas y Humedad.
- Debe tener la facilidad de configuración de protocolos industriales, tales como, MODBUS RTU.
- Alimentación de Tensión de Red Nominal de 110 a 220 VCA.
- Frecuencia de alimentación Nominal de 60Hz.
- Características mínimas de Entradas y Salidas de relé 6 y 4 respectivamente.

3.1.2. Selección del Equipo de Control y Registro de Datos.

El equipo que cumple con las características técnicas y de trabajo mencionadas, se detalla a continuación:

3.1.3. PLC Twido TWDLCAA16DRF.

Los autómatas Twido disponen de un puerto serie, o de un segundo puerto opcional, que se utiliza para servicios de tiempo real o de administración de sistemas. Los servicios de tiempo real proporcionan funciones de distribución de datos para intercambiar datos con dispositivos de E/S, así como funciones de administración para comunicarse con dispositivos externos.

3.1.4. Conexión Remota

El protocolo de conexión remota es un bus master/slave de alta velocidad diseñado para transferir una pequeña cantidad de datos entre el autómata master y hasta siete autómatas slave remotos. Se transfieren datos de E/S o de aplicación dependiendo de la configuración del autómata remoto. Es posible realizar una combinación de tipos de autómatas remotos, con varios autómatas de E/S remotas y otros autómatas de ampliación.

3.1.5. Modbus

El protocolo Modbus es un protocolo master/slave que permite a un master solicitar respuestas a los slaves o realizar acciones dependiendo de las solicitudes. El master puede dirigirse a slaves particulares o iniciar una difusión de mensajes para todos los slaves, los slaves devuelven un mensaje (respuesta) a las solicitudes que se les envían individualmente. No se devuelven respuestas a las solicitudes de difusión desde el master.

- **Modo master de Modbus:** el modo master de Modbus permite al autómata iniciar una transmisión de solicitudes Modbus, esperando una respuesta desde un slave Modbus.
- **Modo slave Modbus:** el modo slave Modbus permite al autómata responder a las solicitudes de Modbus desde un master Modbus. Es el modo de comunicaciones predeterminado si no hay ninguna comunicación configurada.

3.2. Controlador Lógico Programable Twido TWDLCAA16DRF



Figura 3. 1: PLC TWDLCAA16DRF

Tabla 3. 1. Características del PLC Twido TWDLCAA16DRF

Característica	Descripción
Tipo de conexión	Bloque de terminales tipo Tornillo nos Extraíble
Número de entradas/Salidas	8 entradas y 8 salidas Tipo relé (2A)
Máximo de Módulos de expansión	4 módulos de configuración de E / S
Aplicaciones	Diseñado para pequeños sistemas de control
Suministro Voltaje	100/240VAC
Tipo	TWD
Tipo de Modulo	Compacto

3.2.1. Adaptador de comunicaciones Twido-TWDNAC232D

Todos los controladores Twido tienen un puerto serie 1 de comunicaciones RS485. Además, los controladores TWDLCAA16DRF tienen un puerto serie2 para un segundo conector serie RS485 o RS232. Hay disponible un adaptador de comunicaciones opcional (TWDNAC232D) para instalarlo en el conector de puerto serie 2.

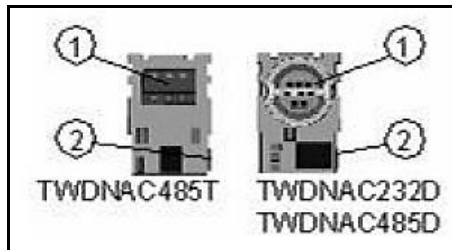


Figura 3. 2: Adaptador de comunicaciones TWDNAC232D del Plc Twido

3.2.2. Programación del PLC

TwidoSoft es un entorno de desarrollo gráfico para crear, configurar y mantener aplicaciones para autómatas programables Twido. TwidoSoft le permite crear programas con distintos tipos de lenguaje, después de transferir la aplicación para que se ejecute en un autómata.

Para crear programas de control Twido se pueden utilizar los siguientes lenguajes de programación:

- **Lenguaje de lista de instrucciones:** Un programa de lista de instrucciones se compone de una serie de expresiones lógicas escritas como una secuencia de instrucciones booleanas.
- **Diagramas Ladder Logic:** Un diagrama Ladder Logic es una forma gráfica de mostrar una expresión lógica.
- **Lenguaje Grafcet:** El lenguaje grafcet está compuesto por una sucesión de pasos y transiciones. Twido admite las instrucciones de lista Grafcet, pero no Grafcet gráfico.

3.2.3. Diagramas Ladder Logic

Emplean la misma representación gráfica que la de los circuitos de relé en lógica de relé. En dichos esquemas, los elementos gráficos, como las bobinas, los contactos y los bloques, representan las instrucciones del programa.

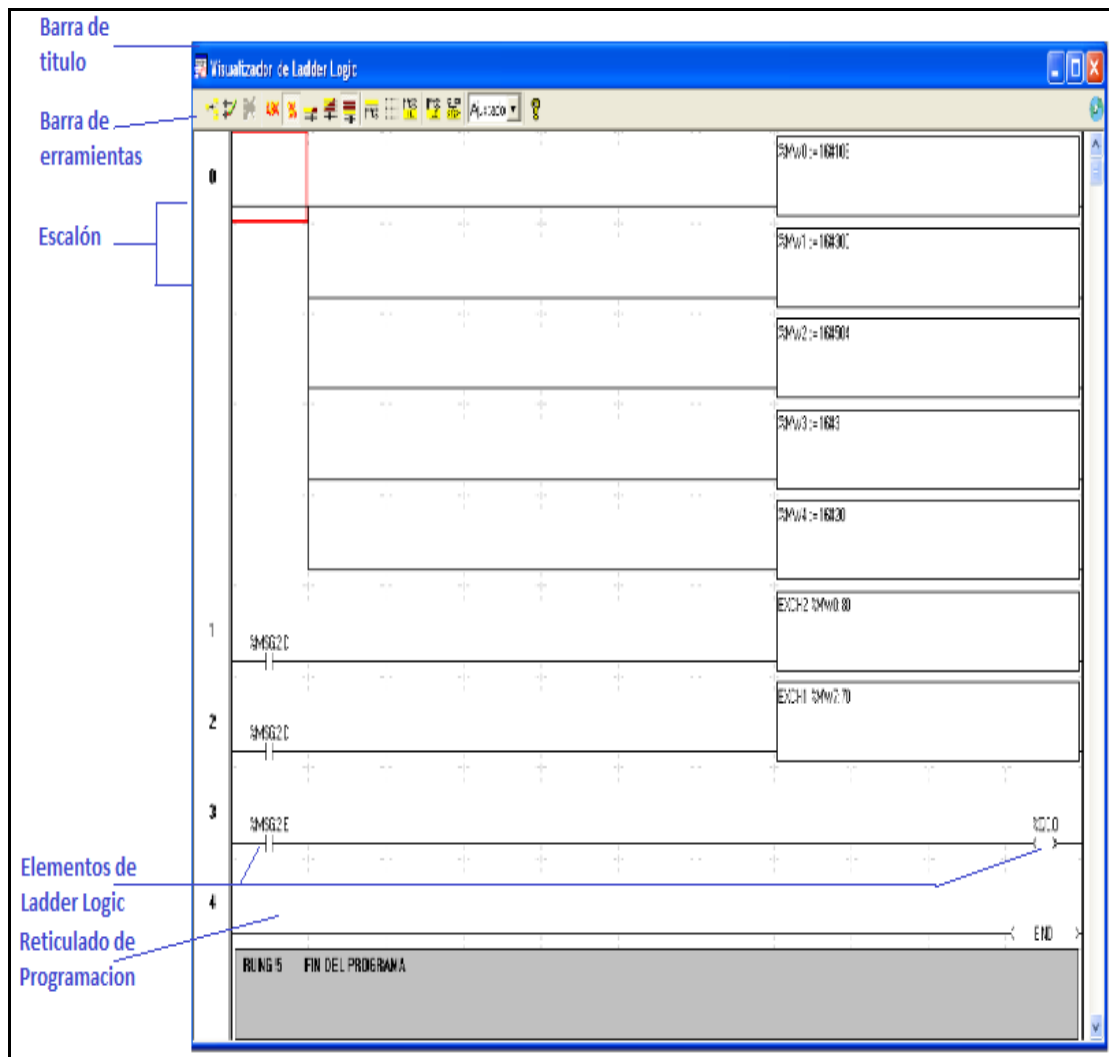


Figura 3. 3: Entorno de programación TwidoSoft

Tabla 3. 2. Elementos del entorno TwidoSoft

Componente	Descripción
Barra de título	Barra situada en la parte superior de la ventana que muestra el nombre del editor o visualizador.
Barra de herramientas	Barra situada en la parte inferior de la barra de título que muestra los comandos utilizados frecuentemente para el visualizador de Ladder Logic.
Escalón	Panel que contiene elementos gráficos y conexiones para un solo escalón de Ladder.
Cabecera de escalón	Panel situado inmediatamente encima de un escalón que identifica dicho escalón y que puede incluir comentarios del usuario.
Reticulado de programación	Cada escalón se compone de una matriz de siete filas y once columnas de celdas. Cada celda puede contener un elemento de Ladder Logic. La zona de visualización se extiende desde la primera fila a la última en la que aparecen elementos de Ladder. Haga doble clic en una celda vacía para abrir el Editor de Ladder Logic. Haga doble clic en uno de estos elementos para editar sus propiedades.
Elementos de Ladder Logia	Símbolos para funciones de los programas de Ladder como bobinas, contactos y bloques de función. Cuando se seleccionan en el reticulado de programación, los elementos aparecen rodeados por un rectángulo rojo.

El Navegador de aplicación es una ventana adicional que proporciona una vista en árbol de una aplicación. Las ventanas y las barras de herramientas flotantes pueden trasladarse y colocarse en los bordes de una ventana principal.

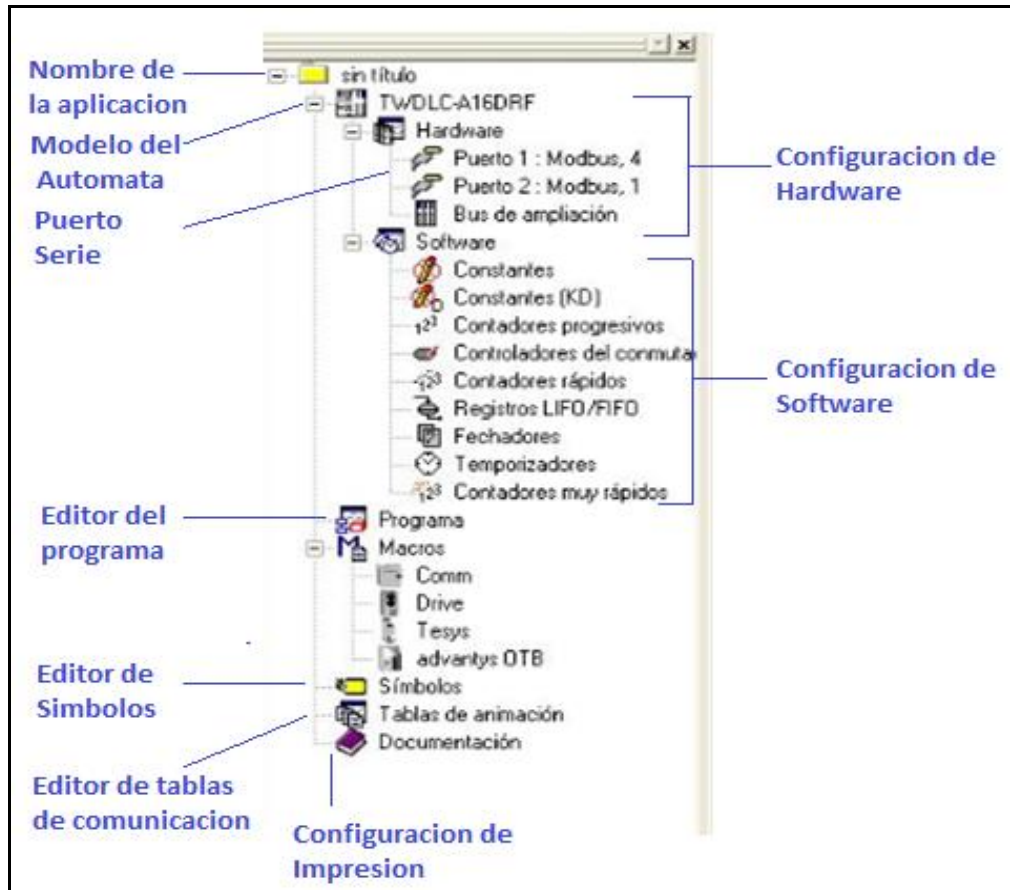


Figura 3. 4: Navegador del programa TwidoSoft

Los elementos de una aplicación aparecen en orden lógico dependiendo su relación dentro de la aplicación. Los elementos se organizan en una estructura en árbol que se puede ampliar o reducir. El navegador de aplicación organiza los elementos de la aplicación de tal modo que no sea necesario buscarlos de manera individual.

Tabla 3. 3. Descripción de los Componentes del Navegador de aplicación

Componente	Descripción
Nombre de la aplicación	Éste es el primer elemento situado en la parte superior de la estructura en árbol. Muestra el nombre de la Aplicación abierta.
Modelo de autómata	El número del modelo del autómata base.
Configuración de hardware	Muestra la configuración del hardware del autómata base: configuración de las comunicaciones, módulos de ampliación y opciones de hardware. Si hace clic con el botón derecho del ratón en los elementos de hardware, aparecerán los menús contextuales de las opciones del menú Hardware.
Configuración de software	Muestra la configuración de los recursos de software, como los temporizadores y contadores. Si hace clic con el botón derecho del ratón en los elementos de software, aparecerán los menús contextuales de las opciones del menú Software.
Programa	Abre el editor de programa predeterminado. Si hace clic con el botón derecho aparecerá el menú contextual de algunas de las opciones del menú Programa.
Símbolo	Abre el Editor de símbolos.
Animación	Abre el Editor de tablas de animación.
Documentación	Abre el cuadro de diálogo Configurar impresión para configurar las opciones de impresión.
Barra del navegador	Haga clic y mantenga pulsado el botón izquierdo del ratón para desplazar el Navegador de aplicación en el área de visualización. Haga doble clic para convertir el navegador en una pequeña ventana flotante.

3.2.4. Pasos para la Programación del PLC

Paso 1: Para la programación del autómata (PLC) se especifica a continuación las partes iniciales de acuerdo a la aplicación que se va a realizar.

- Se le asigna un nombre a la aplicación, para mayor facilidad del programador.
- Se establece el modelo del autómata programable, esto para realizar el respectivo programa y poder simular ya que en este caso la simulación se la realiza con el PLC conectado al PC.
- En la parte denominada Hardware, se configura los puertos del PLC ya que consta de 2, los mismos serán establecidos y nombrados de acuerdo a la estación remota de trabajo y a la forma y velocidad de comunicación que se realizara, en este caso se comunican con el protocolo MODBUS.

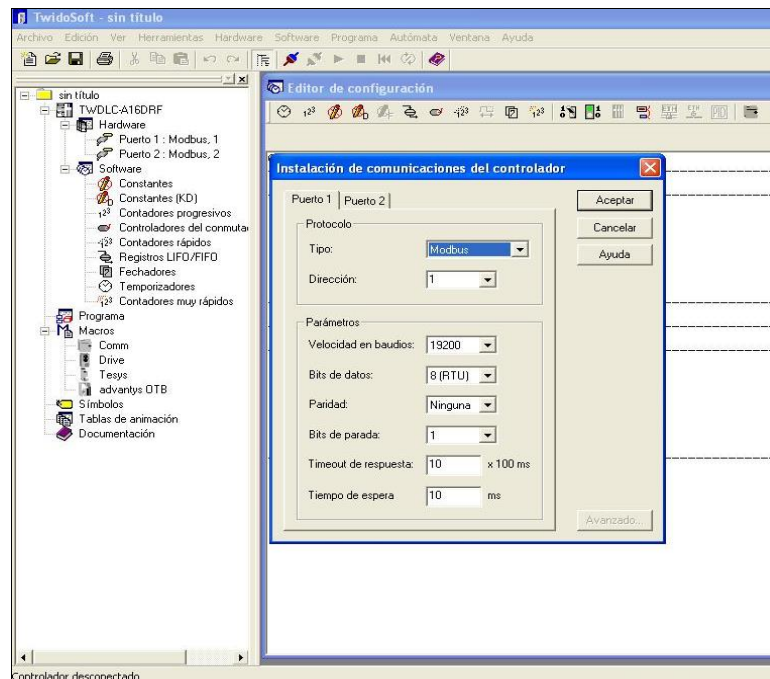


Figura 3. 5: Ventanas de configuración puerto 1

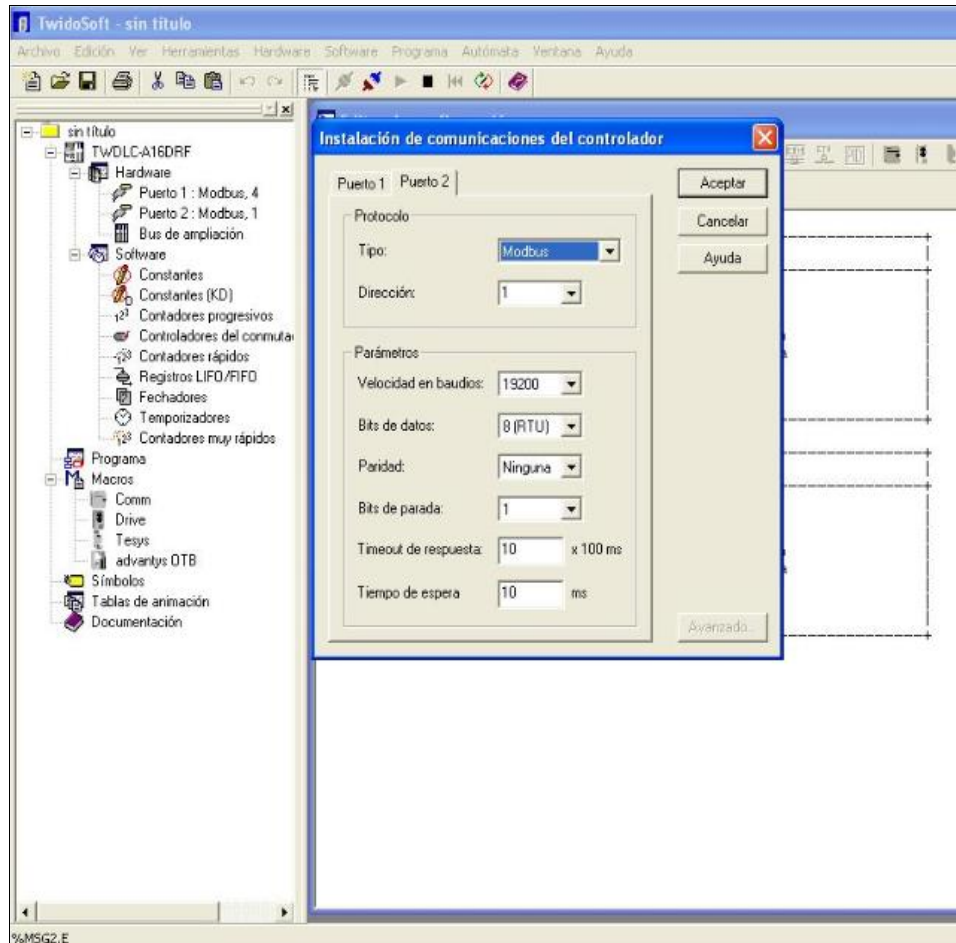


Figura 3. 6: Ventana de configuración puerto 2

Paso 2: En la parte de programa se desarrollará y configurará el respectivo diagrama ladder, en el cual consta las localidades de memoria del PLC para guardar los datos enviados desde los sensores y los medidores correspondientes. Para observar mejor a continuación se describe el diagrama de flujo y el diagrama ladder del programa realizado.

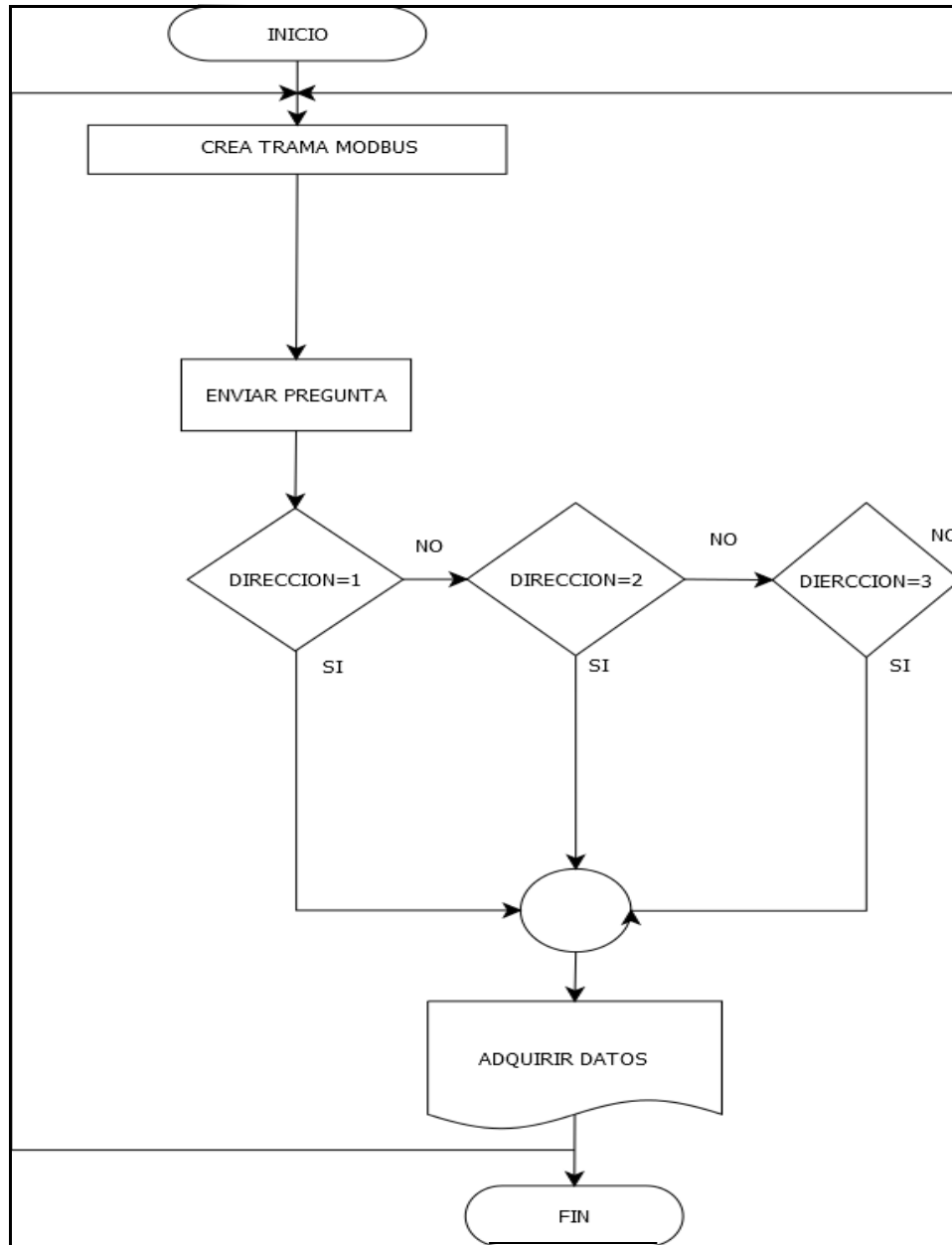


Figura 3. 7: Diagrama de Flujo Comunicación Modbus Maestro-Eslavo

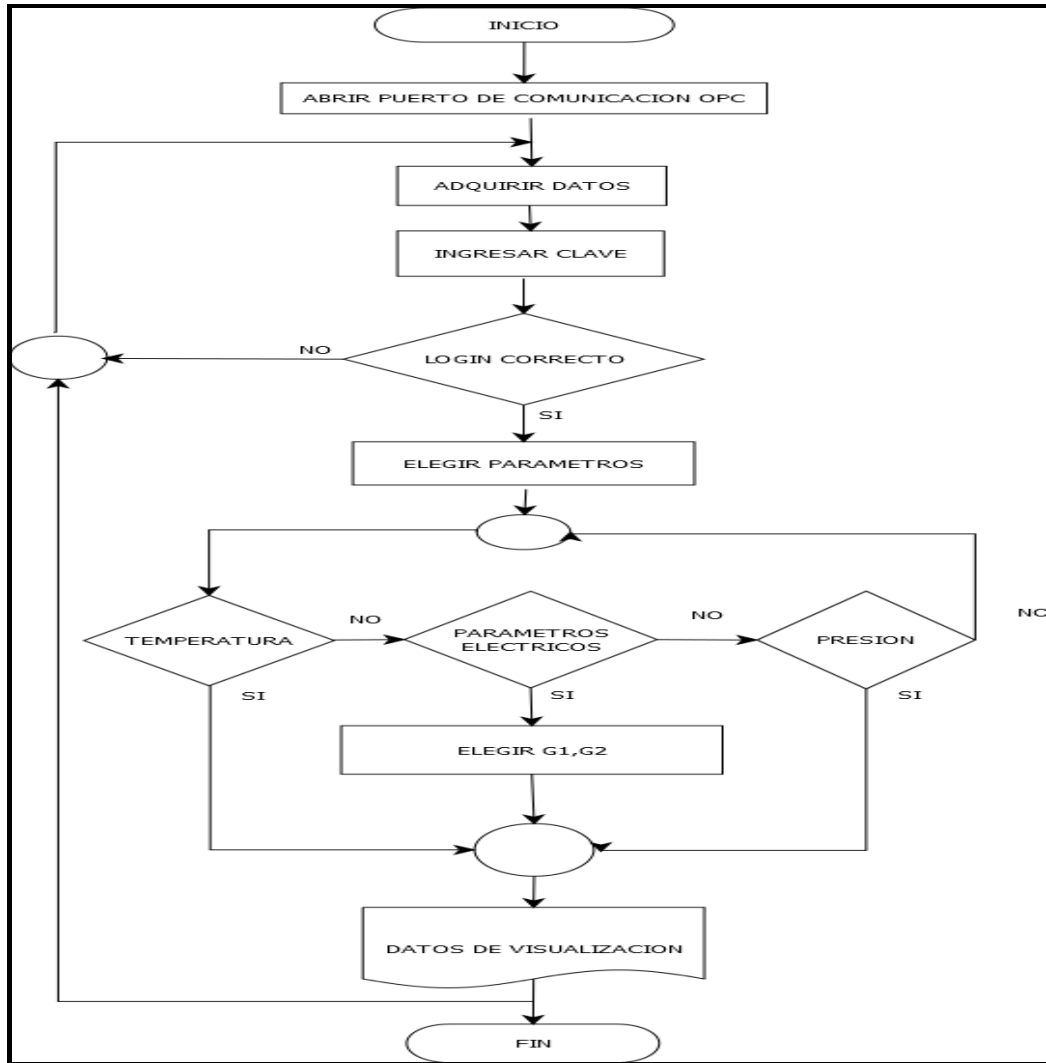


Figura 3. 8: Diagrama de Flujo del funcionamiento de la inteface HMI

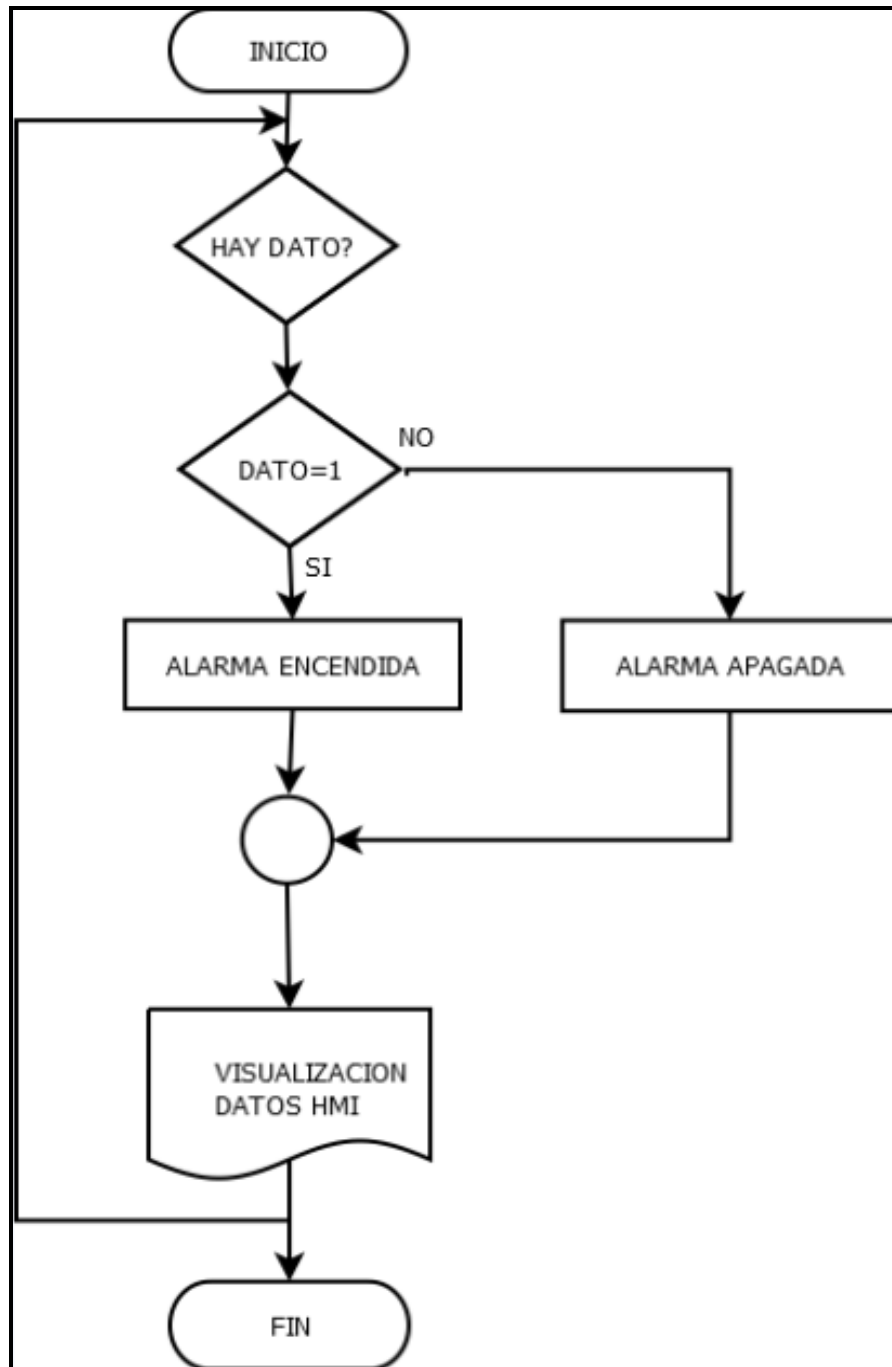


Figura 3. 9: Diagrama de Flujo alarma de nivel alto en el tanque de presión

3.2.5. Diagrama ladder del programa utilizado

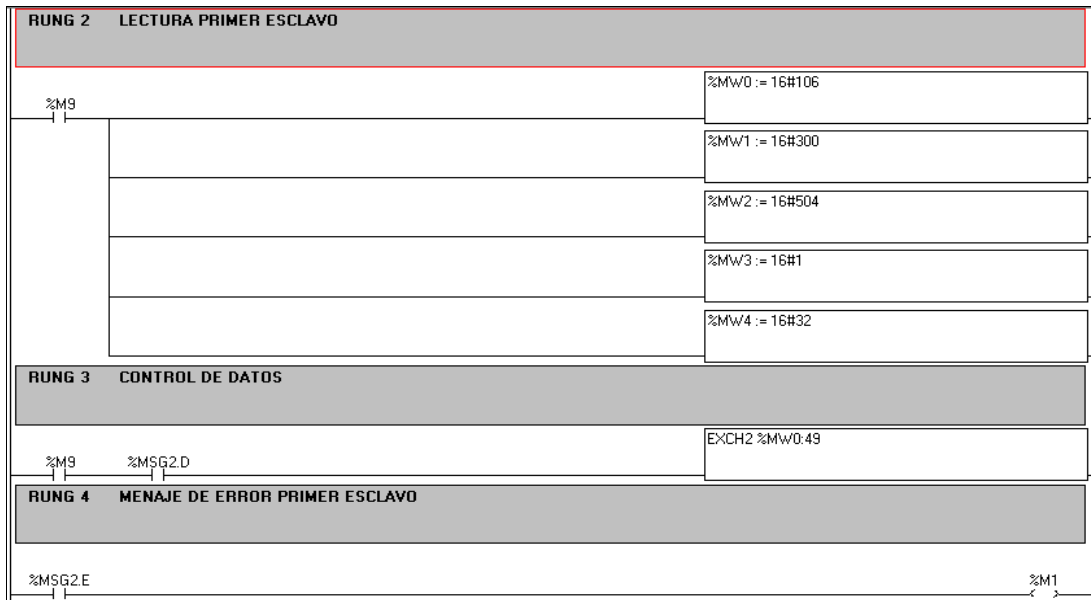


Figura 3. 10: Lectura del primer esclavo

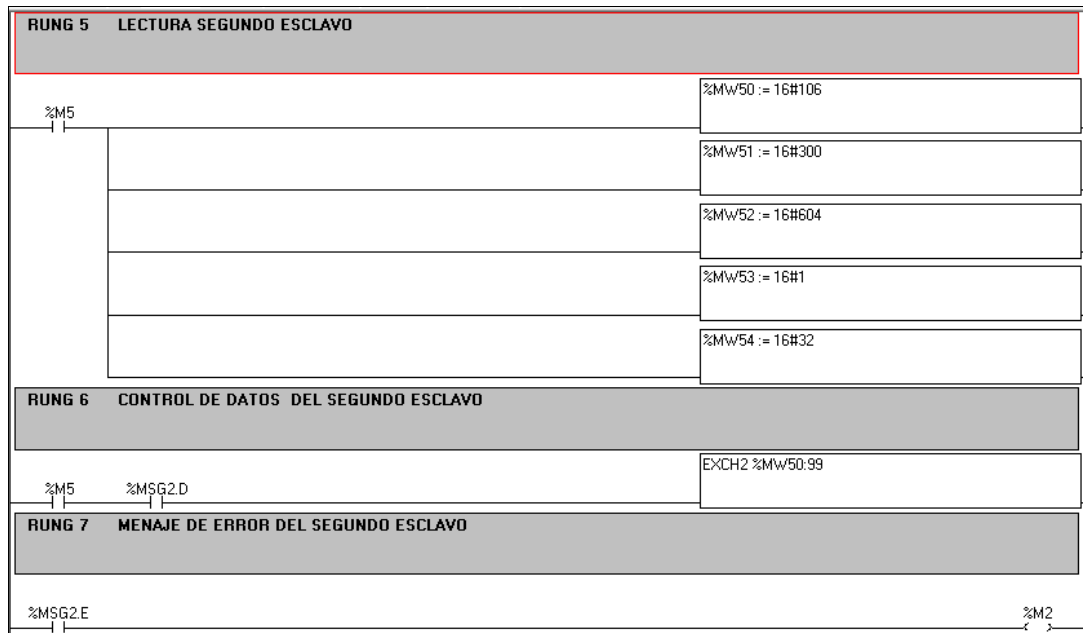


Figura 3. 11: Lectura del segundo esclavo

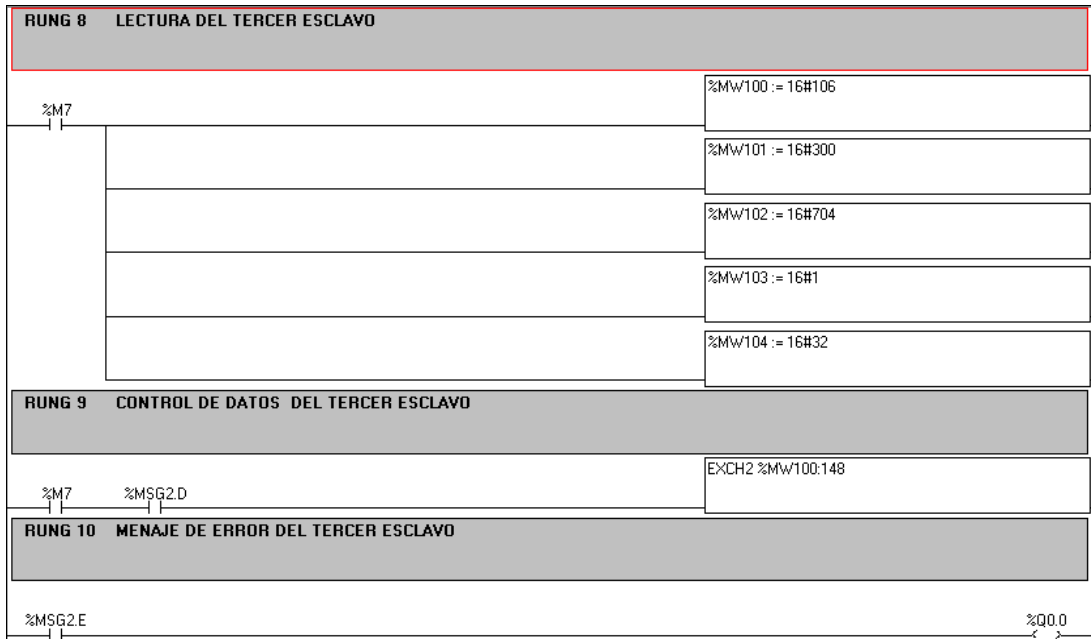


Figura 3. 12: Lectura del tercer esclavo

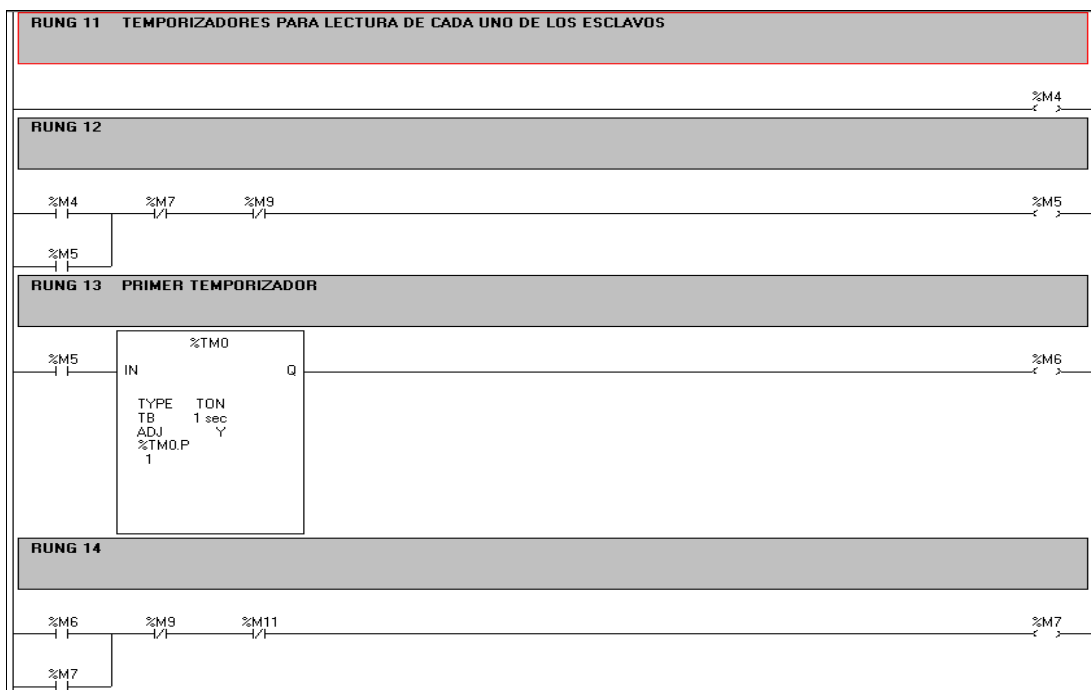


Figura 3. 13: Primer temporizador para la lectura del primer esclavo

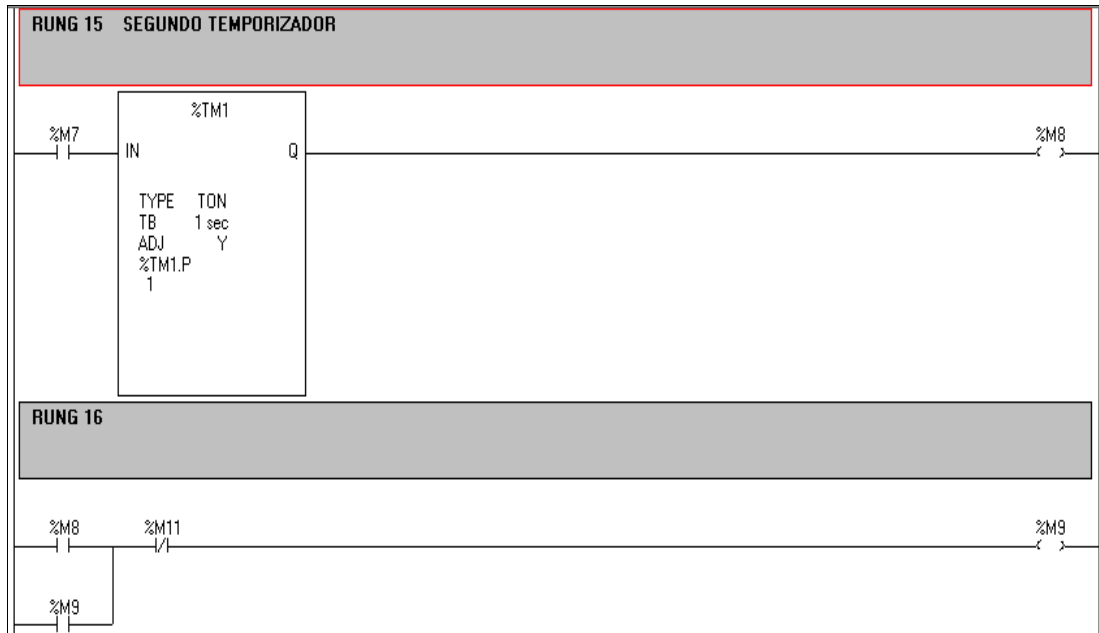


Figura 3. 14: Segundo temporizador para la lectura del segundo esclavo

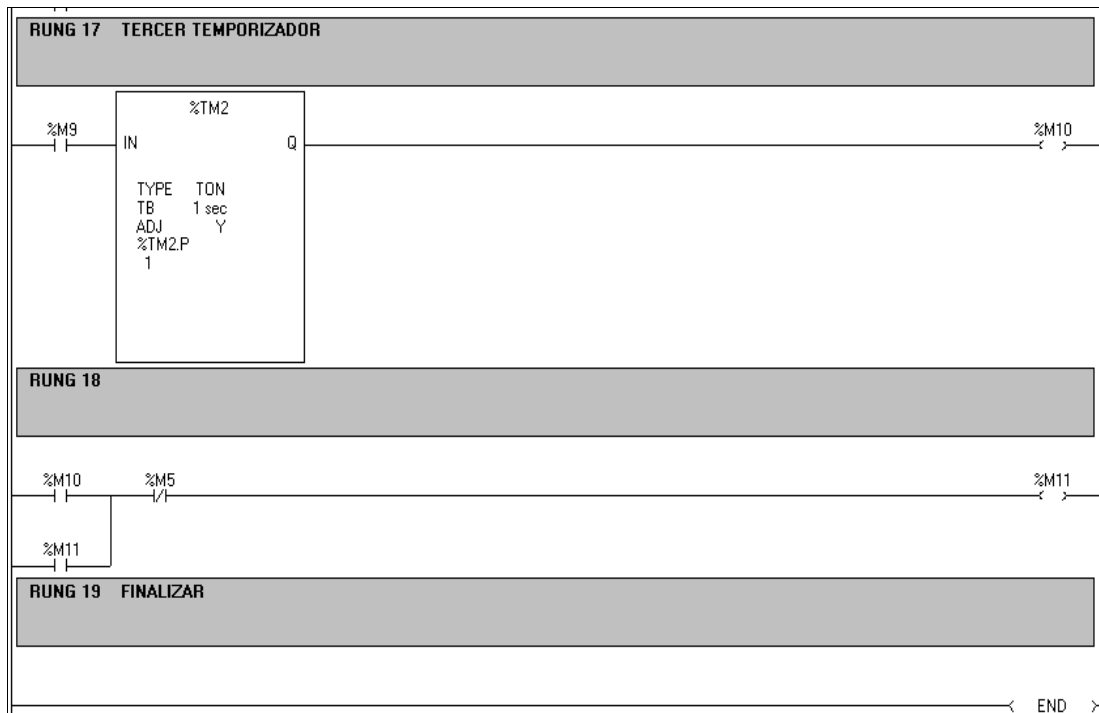


Figura 3. 15: Tercer temporizador para la lectura del tercer esclavo

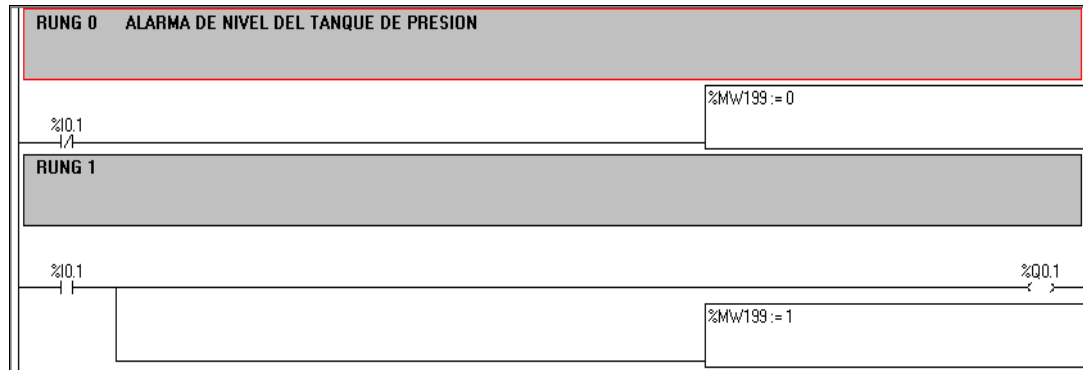


Figura 3. 16: Alarma de nivel del tanque de presión

3.3. Equipo Primario de Medición de Parámetros Eléctricos.

3.3.1. Transformadores de Medición

Los transformadores de medición o denominados de Corriente y Potencial se utilizan para tomar muestras de Corriente y Voltaje de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos o aparatos de medida, control. Y como se explicó en el CAPÍTULO 1 estos dispositivos facilita de forma eficaz la lectura de la señal a valores medible por lo que cada dispositivo deber ser instalado en forma detallada por el fabricante.



Figura 3. 17: Ilustración de un transformador de potencial instalado

3.3.2. Características de Los TC y TP

Tabla 3. 4. Características técnicas del transformador de potencial

Frecuencia	50 / 60 Hz
Tensión de aislamiento	3 kV c.a.
Corriente térmica de cortocircuito I_n	$60 f_n$
Corrientes dinámica I_{dyn}	$2,5 I_{dyn}$
Tensión más elevada para el material	0,72 kV c.a.
Clase térmica	B (130 °C)
Temperatura de trabajo	-5 ... 40 °C
Tipo de encapsulado	Plástico VO autoextinguible
Factor de seguridad	$F_S 5$
Bornes secundarios precintables	Si
Terminales secundarios	IP 20
Fijación en carril DIN	TC5 y TC6

3.3.3. Configuración de Instalación de los Transformadores de Medición

Como se muestra en la Figura 3.18 la conexión que se utiliza para la medición de los parámetros eléctricos está dispuesta de forma tal que cada TC y TP sea instalado en cada línea de la cual se va a tomar la información siendo una conexión Trifásica con una línea de neutro, esta configuración dispone al dispositivo para la obtención de la señal de entrada y para poder obtener una muestra fiable y medible.

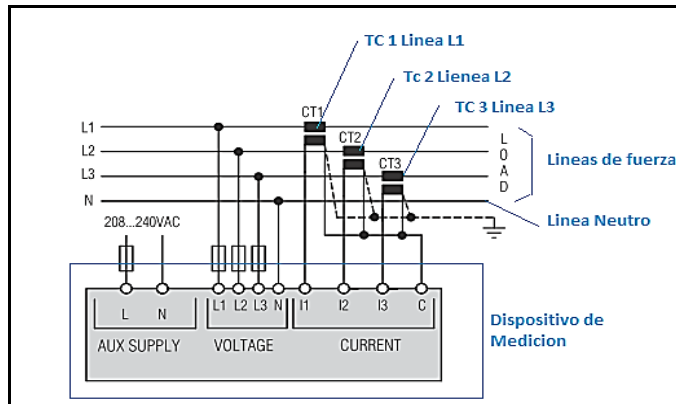


Figura 3. 18: Configuración de la conexión del transformador de potencial

Una vez realizado la instalación de cada una de los TC y TP ver figura 3.19 se procede a la selección y configuración de los instrumentos de medida “Multímetro Digital”

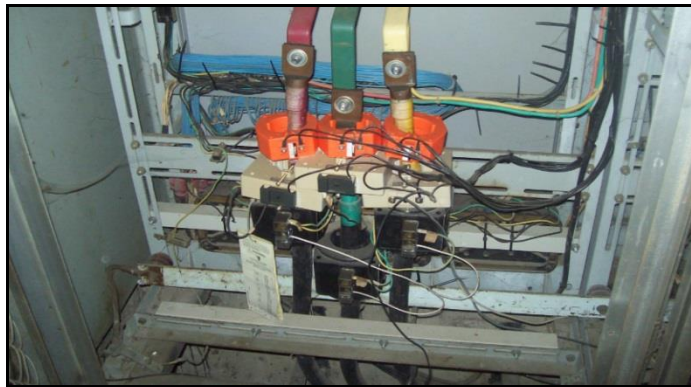


Figura 3. 19: TC y TP del grupo generador N°1

3.4. Requerimientos del Instrumento de Medición de Parámetros Eléctricos.

Para realizar la medición tales como tensiones y corrientes con elevado contenido armónico, frecuencia variable, mediciones del $\cos\phi$ (además del factor de potencia), el análisis de armónicos, las funciones “High”, “Low” y “Max” (máxima demanda).

Son sólo algunas de las características que se necesita para la supervisión en tiempo real de los parámetros eléctricos siendo así la selección de un dispositivo que facilite la medición de los parámetros antes mencionadas

Para esto la mejor opción es contar con la instalación de un medidor Digital.

3.4.1. Características del Instrumento de Medición.

Características necesarias del dispositivo para la medición de los parámetros eléctricos.

- Simple instalación y configuración.
- Medida del real valor eficaz (True RMS).
- Medidas con funciones de analizador de potencia.
- Medida de armónicos.
- Memorización de valores máximos y mínimos.
- Calculo de la energía consumida y generada.
- Dimensiones compactas.
- Salidas digitales programables.
- Interfaz serial RS485 con protocolo Modbus RTU.

3.4.2. Selección del Instrumento Medidor y Registrador de Datos.

El equipo que cumple con las características técnicas y de trabajo mencionadas, se detalla a continuación:

3.5. Medidor Digital de Parámetros Eléctricos DMK3 LAVATO.

El multímetro digital DMK 3 es un instrumento capaz de efectuar mediciones fiables incluso en las condiciones severas, tales como tensiones y corrientes con elevado contenido armónico y frecuencia variables, una de las características técnicas del DMK 3 es que incorpora una interfase RS-485 serie con un opto-aislado RS-485 semidúplex.



Figura 3. 20: Multímetro digital LOVATO DMK3

Tabla 3. 5. Características del Multímetro Digital Lovato DMK3

Característica	Descripción
Medidas	251 parámetros eléctricos (medidor de energía, puerto RS- 485, salida de relé)
Tensión auxiliar de alimentación	100-240VAC y 110-250VDC
Rango de medición de la tensión	20-830VAC fase-fase y 10-480VAC fase-neutro
Relación TV programable	1,0-5.000
Rango de medición de la frecuencia	45-65Hz
Rango de medición de la corriente	0,02-6A
Corriente nominal (entrada amperimétrica)	5A
Relación TC programable	1,0-2.000
Precisión de las medidas de tensión y corriente	clase 0,5 (± 1 dígito)
Precisión de las medidas de energía activa	clase 1 (IEC/EN 62053-21 y IEC/EN 62053-23)
Grado de protección	IP54 en el frente DMK 3
Temperatura de funcionamiento	-20...+60°C.
Salida de comunicación	RS -485 MODBUS

3.5.1. Comunicaciones con el Multímetro DMK3 Lovato.

El DMK 3 presenta el puerto serial RS-485 opto-aislado, con protocolo Modbus RTU y Modbus ASCII, para la comunicación con plataformas más usuales de monitoreo y automatización.

3.6. Configuración del Multímetro Digital Lovato DMK3

La configuración de los medidores Lavato es en modo esclavo y el PLC Dispositivo de control trabaja en modo maestro utilizando la siguiente configuración de los distintos dispositivos como sigue:

3.6.1. Pasos para la Configuración de los Multímetros DMK3 Lovato

Paso 1: En el primer paso instalamos en cada medidor su respectivo sensor para realizar el muestreo de la señal, para nuestro caso los TC y TP se conectan siguiendo la siguiente configuración.

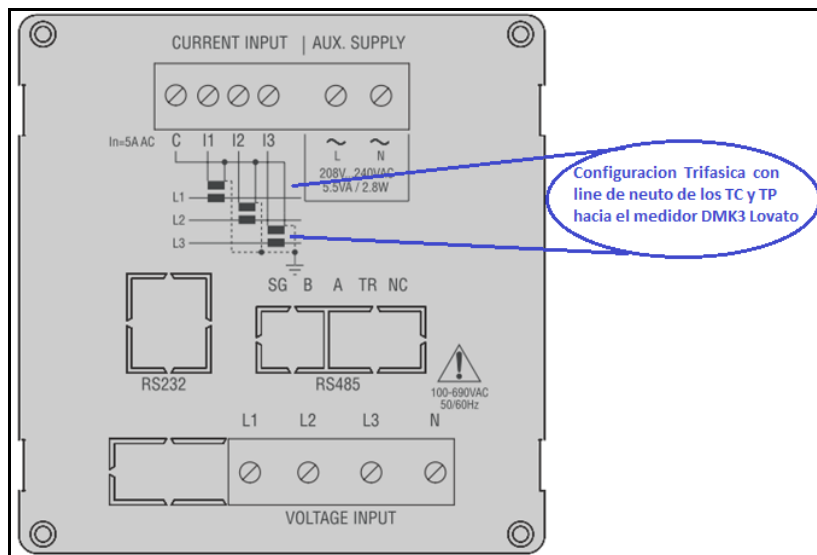


Figura 3. 210: Configuración de la instalación de los medidores de potencial

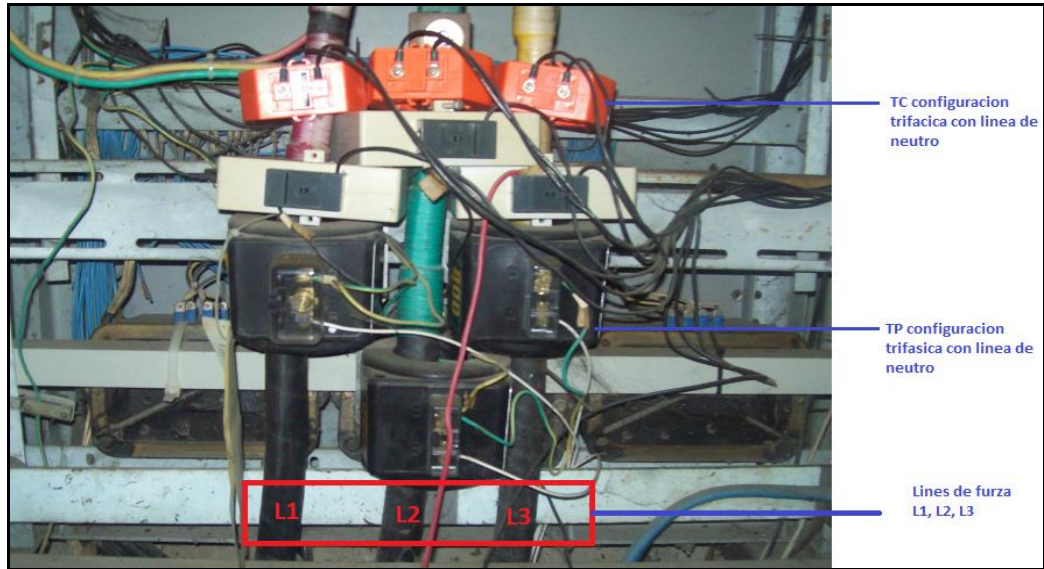


Figura 3. 21: Instalación de los Transformadores de Potencial

Paso 2: Preparar la conexión RS-485. Conectando el convertidor RS-232/RS-485 a la red de multímetros con protocolo Modbus hacia el PLC.

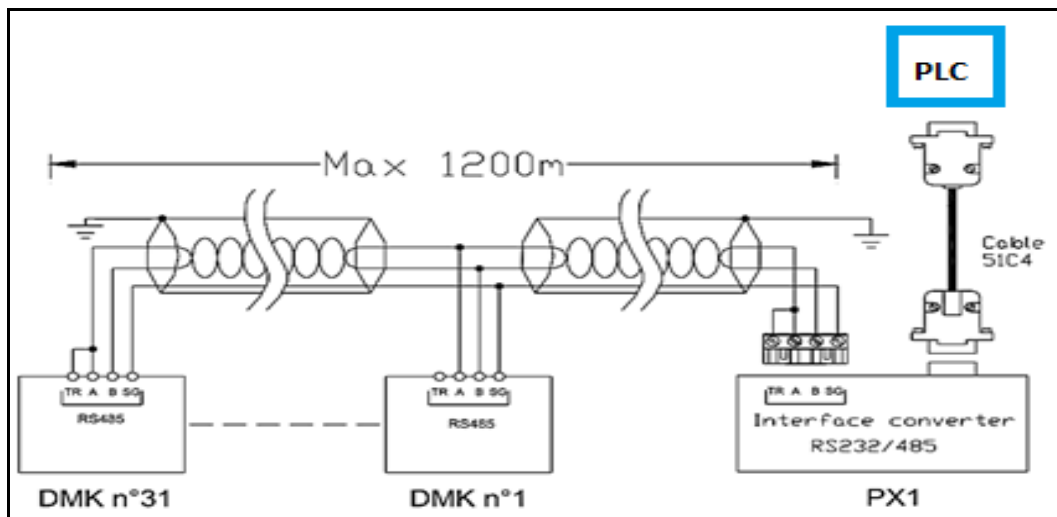


Figura 3. 22: Esquema de Cableado (Conexión Directa)

Paso 3: Conectar todos los terminales de comunicación de los multímetros en forma paralela con el par de cables y conectarlos con el puerto de comunicación del convertidor, como se muestra en la Figura 3.23 de cableado. Asegúrese de que la polaridad sea la correcta (terminales A y B).

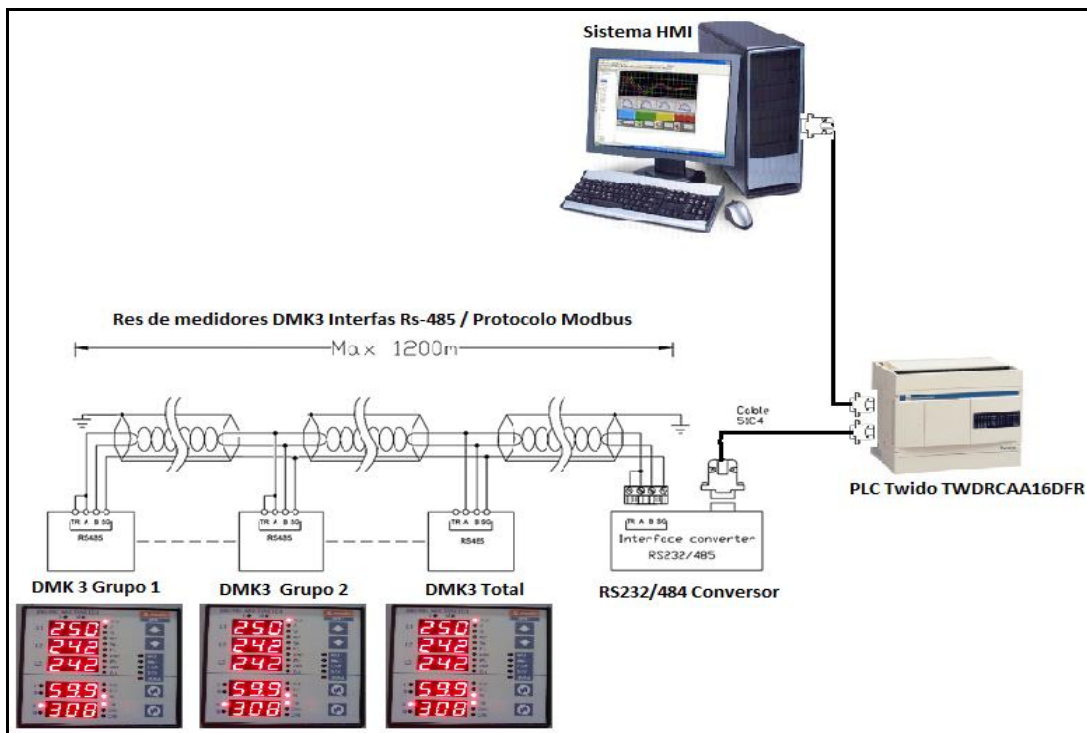


Figura 3. 23: Esquema de conexión de los multímetros DMK3, PLC y HMI

Paso 4: Ingresar desde el teclado frontal de cada multímetro para la configuración del puerto presionando simultáneamente las teclas A y B para el siguiente caso (P.41) y seleccionar una dirección diferente para cada DMK, comenzando desde la 05. Asegurando que la paridad y velocidad ajustadas en el PLC coinciden con las del medidor DMK3.

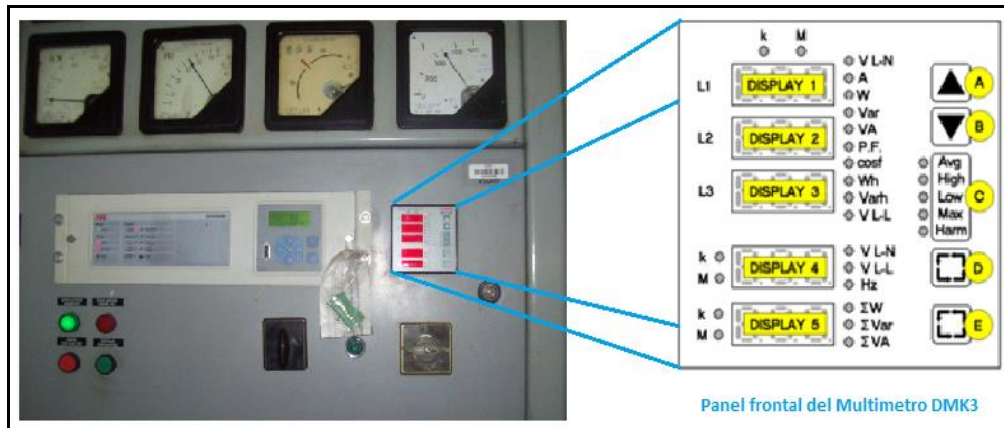


Figura 3. 24: Configuración de parámetros de los Multímetros DMK3

Paso 5: Para ingresar al menú y seguir los pasos para la configuración de la comunicación con protocolo Modbus RTU. A continuación se muestra una tabla donde se indica los parámetros que se configura en el multímetro para la comunicación con el master Modbus.

Tabla 3. 6. Menú de funciones del multímetro digital DMK3

PAR	Function	Range	Default
P.41	Address	1 - 255	1
P.42	Baud rate	OFF 1200 2400 4800 9600 19200	9600
P.43	Parity	0 - No parity 1 - Odd parity 2 - Even parity	0
P.44	Protocol	0 - ASCII 1 - RTU	1
P.45	Modem	0 - no auto response 1 - auto response	0
P.46	Data bits	0 - 7 bit 1 - 8 bit	1

Paso 6: Una vez ingresado a la función de comunicación Modbus dentro del multímetro realizar la configuración tomando en cuenta las siguientes características.

3.6.1.1. Configuración Modbus ® RTU

Si se selecciona el protocolo Modbus RTU ® para el parámetro P.14, el mensaje de comunicación tiene la siguiente estructura:

Tabla 3. 7. Formato del mensaje en protocolo Modbus

T1	Address	Function	Data	CRC	T1
T2	(8 bit)	(8 bit)	(N x 8 bit)	(16 bit)	T2
T3					T3

- El campo de dirección contiene la dirección de serie del dispositivo esclavo de destino.
- El campo de la función contiene el código de la función que deben ser ejecutadas por el esclavo.
- El campo de datos contiene los datos enviados al esclavo o los datos recibidos desde el esclavo en respuesta a una consulta
- El campo CRC permite que el maestro y el esclavo comprueben la integridad de los mensajes. Si un mensaje ha sido corrompida por ruido eléctrico o la interferencia, el campo CRC permite que los dispositivos reconocer el error y de ese modo hacer caso omiso del mensaje.
- La secuencia T1 T2 T3 corresponde a un tiempo de que los datos no deben ser intercambiados en la comunicación del bus para que los dispositivos conectados puedan reconocer el final de un mensaje a partir del final de otra.

El multímetro mide el tiempo que transcurra desde la recepción de un carácter y el siguiente. Si este tiempo excede el tiempo necesario para enviar 3,5 caracteres a la velocidad de transmisión seleccionada, entonces el siguiente carácter será considerado como el primero de un nuevo mensaje.

3.6.1.2. Funciones MODBUS ® RTU

Tabla 3. 8. Funciones Modbus disponibles en el multímetro DMK3

04= Leer entrada registro	Permite leer la entrada de registro.
06= Pre ajuste del registro	Permite establecer la configuración parámetros
17= identificación de esclavo	Permite leer la información sobre el multímetro.

Por ejemplo, para leer el valor de la equivalente a la tensión de fase a fase, que reside en el registro 16 (10 Hex) del multímetro con dirección serie 08, el mensaje a enviar es el siguiente:

Tabla 3. 9. Trama del mensaje del Maestro (PLC)

08	04	00	0F	00	02	41	51
----	----	----	----	----	----	----	----

Considerando lo siguiente:

- 08 = Dirección del esclavo.
- 04 = Función Modbus 'registro de entrada leídos'.
- 00 0F = Dirección del registro requerido (equivalente tensión de fase-fase).
- 00 02 = Número de registros que se deben leer inicio 000F de dirección.
- 4151 = CRC Checksum.

La respuesta multímetro DMK3 es el siguiente:

Tabla 3. 10. Respuesta del esclavo (Multímetro DMK3)

08	04	04	00	00	00	64	63	6A
----	----	----	----	----	----	----	----	----

Dónde:

- 08 = Dirección multímetro (Slave 08).
- 04 = La función solicitada por el maestro.
- 04 = Número de bytes enviados por el multímetro DMK3.
- 00000064 = Valor hexadecimal de la equivalente a la tensión de fase-fase (100 V).
- 63 6A = CRC Checksum.

3.6.2. Descripción de la Funciones Modbus Disponibles en el Multímetro DMK3

3.6.2.1. Función 04 Lectura de Entrada de Registro

La función 04 de Modbus ® permite leer una o más medidas consecutivas de la memoria del esclavo. En este caso, cada medida se define como "unsigned long", por lo que tiene una longitud de 2 registros (4 bytes).

Tabla 3. 11. Preguntas principales del maestro hacia el esclavo

Slave Address	08h
Function	04h
MSB address	00h
LSB address	09h
MSB register number	00h
LSB register number	08h
MSB CRC	21h
LSB CRC	57h

En el cuadro anterior se solicita al esclavo 08 para 8 registros consecutivos que comienza con 10h de direcciones. Por lo tanto, los registros de 10h a 17h serán devueltos. Como habitual, el mensaje termina con la suma de comprobación CRC.

Tabla 3. 12. Mensaje de respuesta del esclavo a las preguntas del maestro

Slave Address	08h
Function	04h
Byte number	10h
MSB address 10h	00h
LSB address 10h	00h
MSB register number 17h	00h
LSB register number 17h	00h
MSB CRC	5Eh

La respuesta siempre está compuesta por la dirección del esclavo, el código de función solicitada por el maestro y el contenido de los registros solicitado. Y la respuesta termina con el CRC.

3.6.2.2. Función 06 Registro Único PRESET

Esta función permite establecer los parámetros de configuración.

- Los parámetros modificados se guardan automáticamente en la memoria EEPROM no volátil.
- Si el valor no se encuentra en el rango correcto, el multímetro responderá con un mensaje de error.
- De la misma manera, si el parámetro dirección no es reconocido, el multímetro enviará una respuesta de error.
- La dirección y el rango válido para cada parámetro se indican en la Tabla 3.15 con la función 06,

Tabla 3. 13. Mensaje del maestro para acceder al registro único preset

Slave Address	08h
Function	06h
MSB register address	20h
LSB register address	01h
MSB data	00h
LSB data	0Ah
MSB CRC	53h
LSB CRC	54h

3.6.2.3. Función Informe de Dirección del Esclavo

Esta función permite identificar el tipo de instrumento.

Tabla 3. 14. Pregunta del Maestro sobre la dirección del esclavo

Slave Address	08h
Function	11h
MSB CRC	04h
LSB CRC	7Ch

Tabla 3. 15. Mensaje de respuesta de la dirección del esclavo

Slave Address	08h
Function	04h
Byte number	10h
Data 1	20h
Data 2	00h
Data 4	B1h
MSB CRC	3Bh
LSB CRC	55h

Dónde:

- Datos 1 = Representa el tipo multímetro
- Datos 2 = Mantiene la revisión del software.
- De datos 3 y 4 = Representa los datos de suma de comprobación.

3.6.2.4. Tabla de Error

La siguiente tabla muestra los códigos de error que el esclavo devuelve en caso de consultas no válidas.

Tabla 3. 16. Mensaje de Funcione de error enviadas por el esclavo

01	Invalid Function
02	Invalid register address
03	Parameter value out of bounds
04	Invalid varialble format

Paso 7: Si el cableado y los ajustes son correctos, se establecerá automáticamente la conexión con el DMK 01, el DMK 02 y el DMK total.

Paso 8: La velocidad de comunicación elegida en el PLC y en todos los DMK debe ser la misma (Ej. 19200 bps).

Paso 9: Asignación de la dirección para cada DMK3 debe tener una dirección serial diferente de los otros para nuestro caso 01, 02, 03, implementando la dirección serial, programar el parámetro P.41.

Paso 10: Verificación de la polaridad de conexión del convertidor para el bus RS-485 todos los terminales conectados uno a uno en su respectivo terminal A y terminal B.

Nota:

- La distancia máxima entre las unidades más distantes del bus RS-485 no debe exceder los 100 m.

- Las dos unidades más distantes deben estar conectadas a la resistencia terminal (TR) de 250 ohmios

3.7. Diseño, Monitoreo y Control

3.7.1. Descripción del Sistema de Monitoreo.

El sistema de monitoreo de las variables transmitidas desde cada grupo generador, así como también la medición de los parámetros eléctricos y la supervisión del nivel de agua del tanque de presión se basa en el funcionamiento de plataforma LabVIEW el cual trabaja también en conjunto con OPC SERVER LOOKOUT , la misma que brinda y facilita la comunicación entre el PLC y LabVIEW.

Al momento de monitorear las variables nos permite interpretar cada una de las señales obtenidas, para lo cual un programa en esta plataforma facilita establecer una visualización de los datos.

3.7.2. Opc Server Lookout

Es un software para HMI/SCADA de National Instruments que le permite fácilmente crear poderosas aplicaciones de monitoreo y control de procesos. Con Lookout, el desarrollo de su interface hombre-máquina le toma menos tiempo permitiéndole ahorrar sustancialmente en el costo total de su proyecto.



Figura 3. 25: Entorno principal del OPC server LookOut

3.7.3. Características de Lookout:

- Desempeño confiable para diversas aplicaciones.
- Conectividad a nivel empresa (MES/ERP).
- Conectividad abierta.
- Herramientas de manejo de datos.
- Generación de reportes.
- Visualización.
- Control supervisión.
- Manejo de eventos.
- Configuración en línea.
- Alarmas y eventos distribuidos.
- Seguridad.
- Redundancia.
- Tendencias y gráficas.

Al configurar el OPC SERVER LOOKOUT, se obtuvo el puente de comunicación entre el PLC y la computadora. A continuación se muestra la configuración básica para esta comunicación:

- Se crea un nuevo archivo y una vez hecho esto se crea un nuevo objeto en el menú objeto con el protocolo de comunicación que se desea realizar como en este caso MODBUS

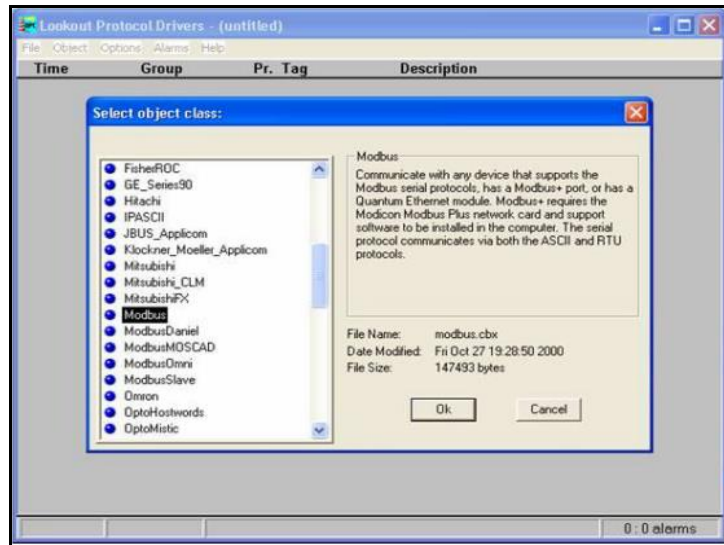


Figura 3. 26: Configuración del tipo de objeto en Lookout

Una vez seleccionado el protocolo a utilizarse se despliega una ventana en la cual se coloca el nombre con el que se desea identificar al objeto y para configurar el modo y la configuración de comunicación, se procede como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 3. 17. Parámetros de configuración en el OPC server

Parámetros	Multímetro DMK	Control Temperatura
Mode	Modbus Serial	Modbus Serial
Address	1	2
Serial Port	COM 1	COM 2
Data Rate	4800	4800
Parity	0	0
Data Bits	8	8
Stop Bits	1	1
Alarm Priority	5	5
Retry Attempts	4	4
Recive Timeout	2000	2200

NOTA: Se debe aclarar que para cada identificación se crea un objeto diferente, realizando el mismo procedimiento.

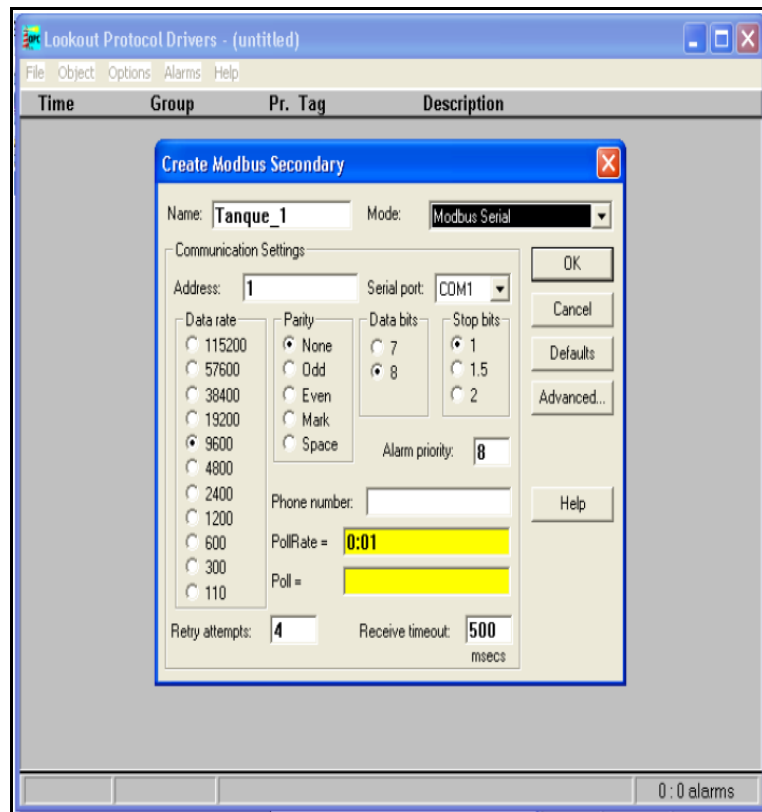


Figura 3. 27: Configuración de los parámetros del Objeto

3.8. LabVIEW

Para el monitoreo y control con LabVIEW, se realizó un programa que cumpla con el trabajo que se desea realizar, el cual se dividió por etapas descritas como: Comunicación, Acondicionamiento y Visualización de la señal, Control y Seguridad.



Figura 3. 28: Entorno de la plataforma LabVIEW

3.8.1. Comunicación del PLC con LabVIEW

La lectura de las localidades de memoria en donde se están guardando los datos enviados por el PLC, son generadas gracias al OPC SERVER, el cual es el puente para comunicar al PLC con el computador.

En esta parte de configuración se tienen las direcciones que OPC SERVER crea, en donde los datos del PLC son guardados y a su vez el software LabVIEW lee todas las direcciones que se crearon en OPC SERVER, a esta ayuda se la puede encontrar con el nombre de Browser DataSocket. Una vez que se ha hecho la apertura de las direcciones, se realiza la lectura de las mismas, las cuales pasan a ser leídas y luego enviadas a la etapa de acondicionamiento, esta etapa finaliza cerrando la comunicación y dejando listo los datos para ser analizados.

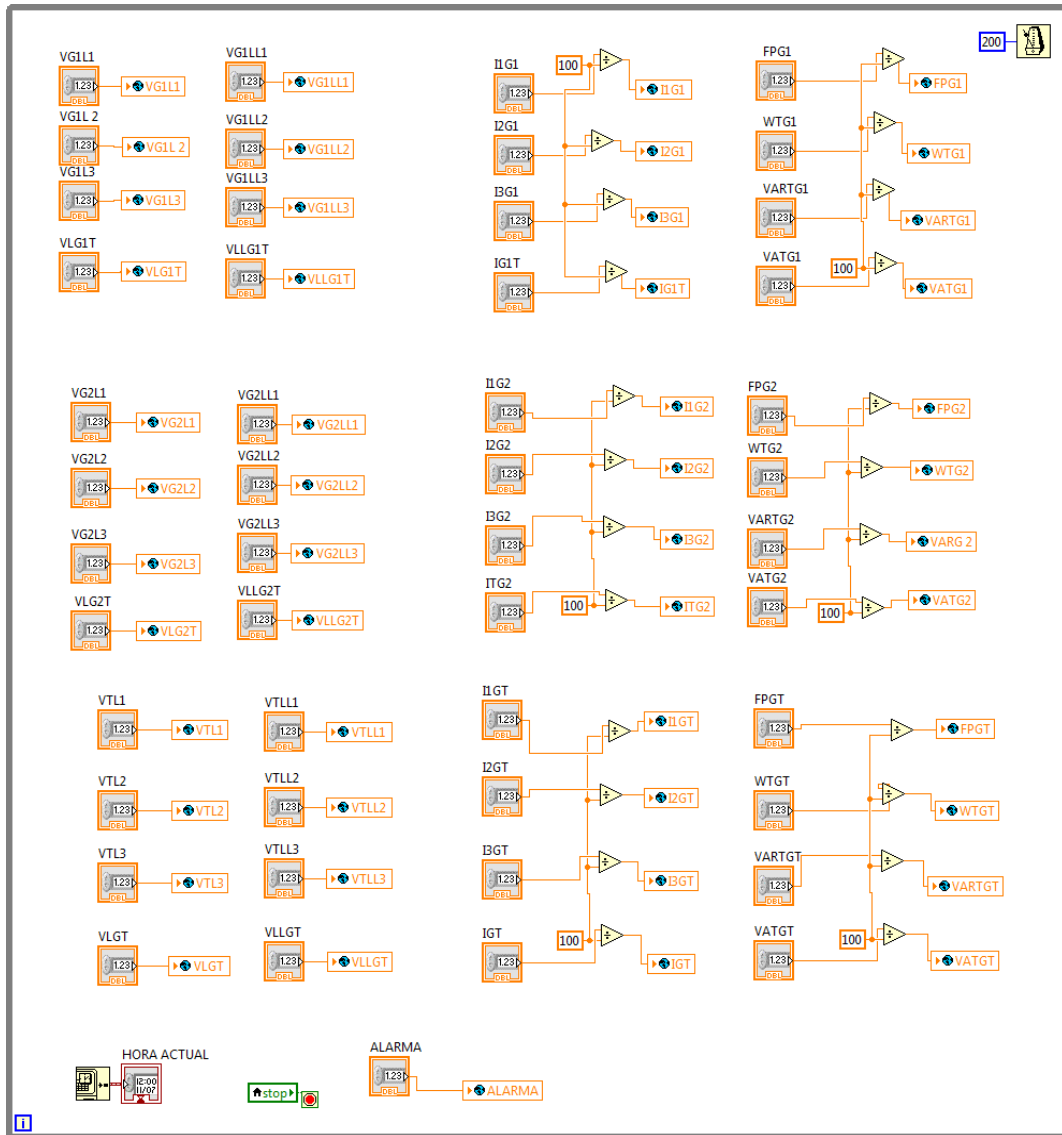


Figura 3. 29: Configuración de la comunicación con las variables desde el Lockout

En esta etapa ya teniendo listo el valor de las variables de cada multímetro, cada medidor de temperatura y del medidor de nivel del tanque, estos datos pasan por dos Index Arrays, en los cuales se identifica el byte a ser leído.

3.8.2. Etapa de Control Entorno de la Programación

Esta etapa es una de las más importantes debido a que desde la central de generación se puede alertar al operador que se encuentra en el tanque que tome la acción correspondiente cuando se suscitó un inconveniente, el funcionamiento de las alarmas se da

cuando en el panel frontal activamos o desactivamos una de las mismas, además estas se dan automáticamente cuando los niveles del agua son inferiores a los establecidos y se observa que en el diagrama de bloque se escribe la dirección “opc://localhost/Nacional Instruments.OPCLookoutDrivers/Cent6.006” la cual de acuerdo a las tablas que maneja el protocolo MODBUS es la de posicionar una bobina.

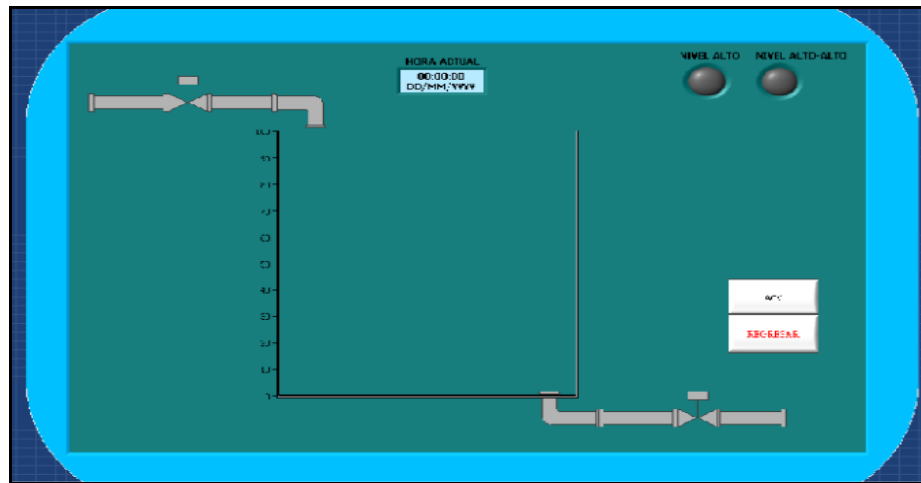


Figura 3. 30: Interface que representa el control de nivel en el tanque de presión

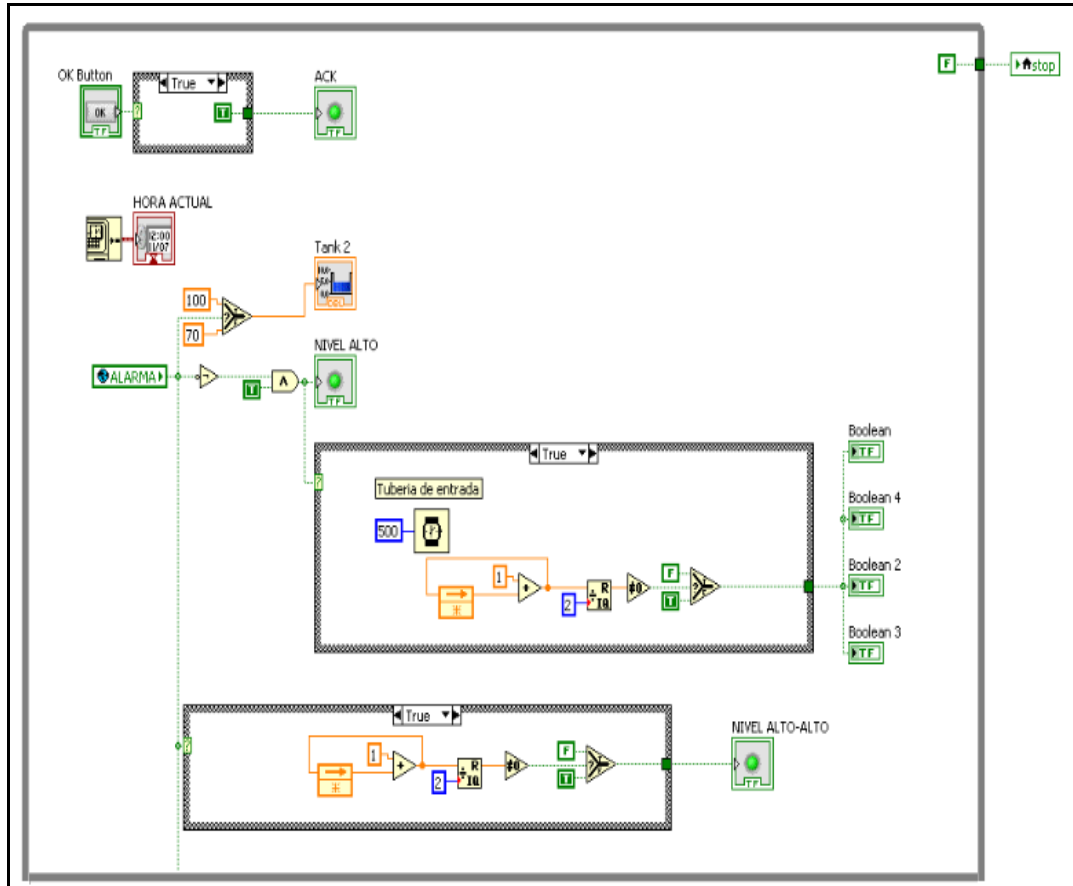


Figura 3. 31: Programación de la etapa de control de nivel de agua del tanque de presión

3.8.3. Etapa de Seguridad de ingreso al sistema HMI

Esta etapa se realizó para la seguridad y con el objetivo de proteger la manipulación del software por parte de los operadores, este programa posee un subVI, en el que existen únicamente tres claves. Mediante ésta clave se puede acceder al programa principal y por ende acceder al diagrama de programación para modificaciones.

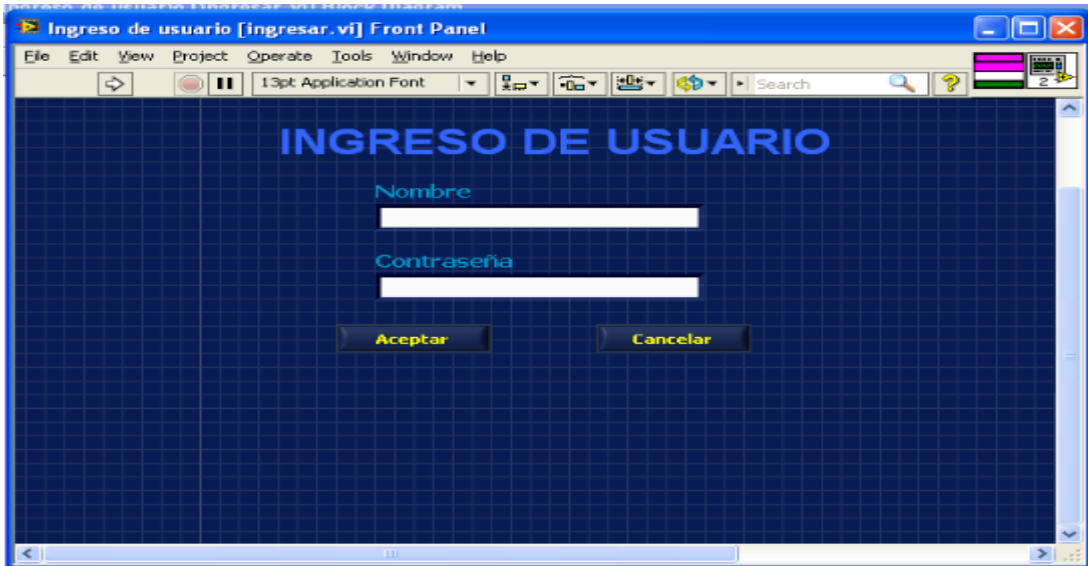


Figura 3. 32: Entorno del SubVI de la programación de seguridad de ingreso al programa

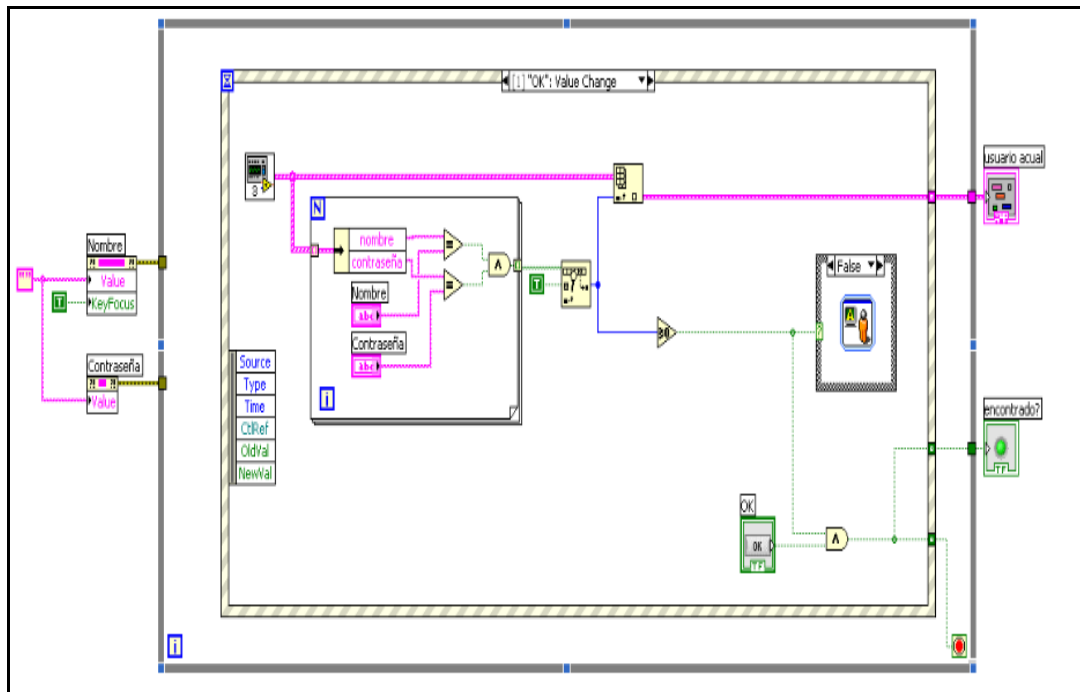


Figura 3. 33: Programación de la seguridad de ingreso al programa HMI

3.8.4. Etapa de Visualización de dos Parámetros Eléctricos.

Esta etapa nos permite seleccionar los valores de los diferentes parámetros eléctricos de los generadores que se encuentran en la central CATAZACON.

Cabe mencionar que existe un total de 48 datos distribuidos de la siguiente forma:

- 16 datos del generador uno.
- 16 datos del generador dos.
- 16 datos de la generación total.

Entre los que se encuentran Voltaje de línea, Voltaje de fase, Corriente, Factor de potencia, Potencia aparente, Potencia real, de las tres líneas R,S,T.



Figura 3. 34: Entorno del SubVI para la selección de los grupos generadores.

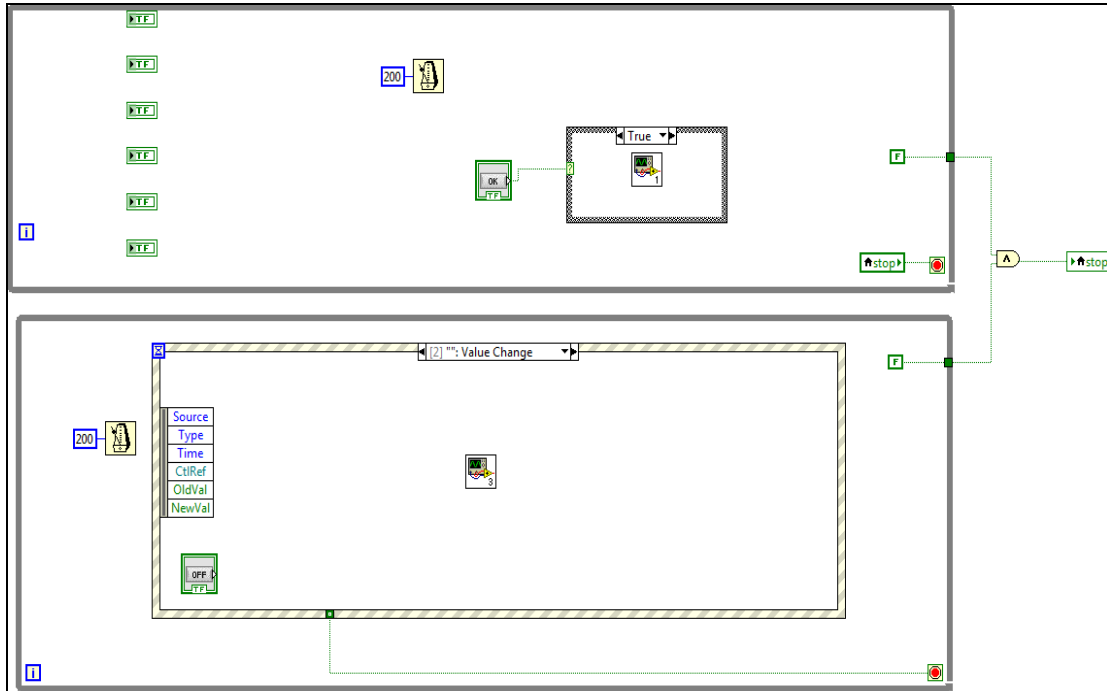


Figura 3. 35: Programación de la selección de grupos generadores.

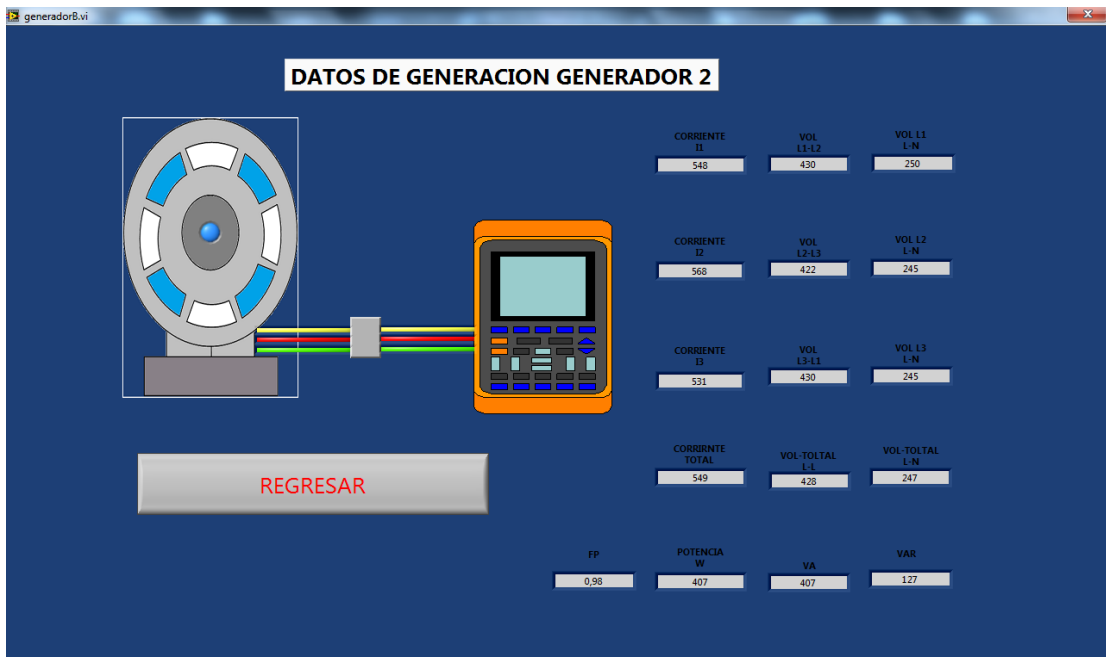


Figura 3. 36: Entorno del SubVI para la visualización de los datos del generador 2.

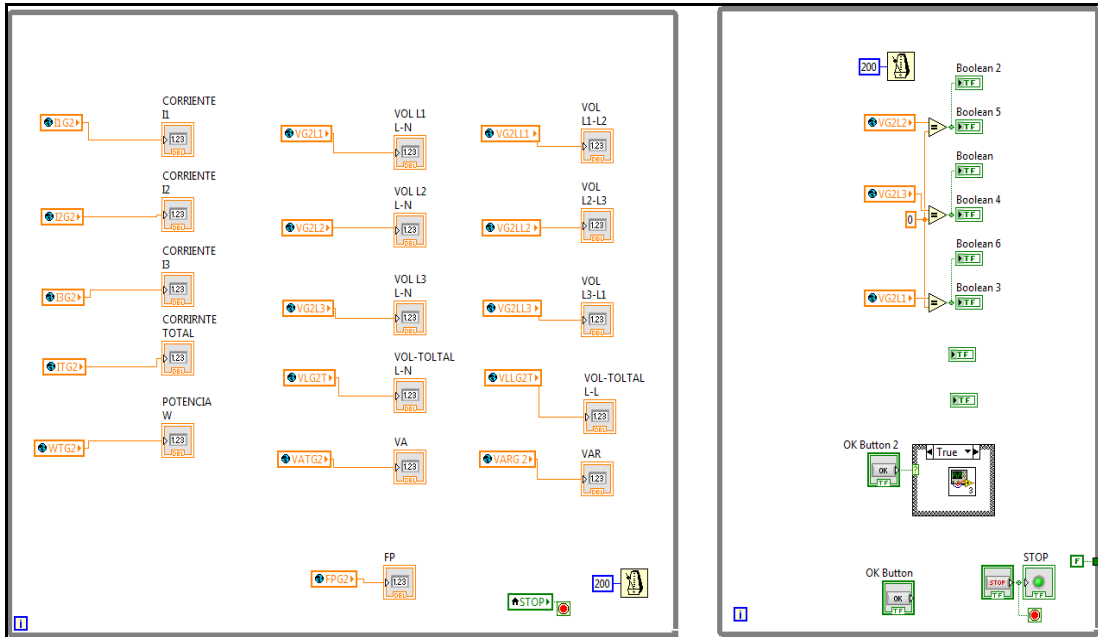


Figura 3. 37: Programación de la adquisición de los datos del generador 2.

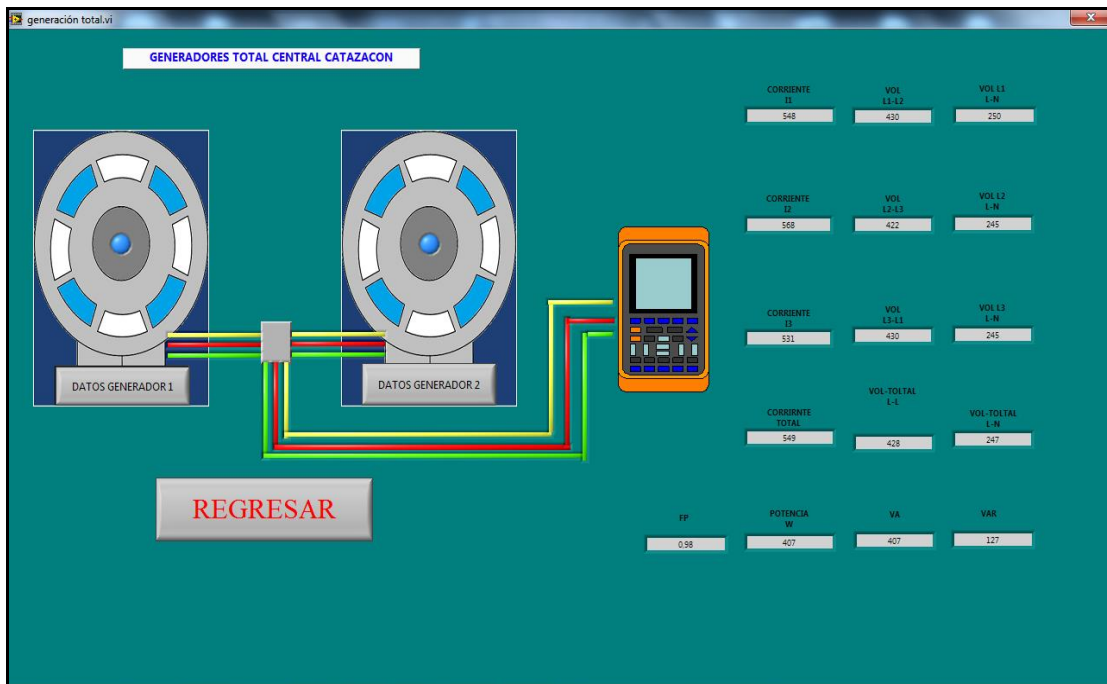


Figura 3. 38: Entorno del SubVI para la visualización de los datos de generación total.

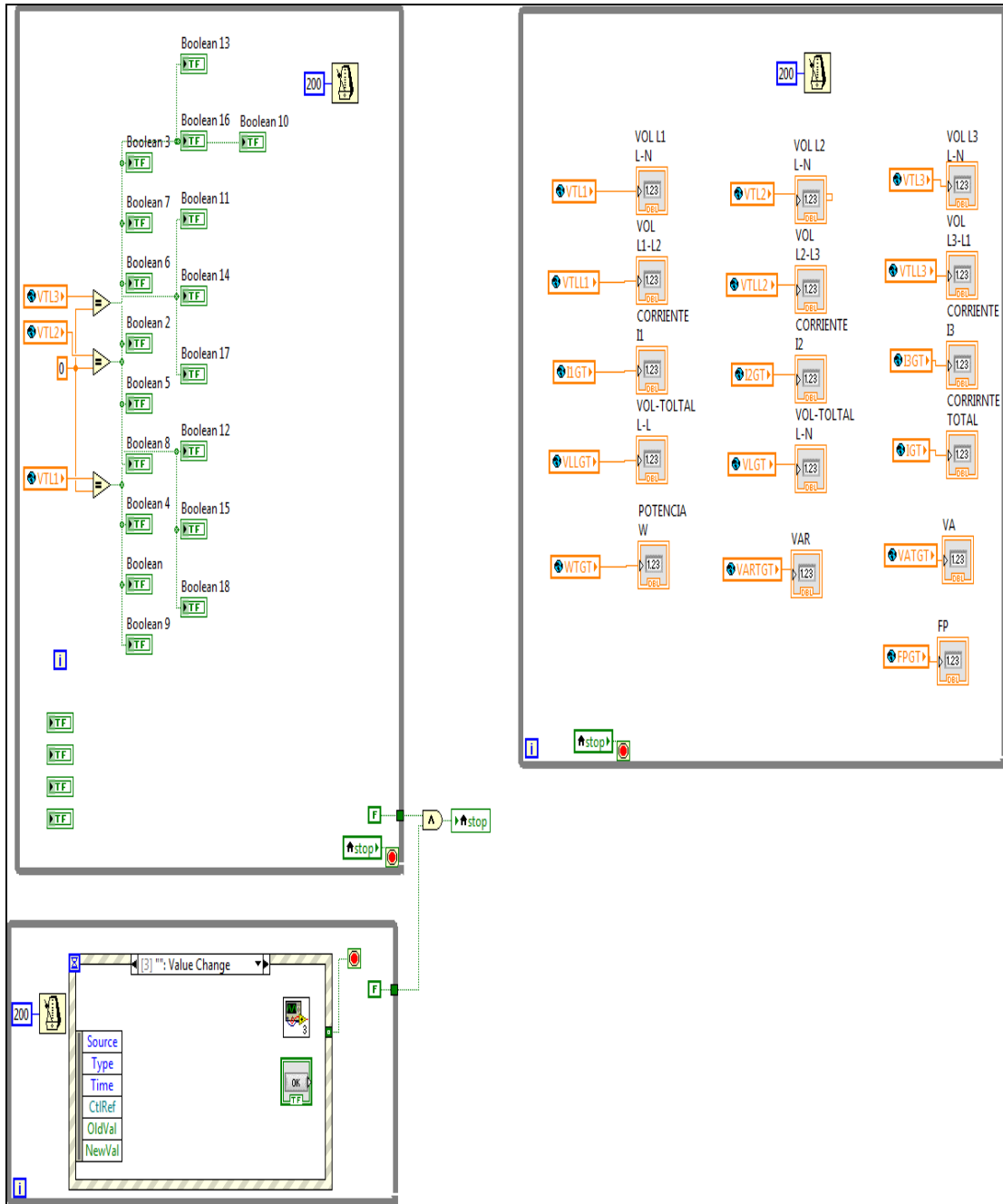


Figura 3. 39: Programación de la adquisición para la visualización de los datos de generación total.



Figura 3. 40: Entorno del SubVI para la selección del tipo de archivo donde se guardan todos los datos de generación.

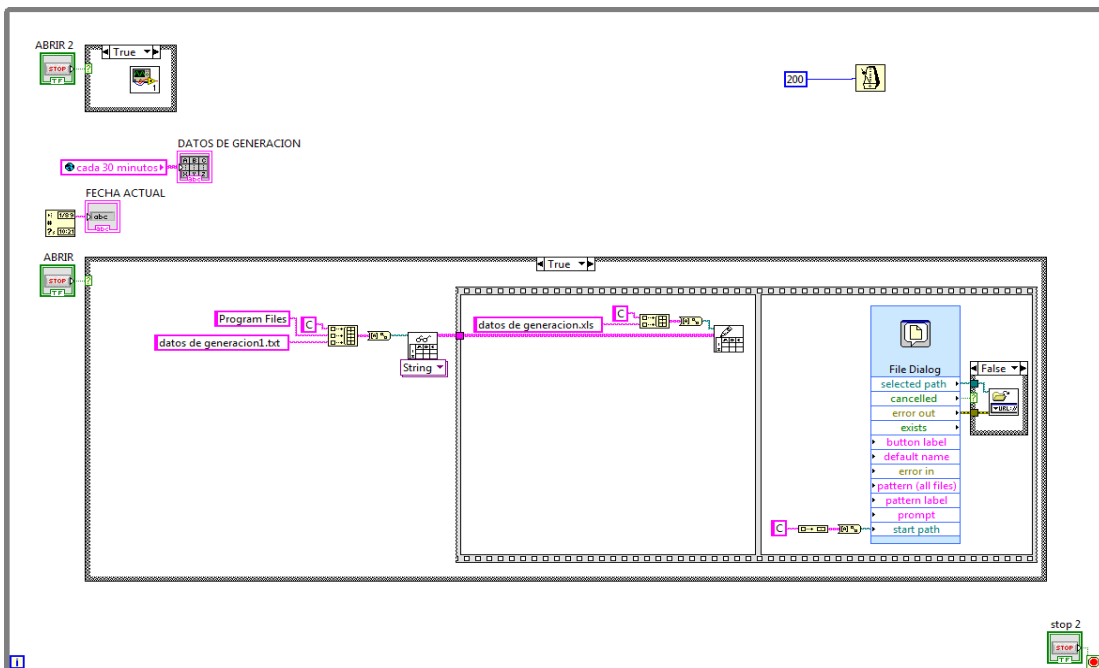


Figura 3. 41: Programación para la selección del tipo de archivo donde se guardan todos los datos de generación.

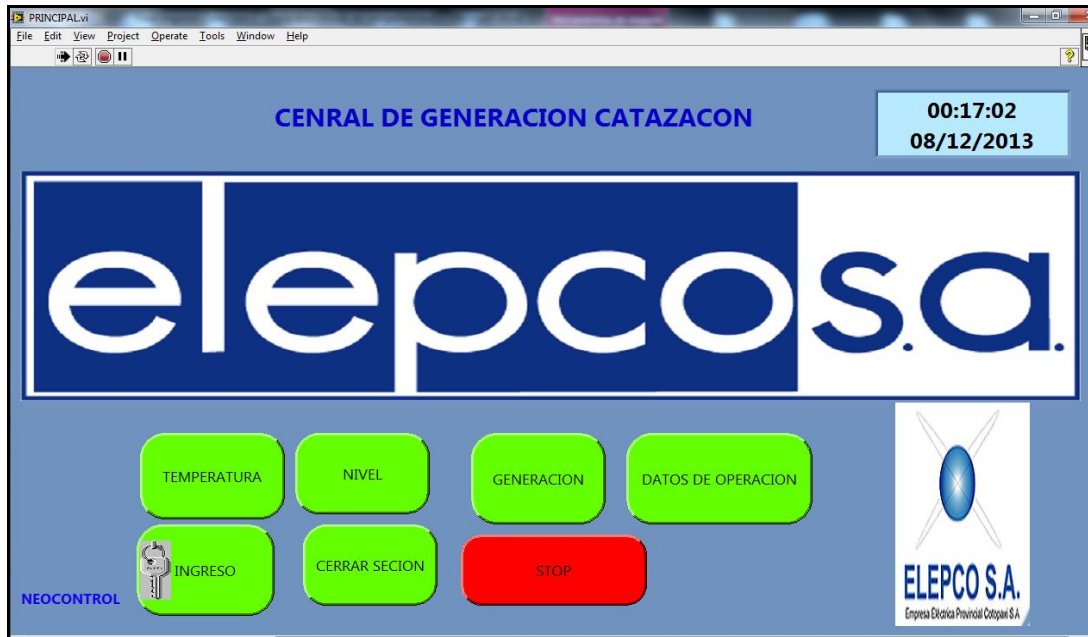


Figura 3. 42: pantalla principal del HMI.

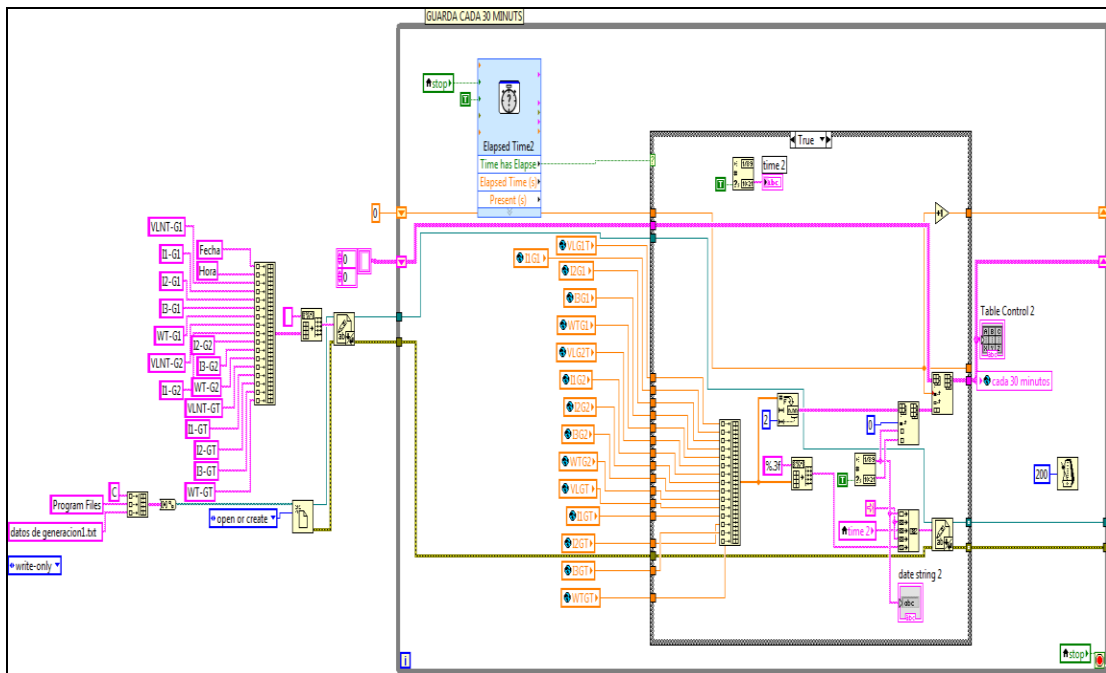


Figura 3. 43: programa donde se guarda los datos cada media hora en un archivo .txt

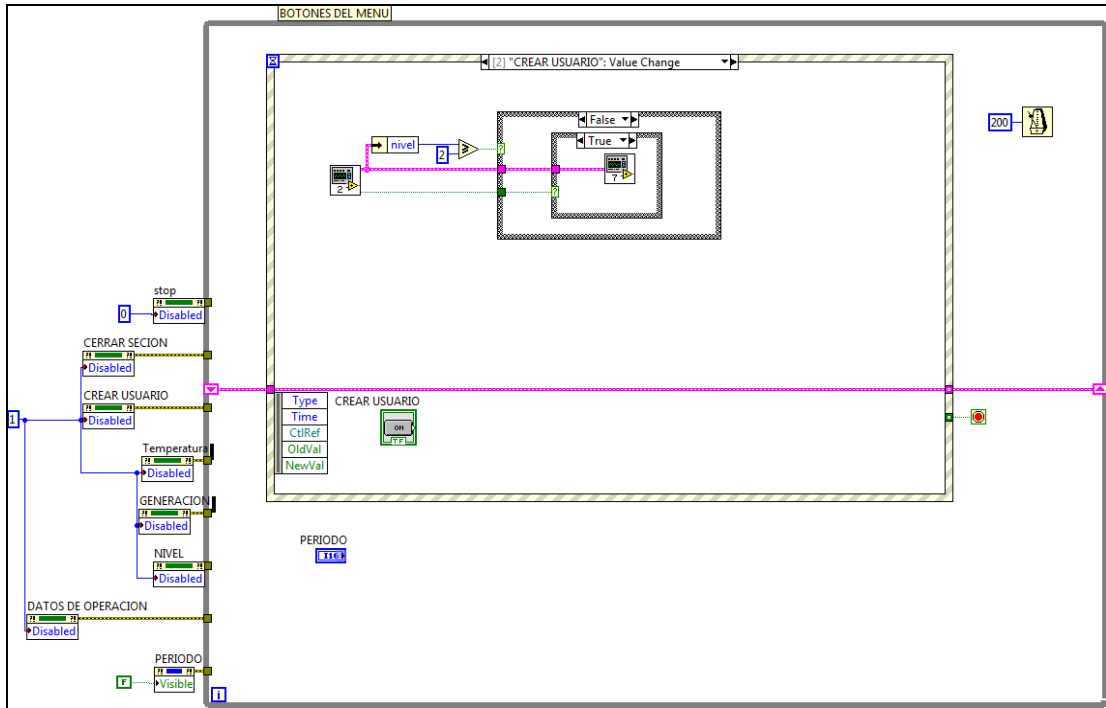


Figura 3. 44: programa para la selección de las diferentes opciones de monitoreo.

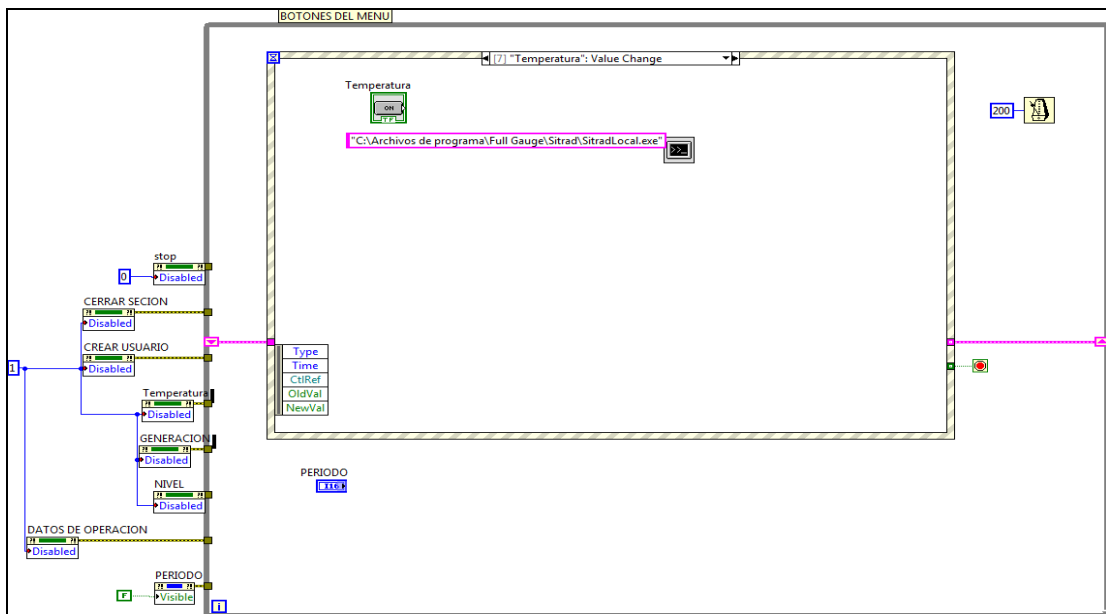


Figura 3. 45: programación para desplegar el programa SITRAD.

CAPITULO 4

4. INSTALACIÓN Y PRUEBAS EXPERIMENTALES

4.1. Instalación de los Sensores de Temperatura.

Al momento de instalar los distintos medidores-controladores y sensores de temperatura se tomó en consideración las condiciones y el lugar apropiado y se ubicaron sobre una base, en una caja metálica para que la humedad o el agua no afecte a los dispositivos, la señal de voltaje o corriente que éstos emite se la traslada mediante un cable UTP empotrado e introducido en un tubo alrededor del generador para que la humedad no afecte el recubrimiento del cable, ya que el sensor se encuentra a una distancia de 5 metros hasta la caja donde se instaló los dispositivos del grupo N°1 y con la misma estructura y diseño se realizó la instalación en el Grupo N°2.

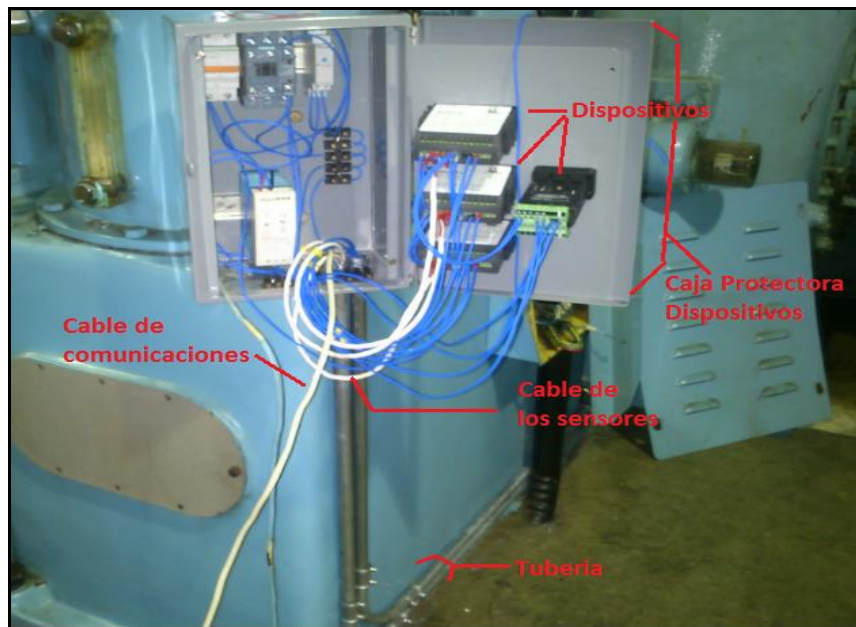


Figura 4. 1: Instalación de los sensores y controladores en caja Protectora



Figura 4. 2: Encendido de los medidores-controladores de temperatura

4.2. Instalación del Sensor de Presión.

Para la instalación del sensor de presión se lo realizó en la misma caja de protección de los medidores-controladores de temperatura y de esta manera se podía optimizar el espacio y recursos, ya la ubicación del tanque de presión hidráulica, donde se encuentra el sensor está situado a unos pocos centímetros de distancia de la caja de dispositivos.

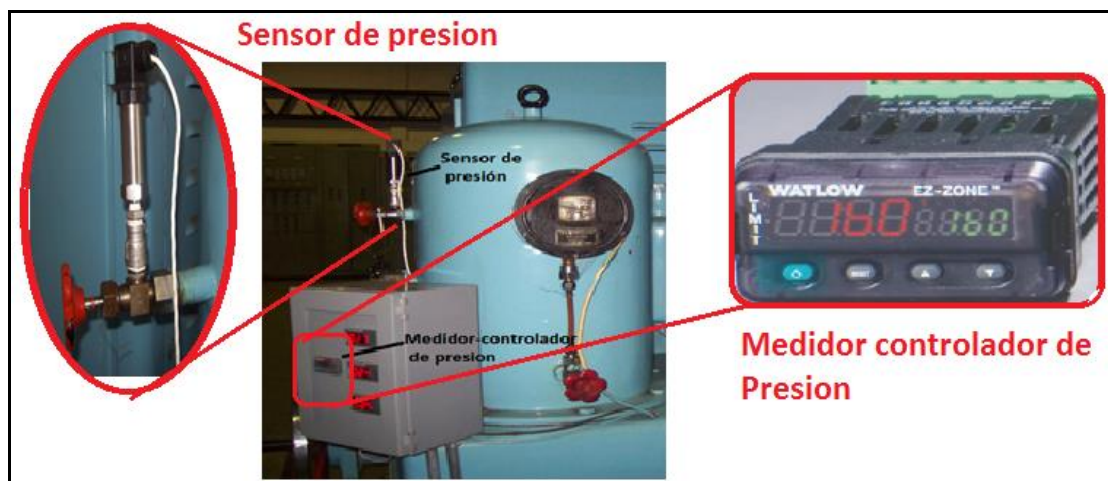


Figura 4. 3: Instalación del sensor de presión en los grupos generadores

4.3. Instalación Sensor de Nivel

La instalación del sensor de nivel se realizó en el tanque de presión ubicado a unos 200 metros de distancia con respecto a la central.

Para este caso el sensor está ubicado en la parte superior del tanque que situado a 150 metros de altura y a unos 200 metro de distancia en dirección recta tanque –central se consiguió tener una línea de vista óptima para la instalación previa de los equipos de comunicación que hace posible la supervisión del nivel de agua en el tanque de presión.



Figura 4. 4: Distancia entre el tanque de presión y la central Hidroeléctrica



Figura 4. 5: Ubicación de sensor de nivel de agua en el tanque de presión

4.4. Instalación de Equipos de Radio Comunicación

4.4.1. Equipo de Comunicación Trasmisor X-Bee, Tanque de Presión.

Una caja hemática utilizada para este equipo, donde se introdujo el radio se encuentra ubicada en la parte superior de la cubierta que esta sobre el tanque los cuales protege los motores de abre o cierre de las compuertas del mencionado tanque en el interior de una plataforma metálica, se eligió una caja hermética debido a que en este lugar existe gran variación del clima y el agua del mismo tanque provoca evaporación, también la neblina es otro de los factores que influyen y que puede producir deterioro de todos los elementos que se encuentran junto al equipo de comunicación, el trasmisor esta alimentado por una fuente de voltaje continuo, este módulo trasmisor se encuentra ubicado en dirección recta hacia el receptor el cual se encuentra en la central haciendo que la comunicación sea la más óptima entre ellos.



Figura 4. 6: Instalación del trasmisor X-Bee en el tanque de presión

4.4.2. Equipo de Comunicación Receptor X-Bee, Central Catazacón

Este equipo ayuda a la conexión de la Central con el tanque vía inalámbrica para posteriormente llevar la señal del receptor hacia una entrada del PLC que se encuentra en el cuarto de control ubicado en un punto específico.

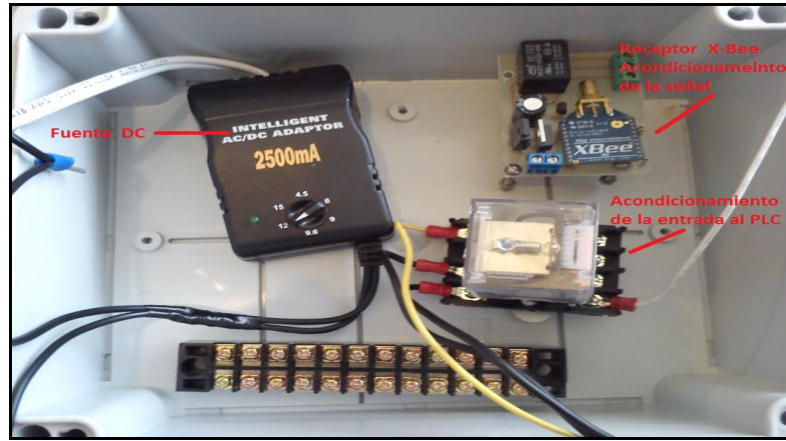


Figura 4. 7: Instalación del Receptor X-Bee en la central cerca al Control Run



Figura 4. 8: Receptor ubicado en dirección hacia en transmisor ubicado en el tanque de presión

4.5. Instalación del PLC en el Cuarto de Control

La instalación del PLC se lo realizo en el cuarto de control el mismo que fue montado en una caja hermética a la cual se direcciono todas la entradas de los distintos dispositivos de medición y control esta caja se ubicó en una lugar específico cerca de la computadora donde se realizó el respectivo HMI.



Figura 4. 9: Instalación del PLC en el cuarto de control

4.6. PRUEBAS Y CALIBRACIONES

4.6.1. Prueba y Calibración del Sensor Boya Flotador

Con las primeras pruebas realizadas se verificó el correcto funcionamiento del sensor con el propósito de prevenir algún inconveniente en el momento de la instalación.

Una vez instalado el sensor en su base ubicada junto al tanque, se realizó las pruebas al sensor cambiando de posición y este a su vez activaba o desactivaba un relé que se podía identificar midiendo su continuidad a la salida del relé. Confirmada la señal se calibró la distancia de los niveles límite: máximo en 8 metros y mínimo de 7 metros límites establecidos por la central para el correcto funcionamiento de la generación en el momento de realizar la calibración se utilizó el método de tanteo en donde varias veces se procedió a colocar en distintos lugares y posiciones hasta alcanzar la altura y la posición correcta para el funcionamiento adecuado.

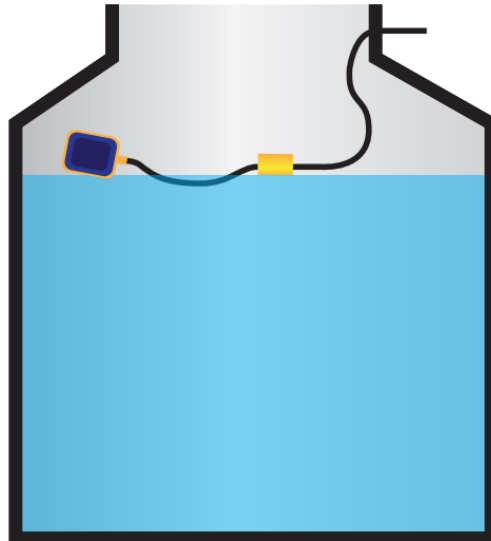


Figura 4. 10: Instalación del sensor de nivel en el tanque de presión

4.6.2. Prueba y Calibración del Medidor-Controlador de Temperatura.

En la calibración de los respectivos medidores de temperatura se utilizó los manuales del usuario ya que en ellos nos explica de forma detallada la instalación, calibración y siguiendo los pasos respectivos se logró la calibración óptima para la etapa de la supervisión y control de temperatura

- Instalación de los sensores de temperatura
- Realizada la instalación se configuro al medidor, cuando la temperatura de los cojinetes supera al valor establecido previamente una alarma se activa indicando que la temperatura esta fuera de la indicada.
- Esta forma de calibración se realizó por medio de la técnica del tanteo mediante la prueba y el error.

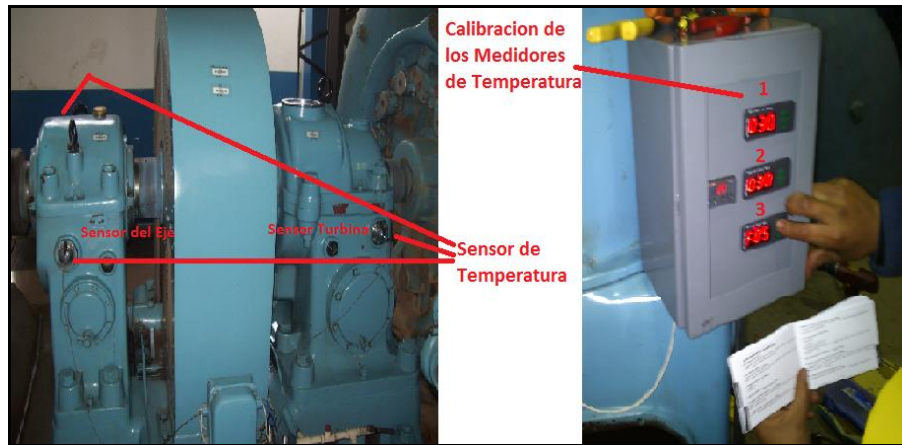


Figura 4. 11: Calibración de los medidores-controladores de temperatura

4.6.3. Prueba y Calibración del Sensor de Presión.

Este dispositivo es alimentado con una fuente 24V DC y entrega una señal de 4mA a 20mA y por los mismos cables se energiza al transmisor de presión.



Figura 4. 12: Sensor de presión ubicado en el tanque de presión hidráulica

Para la respectiva calibración del sensor se utilizó el medidor controlador Watlow EZ-zone



Figura 4. 13: Controlador de presión Watlow EZ-zone

Cuando conectamos el sensor siguiendo una configuración en modo lazo cerrado.

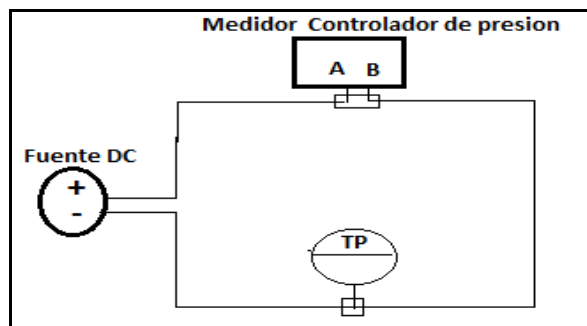


Figura 4. 14: Conexión del transmisor hacia el controlador de presión

La señal de salida del controlador la interpreto como señal de entrada baja, esta presión en el tanque era menor a la establecida en el controlador por lo que la señal que entregaba en ese momento era 4 mA y debía corresponder a 35 psi luego se ajustó la presión a la que se deseaba que se iniciase como 4 mA correspondiente a 35 psi y esto se lo realizó inyectando presión al tanque, una vez establecido el valor de la presión en el rango bajo y previamente configurado en el controlador realizar el ajuste del rango superior fijando la presión en 60 psi para que el transmisor a su salida entregue un valor de 20 mA y de esta manera quede configurado el controlador de presión.

4.6.4. Pruebas Lectura de Datos en el Sistema HMI

Una vez realizada la instalación y pruebas experimentales con todos los equipos que integran la red del sistema HMI se visualizó los datos obtenidos en la interface como se muestran en las siguientes figuras.



Figura 4. 15: Pantalla Principal que se visualiza en la inteface

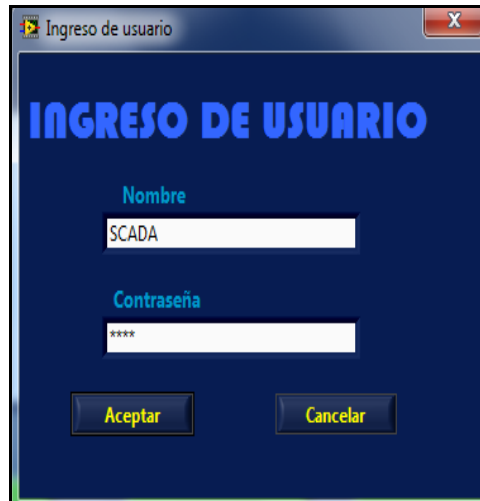


Figura 4. 16: Ingreso de usuario hacia el sistema HMI

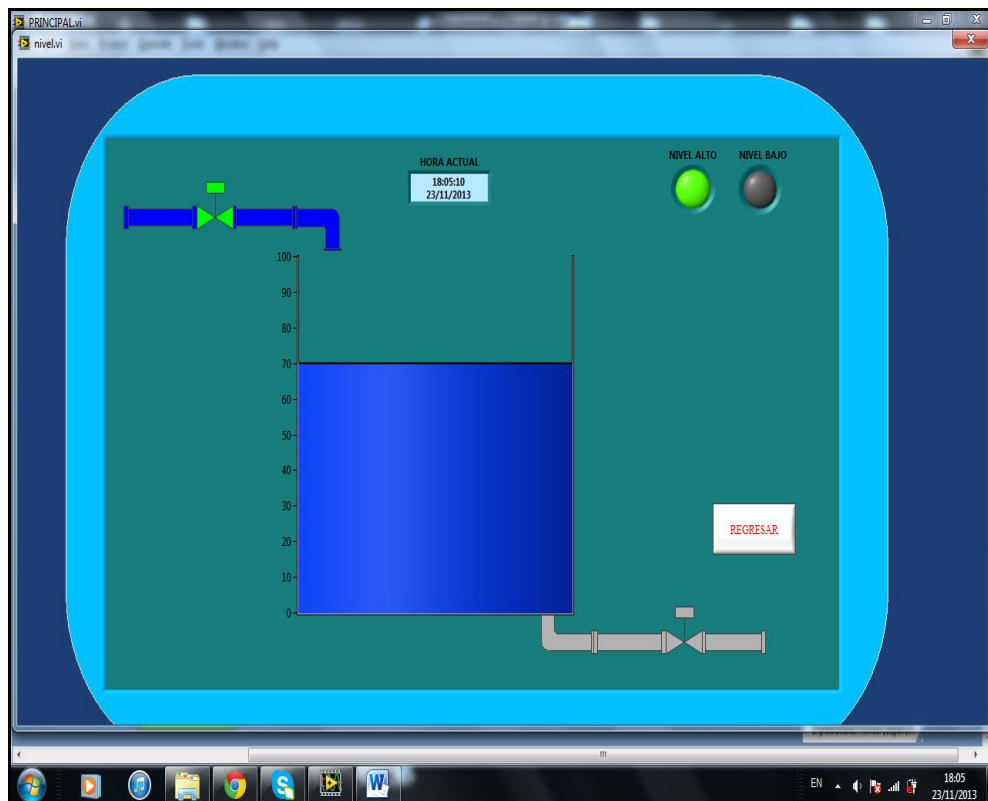


Figura 4. 17: Interface del Nivel del tanque de presion

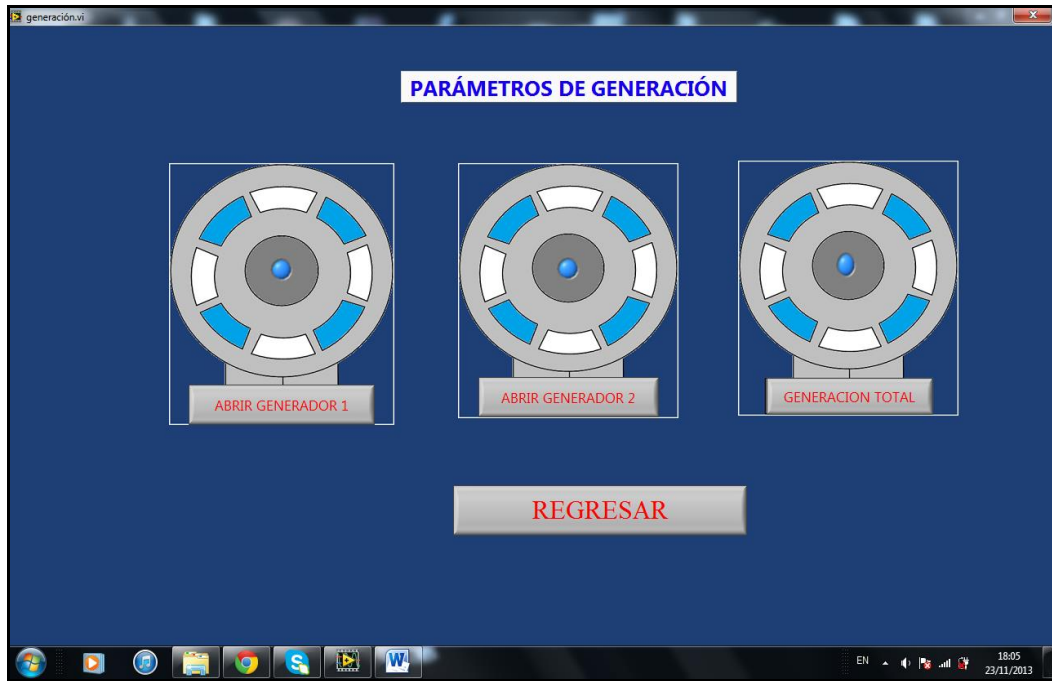


Figura 4. 18: Interface de los 2 Generadores y valor total los dos grupos



Figura 4. 19: Visualización de los datos en el Generador 1



Figura 4. 20: Visualización de los datos en el Generador 2

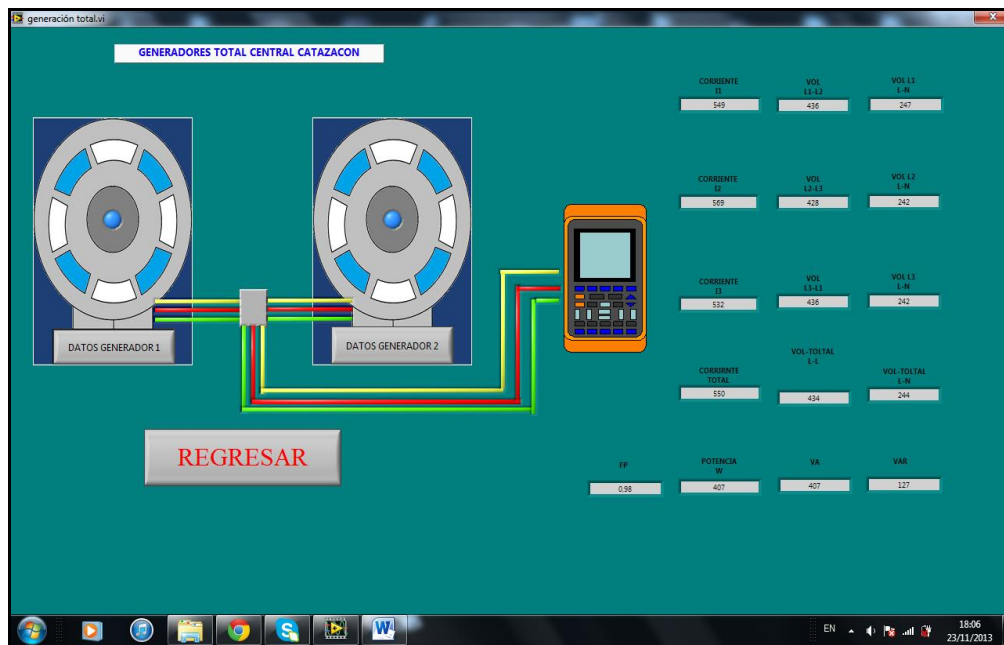


Figura 4. 21: Visualización de los datos de Generación total



Figura 4. 22: Visualización de los datos de generación total en documento .txt

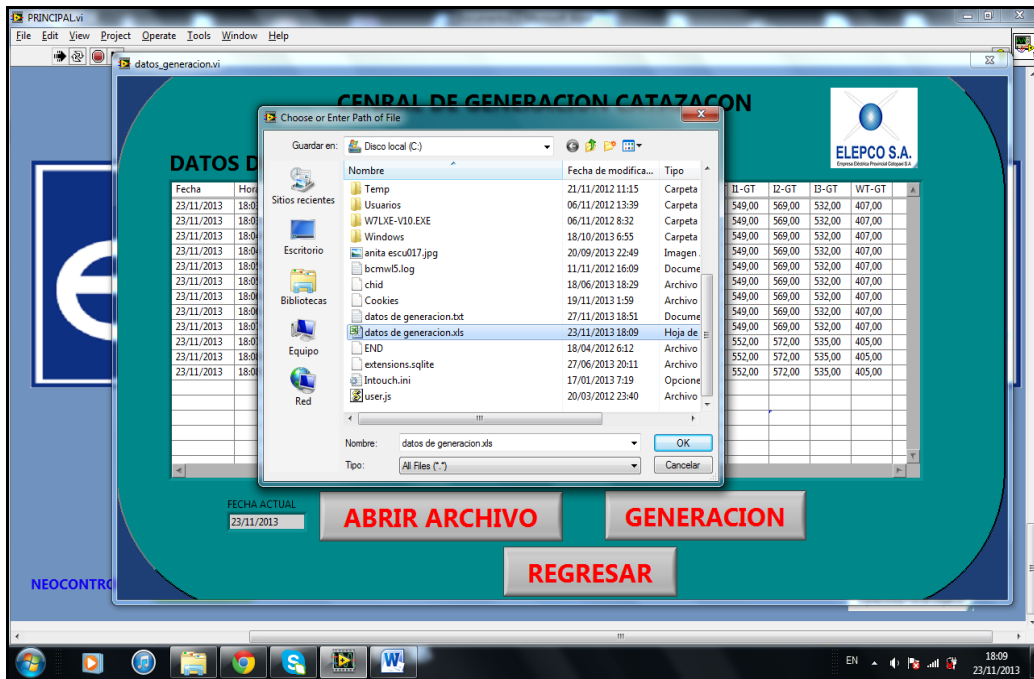


Figura 4. 23: Exportación de los datos de generación al archivo .excel

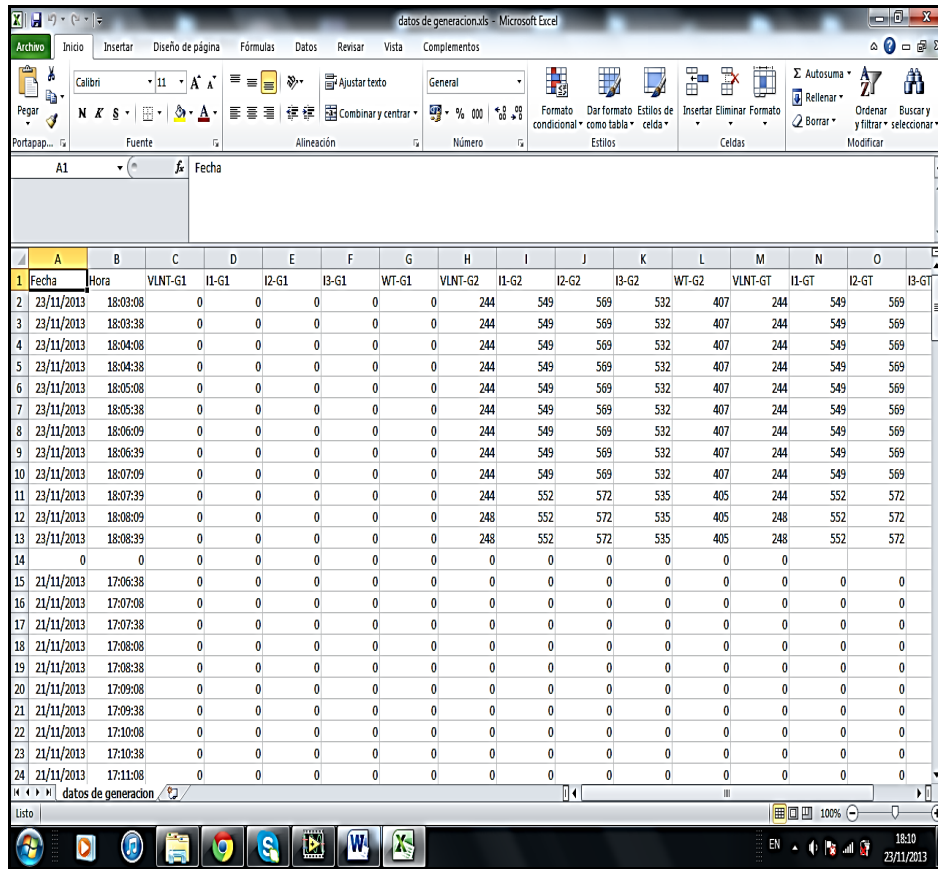


Figura 4. 24: visualización de datos de generación en archivo Excel

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Culminando el siguiente proyecto de grado se puede extraer las siguientes conclusiones.

- Con el desarrollo del proyecto se logró cumplir con el objetivo principal propuesto, que consiste en diseñar e implementar un sistema HMI utilizando dispositivos de diferentes tecnologías y comunicaciones inalámbricas para la supervisión y control en tiempo real de la central hidroeléctrica CATAZACON.
- El monitoreo de las variables de temperatura, presión, voltaje, corriente, potencia, frecuencia y nivel en un interfaz HMI amigable y de fácil acceso permite a los operadores incrementar la calidad de llevar un registro de datos ordenados y fiables.
- El sistema presenta al usuario los datos registrados en un archivo de Excel en el cual puede ser revisada desde fuera de la aplicación o desde la aplicación misma para luego y mediante sus herramientas graficas se determine el comportamiento de la potencia generada para su posterior análisis.

- La instauración de una red RS-485 es una opción para la automatización de empresas de desarrollo industrial debido a que es un estándar para la comunicación, de tecnología abierta y de altas prestaciones de fiabilidad y determinismo.
- La implementación del sistema de monitoreo de los medidores LOVATO, instalados en la central de generación CATAZACON, permite disponer de la información necesaria que los operadores registran, a diario, en una interfaz HMI gráfica y de fácil manejo.
- El PLC utilizado tiene un puerto de comunicación RS-485 y la computadora un puerto serie RS-232, para poder realizar la comunicación entre estos dos dispositivos se utilizó un convertidor de RS-485 a RS-232 y viceversa.
- El sistema de monitoreo permite a los operadores incrementar la calidad de registro de los datos y a su vez evitar que se acerquen a los equipos de alto voltaje para registrar los datos que sean necesarios diaria mente.
- Los datos que se observan en la interfaz HMI del sistema de monitoreo, están en tiempo real sin ningún tipo de retardo tanto en adquirir los datos como en presentar los datos.
- Se diseñó una estructura que satisface los cambios y adecuaciones de los sensores y transmisores y así permita realizar su conexión sin dificultad.

- La telemetría proporciona una manera de supervisar a distancia un proceso de tal forma que al implementar este sistema facilita de forma segura la toma de datos en todo momento sin la necesidad de la presencia del factor humano incrementando la confiabilidad de la medición y haciendo al proceso más eficiente.
- El uso del PLC de base compacta TWDLCAA16DRF proporcionó de forma total los recursos necesarios para la lectura de las variables monitoreadas del proceso.
- La selección de los dispositivos que conforman este sistema HMI exige un análisis previo para la eficiente comunicación de todos los equipos ya sea éste entre la parte del software así como también en la parte del hardware para que de esta manera se logre optimizar la transmisión de los datos y la monitorización de todas las variables intervenidas.
- El desarrollo de temas prácticos de grado permite a un profesional poner en práctica los conocimientos adquiridos dentro de un campo industrial.

5.2. Recomendaciones

Para futuros proyectos de grado relacionados, se puede citar las siguientes recomendaciones

- Cuando se desarrolla un sistema HMI de un proceso es importante determinar el número y tipo de variables físicas que van a ser monitoreadas para la selección adecuada de los dispositivos.
- Utilizar de ser posibles cables apantallados para la transmisión de los datos para evitar pérdidas ocasionadas por la presencia de interferencias electromagnéticas.
- Para trabajar con equipos de comunicación de radio frecuencia como en el caso de los radios X-Bee es de vital importancia que se los coloque dentro de un gabinete transparente y hermético el cual pueda facilitar la comunicación entre ellos y de esta manera no interferir en la señal de comunicación.
- Al momento agregar equipos a la red RS-485 se debe realizar por medio de un dispositivo que facilite la integración de los mismos tal es el caso conectores R-485.
- Para el correcto funcionamiento de la interfaz HMI se debe seguir las instrucciones indicadas en el manual de operación.

- Debido al proceso de cambio tecnológico que vive nuestro país en el sector industrial y a los resultados obtenidos en este proyecto, se recomienda realizar proyectos de esta índole que además permiten adquirir nuevos conocimientos y dar soluciones efectivas.
- Revisar periódicamente los equipos de automatización (sensores, transductores, PLCs., conexiones, etc.) para evitar falsas señales en el sistema de monitoreo.
- La industria permita la apertura necesaria a los estudiantes para realizar proyectos de investigación y desarrollo, porque de esta manera se obtiene un beneficio mutuo entre ambas partes.

BIBLIOGRAFÍA

1. http://CENTRALESHIDROELECTRICAS/centrales_hidroelectricas.htm
2. http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/centrales/pagina_nueva_1.htm
3. <https://sites.google.com/site/arangoya/4-energia-hidraulica/>
4. JUAN JOSÉ MANZANO ORREGO – 2007 ” Electricidad I. Teoría básica y prácticas - Página 70”
5. ALONSO, L. / TAVEIRA TORRES, “Aguas E Infraestructuras. - Página 137”
6. ALONSO, L. / TAVEIRA TORRES, “Aguas E Infraestructuras. - Página 145”
7. http://www.construmatica.com/construpedia/C%C3%A1mara_de_Presi%C3%B3n
8. <http://ses2.wordpress.com/2012/03/03/centrales-hidroelectricas-18-2/>
9. DONALD G. FINK, H. WAYNE BEATY, JOHN M. CARROLL – 1984, “Manual práctico de electricidad para ingenieros - Página 8-60”
10. http://es.wikipedia.org/wiki/Inducci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica
11. <http://docencia.udea.edu.co/regionalizacion/irs-404/contenido/capitulo10.html>
12. IRVING L. KOSOW – 1993, “Maquinas Electr (Hispan) Kosow - Página 27”
13. IRVING L. KOSOW – 1993, “Maquinas Electr (Hispan) Kosow - Página 29”
14. GILBERTO ENRÍQUEZ HARPER – 1988,” El ABC de las máquinas eléctricas - Volumen 2 - Página 209”
15. GILBERTO ENRÍQUEZ HARPER – 1988,” El ABC de las máquinas eléctricas - Volumen 2 - Página 225”
16. DONALD G. FINK, H. WAYNE BEATY, JOHN M. CARROLL – 1984, “Manual práctico de electricidad para ingenieros - Página 10-66”
17. BRIAN MUTTON – 1983, ” Engineering applications- Página 85”

18. WILLIAM F. RILEY, LEROY D. STURGES – 1996, “Ingeniería mecánica - estática. I - Página 218”
19. http://www.cumminspower.com/www/literature/applicationmanuals/t-030f_spanish_p93-115.pdf
20. <http://www.oocities.org/mecanicoweb/cx5.htm>
21. STANLEY WOLF, RICHARD F.M. SMITH – 1992, “Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio”
22. JOSÉ ACEDO SÁNCHEZ – 2006, “Instrumentación y control avanzado de procesos - Página 31”
23. <http://www.tecnoficio.com/docs/doc60.php>
24. JOSÉ ACEDO SÁNCHEZ – 2006, “Instrumentación y control avanzado de procesos - Página 50”
25. <http://electricidad-viatger.blogspot.com/2008/05/la-medida-de-intensidad-de-corriente-en.html>
26. <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/modulooii.pdf>
27. E.E. STAFF, “Circuitos magnéticos y transformadores”
28. <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/modulooii.pdf>
29. DONALD G. FINK, H. WAYNE BEATY, JOHN M. CARROLL – 1984, “Manual práctico de electricidad para ingenieros - Página 33-7”
30. http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Joule
31. <http://pis.unicauca.edu.co/moodle/file.php/61/capitulo%208/html/ley%20de%20ampere.htm>
32. RONALD UGALDE, ”Principios de electrotecnia - Página 112”
33. JOSÉ LLANOS LÓPEZ, “CIRCUITOS ELECTRICOS AUXILIARES GM 11 CF - Página 127”
34. <http://support.microsoft.com/kb/103884/es>
35. <http://fieldbus.wikispaces.com/Modbus>
36. es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4

37. Revista Ciencia y Tecnología, “Proyectos con microcontroladores - Página 118”
38. ENRIQUE MANDADO, “Controladores Logicos Y Automatas Programables”
39. JORGE MARCOS ACEVEDO, “Controladores Logicos”

ANEXO A

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

A

ACTUADOR: Es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado.

ANALÓGICO: Se refiere a las magnitudes o valores que "varían con el tiempo en forma continua" como la distancia y la temperatura, la velocidad, que podrían variar muy lento o muy rápido como un sistema de audio.

AUTOMATIZACIÓN: Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

AUTÓMATA: Máquina que imita la figura y los movimientos de un ser animado.

AUTÓMATA PROGRAMABLE: Equipo electrónico programable en lenguaje no informático y diseñado para controlar, en tiempo real y en ambiente industrial, procesos secuenciales.

B

BOBINA: es un componente pasivo de un circuito eléctrico que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético.

C

CAUDAL: En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que pasa por el río en una unidad de tiempo.

CONFIGURAR: Adaptar una aplicación software o un elemento hardware al resto de los elementos del entorno y a las necesidades específicas del usuario. Es una tarea esencial antes de trabajar con cualquier nuevo elemento.

CONDUCTOR: Es un material que ofrece poca resistencia al movimiento de carga eléctrica.

D

DISYUNTOR: Es un interruptor automático, breaker o pastilla es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daño.

E

ESTÁTOR: Es la parte fija de una máquina rotativa y uno de los dos elementos fundamentales para la transmisión de potencia (siendo el otro su contraparte móvil, el rotor).

F

FRECUENCIA: Es una medida para indicar el número de repeticiones de cualquier fenómeno o suceso periódico en una unidad de tiempo.

G

GENERADOR: Es una máquina que produce más electricidad que la que necesita para producirla.

H

HIDROELÉCTRICA: Utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. Son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para mover una rueda.

I

INTERFAZ DE USUARIO: es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo, normalmente suelen ser fáciles de entender y fáciles de accionar.

INALÁMBRICO: Es la comunicación inalámbrica o sin cables es aquella en la que extremos de la comunicación no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio.

M

MODBUS: Es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI.

MOTOR DC: Máquina que produce energía mecánica, cuando se alimenta de una corriente continua.

P

PROCESO: Es un desarrollo que es realizado por un conjunto de elementos cada uno con ciertas funciones que gradual y progresivamente producen un resultado final.

PUERTOS DE COMUNICACIÓN: Es el elemento en donde se intercambian datos con otro dispositivo.

PROTOCOLO: Es un método establecido de intercambiar datos en Internet.

S

SENSOR: Es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

SEÑAL. Salida que emana del instrumento. Información representativa de un valor cuantificado.

SET POINT. Punto en que una señal se establece bajo ciertos parámetros deseados. Es un punto de consigna para valor de la señal de la variable.

SISTEMA DE CONTROL: Es un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con la finalidad de obtener un funcionamiento establecido.

T

TWIDO: Presentación. Dedicado a la automatización de instalaciones industriales simples y de máquinas pequeñas.


TRANSFORMADOR: Dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia

V

VOLTAJE: Es la tensión eléctrica o diferencia de potencial, es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos.


VARIABLE: Es cualquier elemento que posee características dinámicas, estáticas, química y físicas bajo ciertas condiciones, que constantemente se pueden medir.


Anexo B Hojas Técnicas del Medidor- Controlador MT-543Ri




MT-543Ri plus
CONTROLADOR DIGITAL CON TRES SALIDAS, ALARMA, TIMER CICLICO Y COMUNICACION SERIAL

Ver.04







MT543Ri-01-1218

1. DESCRIPCIÓN

El **MT-543Ri plus** posee 3 salidas de control de temperatura más un buzzer interno. Como posee gran versatilidad, permite que la segunda etapa actúe como alarma y la tercera, además de funcionar como timer cíclico, puede actuar en conjunto con la primera en sistemas que necesiten ventilación mínima. A través de la salida serial RS-485, permite comunicación con el software SISTRADD. Producto en conformidad con CE (Unión Europea) y UL Inc. (Estados Unidos y Canadá).

2. APLICACIÓN

- Bancos de sangre
- Sistemas multietapas de temperatura
- Acondicionadores de aire
- Centro de Procesamiento de Datos

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Alimentación: MT-543Ri plus - 115/230 Vac ± 10% (50/60 Hz)
MT-543Ri plus - 12/24 Vac/dc
- Temperatura de control: Con NTC: -50 hasta 105 °C (± 0.1 °C) / -58 hasta 221 °F (± 1 °C)
Con PT-100: -99 hasta 300 °C (± 1 °C) / -99 hasta 572 °F (± 1 °C)
- Dimensiones: 71 x 28 x 71 mm
- Temperatura de operación: 0 hasta 50 °C / 32 hasta 122 °F
- Humedad de operación: 10 hasta 90% HR. (no condensante)
- Carga máxima: 5(3A) / 250 Vac 1/8HP por salida

CLASIFICACIÓN ACORDANDO LA NORMA IEC60730-2-9:

- Límite de la temperatura de la superficie de la instalación: 50°C / 122°F
- Tipo de construcción: Regulador electrónico incorporado
- Acción automática: Tipo 1
- Control de la contaminación: Nivel 2
- Voltaje del Impulso: 1.5kV
- Temperatura para la prueba de la presión de esfera: 75°C y 125°C / 167°F y 257°F
- Aislamiento: Clase II

5. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS

F01 - Código de acceso (123)
Es necesario cuando se desea alterar los parámetros de configuración. Para solamente visualizar los parámetros ajustados no es necesario ingresar este código.

F02 - Corrimiento de indicación (offset)
Permite compensar eventuales errores en la lectura de la temperatura, provenientes del cambio del sensor o de alteración en el largo del cable.

F03 - Modo de operación de la 1ª etapa
0 - Refrigeración
1 - Calefacción

F04 - Mínimo setpoint permitido al usuario final (1ª etapa)

F05 - Máximo setpoint permitido al usuario final (1ª etapa)
Bloqueo electrónico cuya finalidad es evitar, que por error, se regule el setpoint en temperaturas extremadamente altas o bajas.

F06 - Diferencial de control (histeréisis) de la 1ª etapa
Es la diferencia de temperatura (histeréisis) entre CONECTADA y DESCONECTADA de la salida OUT1.

F07 - Retardo mínimo para conectar la salida de la 1ª etapa
Es el tiempo mínimo en que la salida OUT1 permanecerá desconectada, o sea, espacio de tiempo entre la última parada y la próxima partida.

F08 - Modo de operación de la 2ª etapa
0 - Refrigeración
1 - Calefacción
2 - Alarma intra-rango (F09 y F10)
3 - Alarma extra-rango (F09 y F10)
4 - Alarma extra-rango relativo de la 1ª etapa (F09 y F10). Se considera los valores absolutos de F09 y F10.

F09 - Mínimo setpoint permitido al usuario final (2ª etapa)

F10 - Máximo setpoint permitido al usuario final (2ª etapa)
Bloqueo electrónico cuya finalidad es evitar, que por error, se regule el setpoint en temperaturas extremadamente altas o bajas. Cuando la 2ª etapa (F08) es definida como alarma, los puntos de actuación son definidos en F09 y F10.

4. TABLA DE PARÁMETROS

Fun	Descripción	NTC				PT-100			
		Min	Máx	Unid	Padrón	Min	Máx	Unid	Padrón
F01	Código de acceso (123) (seis veintitres)	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	Corrimiento de indicación (offset)	-5.0	5.0	°C	0	-8	9	°F	0
F03	Modo de operación de la 1ª etapa	0	1	-	1	0	1	-	1
F04	Mínimo setpoint permitido al usuario final (1ª etapa)	-50	105	°C	-50	-58	221	°F	-58
F05	Máximo setpoint permitido al usuario final (1ª etapa)	-50	105	°C	105	-58	221	°F	221
F06	Diferencial de control (histeréisis) de la 1ª etapa	0.1	20.0	°C	1.0	1	36	°F	2
F07	Retardo mínimo para conectar la salida de la 1ª etapa	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0
F08	Modo de operación de la 2ª etapa	0	4	-	3	0	4	-	3
F09	Mínimo setpoint permitido al usuario final (2ª etapa)	-50	105	°C	21.0	-58	221	°F	70
F10	Máximo setpoint permitido al usuario final (2ª etapa)	-50	105	°C	27.0	-58	221	°F	81
F11	Diferencial de control (histeréisis) de la 2ª etapa	0.1	20.0	°C	1.0	1	36	°F	2
F12	Retardo mínimo para conectar la salida de la 2ª etapa	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0
F13	Tiempo de inhibición de la alarma para conectar al instrum.	0	999	min.	0	0	999	min.	0
F14	Tiempo de reactación de la alarma al inhibirse manualmente	0	999	min.	0	0	999	min.	0
F15	Tiempo de alarma activada	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1
F16	Tiempo de alarma desactivada	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1
F17	Modo de operación de la 3ª etapa	0	2	-	0	0	2	-	0
F18	Mínimo setpoint permitido al usuario final (3ª etapa)	-50	105	°C	-50	-58	221	°F	-58
F19	Máximo setpoint permitido al usuario final (3ª etapa)	-50	105	°C	105	-58	221	°F	221
F20	Diferencial de control (histeréisis) de la 3ª etapa	0.1	20.0	°C	1.0	1	36	°F	2
F21	Retardo mínimo para conectar la salida de la 3ª etapa	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0
F22	Base de tiempo del timer cíclico de la 3ª etapa	0	1	-	0	1	-	0	1
F23	Tiempo para actuación del timer cíclico de la 3ª etapa	0	999	seg.	5	0	999	seg.	5
F24	Tiempo del timer cíclico de la 3ª etapa activada	0	999	-	0	0	999	-	0
F25	Tiempo del timer cíclico de la 3ª etapa desactivada	0	999	-	0	0	999	-	0
F26	Modo de operación del timer cíclico	0	4	-	0	0	4	-	0
F27	Modo de operación del Buzzer	0	2	-	1	0	2	-	1
F28	Punto de actuación del Buzzer (límite inferior)	-50	105	°C	-50	-58	221	°F	-58
F29	Punto de actuación del Buzzer (límite superior)	-50	105	°C	105	-58	221	°F	221
F30	Tiempo del Buzzer conectado	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1
F31	Tiempo del Buzzer desconectado	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1
F32	Tiempo de inhibición del Buzzer en la energización	0	999	min.	0	0	999	min.	0
F33	Tiempo de reactación del Buzzer al inhibirse manualmente	0	999	min.	0	0	999	min.	0
F34	Intensidad de filtro digital	0	9	-	0	0	9	-	0
F35	Dirección del equipo en la red RS-485 (com. sena)	1	247	-	1	1	247	-	1

Anexo B. Hojas Técnicas del Medidor- Controlador MT-543Ri

F11 - Diferencial de control (histéresis) de la 2ª etapa
Es la diferencia de temperatura (histéresis) entre CONECTAR y DESCONECTAR la salida OUT2.

F12 - Retardo mínimo para conectar la salida de la 2ª etapa
Es el tiempo mínimo en que la salida OUT2 permanecerá desconectada, o sea, espacio de tiempo entre la última parada y la próxima partida. Solamente si programado en F08 = 0 o 1.

F13 - Tiempo de inhibición de la alarma para conectar el instrumento
Esta función sirve para inhibir la alarma durante un periodo debido al sistema aún no haber alcanzado la temperatura de trabajo (solamente si F08 configurada para alarma).

F14 - Tiempo de reactivación de la alarma al inhibirse manualmente
Esta función permite tres configuraciones diferentes (solamente si F08 configurada para alarma):
 - La alarma será inhibida por un periodo indeterminado o hasta que la temperatura entre en condición normal de trabajo y retorne a la condición de alarma nuevamente;
 - La alarma no podrá ser inhibida por las teclas de acceso facilitado;
 - La alarma será inhibida durante este periodo (en minutos), retornando a activar caso persista la condición de la alarma;

F15 - Tiempo de alarma activada
Esta función sirve para ajustar el tiempo que la salida OUT2 permanecerá activada (solamente si F08 configurada para alarma).

F16 - Tiempo de alarma desactivada
Esta función sirve para ajustar el tiempo que la salida OUT2 permanecerá desactivada (solamente si F08 configurada para alarma). Para mantener la alarma siempre activada basta configurar "0" en esta función.

F17 - Modo de operación de la 3ª etapa
0 - Refrigeración
1 - Calefacción
2 - Timer cíclico

F18 - Mínimo setpoint permitido al usuario final (3ª etapa)

F19 - Máximo setpoint permitido al usuario final (3ª etapa)
Bloqueo electrónico cuya finalidad es evitar, que por error, se regule el setpoint en temperaturas extremadamente altas o bajas.

F20 - Diferencial de control (histéresis) de la 3ª etapa
Es la diferencia de temperatura (histéresis) entre CONECTAR y DESCONECTAR la salida OUT3.

F21 - Retardo mínimo para conectar la salida de la 3ª etapa
Es el tiempo mínimo en que la salida OUT3 permanecerá desconectada, o sea, espacio de tiempo entre la última parada y la próxima partida. Solamente si programado en F17 = 0 o 1.

F22 - Base de tiempo del timer cíclico de la 3ª etapa
0 - segundos
1 - minutos

F23 - Tiempo para activación del timer cíclico de la 3ª etapa
Esta función es dependiente del F26. Toda vez que la temperatura alcanza el valor configurado en (setpoint de la salida 1) el tiempo configurado en esta función es respetado, para después ser activado el timer cíclico. Para activar el timer en el momento que el es alcanzado ponga el valor "0" para esta función.

F24 - Tiempo del timer cíclico de la 3ª etapa activada
Es el tiempo que el timer cíclico permanecerá activado.

F25 - Tiempo del timer cíclico de la 3ª etapa desactivada
Es el tiempo que el timer cíclico permanecerá desactivado.

F26 - Modo de operación del timer cíclico
0 - Timer independiente
1 - Timer cíclico activado por el setpoint de la 1ª etapa
2 - 1ª etapa atada a la salida del timer cíclico (timer comienza conectado)
3 - 1ª etapa atada a la salida del timer cíclico (timer inicia desconectado)
4 - Salida del timer cíclico conectado siempre que la salida de la 1ª etapa estiver desconectada.

F27 - Modo de operación del Buzzer
0 - Alarma intra-rango (F28 y F29)
1 - Alarma extra-rango (F28 y F29)
2 - Alarma extra-rango relativo de la 1ª etapa (- F28 y + F29), se considera los valores absolutos de F28 y F29).

F28 - Punto de actuación del Buzzer (límite inferior)
Es el valor inferior de la temperatura para la actuación de la alarma del Buzzer según el Modo de operación del Buzzer (F27) configurado.

F29 - Punto de actuación del Buzzer (límite superior)
Es el valor superior de temperatura para la actuación de la alarma del Buzzer según el Modo de operación del Buzzer (F27) configurado.

F30 - Tiempo del Buzzer conectado
Es el tiempo que el Buzzer permanecerá conectado (ciclo activo). Para inhabilitar la alarma sonora (Buzzer) ajuste el valor "0" para esta función.

F31 - Tiempo del Buzzer desconectado
Es el tiempo que el Buzzer permanecerá desconectado (ciclo inactivo). Para inhabilitar la alarma sonora (Buzzer) ajuste el valor "0" para esta función.

F32 - Tiempo de inhibición del Buzzer en la energización
Es el tiempo que el Buzzer permanecerá desactivado mismo que en condiciones de alarma. Este tiempo sirve para inhibir el Buzzer durante el tiempo que el sistema aún no ha alcanzado las condiciones de trabajo.

F33 - Tiempo de reactivación del Buzzer al inhibirse manualmente
Esta función permite tres configuraciones diferentes:
 - El Buzzer será inhibido por un periodo indeterminado o hasta que la temperatura entre en condición normal de trabajo y retorne a la condición de alarma nuevamente;
 - El Buzzer no podrá ser inhibido por las teclas de acceso facilitado;
 - El Buzzer será inhibido durante este periodo (en minutos), retornando a activar caso persista la condición de la alarma;

F34 - Intensidad del filtro digital
Este filtro tiene la finalidad de simular un aumento de masa en el sensor, aumentando así su tiempo de respuesta (inercia térmica). Cuanto mayor sea el valor ajustado en esta función, mayor el tiempo de respuesta del sensor.
Una aplicación típica que necesita de este filtro son frezer para helados y congelados, ya que al abrir la puerta, una masa de aire caliente atinge directamente el sensor, provocando una elevación rápida en la indicación de la temperatura medida y, muchas veces, accionando sin necesidad el compresor.

F35 - Dirección del equipo en la red RS - 485 (comunicación serial)
Cada equipo conectado en la red RS - 485 debe poseer una única dirección, distinta de las demás, de manera que la computadora pueda identificarlo.
Atención: Para evitar problemas en la comunicación, esté seguro de que no existan equipos con la misma dirección.

6. CONFIGURACIONES
6.1 - Ajuste de las temperaturas de control (SETPOINT)
- Presione por 2 segundos hasta que aparezca y luego presione (toque corto).
- Utilice las teclas y para ingresar el código de acceso (123) y, cuando este listo, presione .
- Utilice las teclas y para aborrecer el valor y, cuando esté listo, presione .
- Ajuste de la misma manera (2ª etapa) y (3ª etapa).

7. ALTERACIÓN DE LOS PARÁMETROS
- Acceda a función F01 presionando simultáneamente las teclas y durante 2 segundos hasta aparecer , soltando enseguida. Luego aparecerá y luego presione (toque corto).
- Utilice las teclas y para acceder a la función deseada.
- Después de seleccionar la función, presione (toque corto) para visualizar el valor configurado para aquella función.
- Utilice las teclas y para alterar el valor y cuando esté listo, presione para grabar el valor configurado y retornar al menú de funciones.
- Para salir del menú y retornar a la operación normal (indicación de la temperatura); presione (toque largo) hasta aparecer .

8. INFORMACIONES DE ACCESO RÁPIDO
8.1 Registro de las temperaturas máxima y mínima
Presione , aparecerán la temperatura mínima registrada y luego después la temperatura máxima registrada.
Nota: Para reiniciar los registros, mantener presionada la tecla durante la visualización de las temperaturas mínima y máxima hasta aparezca .

8.2 Inhibición de la alarma y Buzzer
Para inhibir la alarma OUT2 presione simultáneamente las teclas y .
Para inhibir el Buzzer presione simultáneamente las teclas y .

9. SEÑALIZACIONES
OUT 1 - Salida 1 conectada
OUT 2 - Salida 2 conectada
OUT 3 - Salida 3 conectada
BUZZ - Buzzer activado
 - Sensor desconectado o temperatura fuera del rango especificado

10. SELECCIÓN DE LA UNIDAD (°C / °F)
Para definir la unidad con que el instrumento operará, acceda a función "F01" con el código de acceso 231 y confirme en la tecla . Presione la tecla y aparecerá la indicación . Presione para elegir entre y confirme. Después de seleccionar la unidad aparecerá y el instrumento volverá a la función "F01". Cada vez que la unidad sea alterada, los parámetros deben ser reconfigurados, ya que ellos asumen los valores "estándar".

11. SELECCIÓN DEL TIPO DE SENSOR
F01 - Código de acceso (312)
Es necesario cuando se desea seleccionar entre el termistor NTC o PT-100.
Después de ingresar el código confirme en la tecla . Accede a la función y seleccione entre o .
Toda vez que se selecciona un nuevo sensor el instrumento debe tener sus funciones ajustadas.

11.1 - SENSOR NTC
Debe ser conectado en los bornes 3 y 4, según el diseño abajo:



* Sensor conectado con el controlador.

11.2 - SENSOR PT-100
Debe ser conectado en los bornes 3 y 4 e interconectados los bornes 3 y 5, según el diseño abajo:



* Este sensor debe ser adquirido separadamente.

Diámetro (AWG) (mm)	Dist. máx. (metros)
14 1.63	18.1
16 1.29	11.4
18 1.02	7.2
20 0.81	3.0
22 0.64	1.9
26 0.40	1.1

Anexo B. Tabla 2. Hoja 2 Características del Controlador MT-543Ri

12. ESQUEMA DE CONEXIÓN

A el terminal de la caja distribuidora

Alimentación eléctrica

CARGAS

Alimentación de los cables

Aviso de la conexión especificada en el conector

Modelo	MT-543R	MT-543R
Alimentación	24VDC	24VDC
Salida	4-20mA	4-20mA

Nota: El largo del cable del sensor puede ser ampliado por el propio usuario, en hasta 200 metros, utilizando cable PP-2x24AWG. Para inmersión en agua, utilice cable hermético.

Interconectando Controladores, Interface Serial RS-485 y Computadora

Controlador Sitrad

Controlador de carga

Interface serial RS-485 Full Charge

Interfaz Serial RS-485

Deposito utilizado para establecer la conexión de los instrumentos de Full Gauge Controls con el Sitrad.

Nota: El terminal de la caja de distribución debe estar conectado a los respectivos terminales de cada uno de los instrumentos.

IMPORTANTE

Conforme capítulos de la norma IEC 60364:

- 1: Instale protectores contra sobretensiones en la alimentación
- 2: Los cables de sensores y de señales de computadora pueden estar juntos; sin embargo, no en el mismo electroducto por donde pasa la alimentación eléctrica y la activación de cargas.
- 3: Instale supresores de transientes (filtros RC) en paralelo a las cargas, con la finalidad de aumentar la vida útil de los rées.

Esquema de conexión de supresores en contactores

A1 y A2 son los bornes de la bobina del contactor

Esquema de conexión de supresores en cargas de activación directa

Para la activación directa tome en consideración la corriente máxima especificada.

VINILO PROTECTOR:

Protege los instrumentos instalados en locales sometidos a goteos de agua, como en refrigeradores comerciales, por ejemplo. Este adhesivo acompaña el instrumento, adentro de su embujete. Haga la aplicación solamente después de cumplir las conexiones eléctricas.

Retire el papel protector y aplique el vinilo sobre toda la parte superior del aparato, doblando los bordes conforme indican las flechas.

Dimensiones del recorte para fijación del instrumento: 72 mm

© Copyright 2006 • Full Gauge Controls • Derechos reservados.

Anexo B. Tabla 3. Hoja 3 Características del Controlador MT-543Ri

Anexo C Hoja técnica Medidor-Controlador EZ-ZONE®

EZ-ZONE® PM Express Manual del usuario

Controlador PID

TOTAL QUALITY CONTROL

ISO 9001

WATLOW

1241 Bundy Boulevard, Winona, Minnesota USA 55987
Teléfono: +1 (507) 454-5300, fax: +1 (507) 452-4507 http://www.watlow.com

0600-0065-0007 Rev. C Hecho en los EE.UU.
Mayo de 2009

Información de seguridad

A lo largo de este manual se utilizan los símbolos de nota, precaución y advertencia para alertar sobre información importante de operación y seguridad.

Una "NOTA" es un mensaje corto que alerta al lector sobre algún detalle de importancia.

Un aviso de seguridad, "PRECAUCIÓN", aparece con información de importancia para proteger su equipo y funcionamiento. Sea especialmente cuidadoso en leer y seguir todas las precauciones que correspondan a su aplicación.

Un aviso de seguridad, "ADVERTENCIA", contiene información de importancia para la protección contra daños de usted, otras personas y del equipo. Preste especial atención a todas las advertencias relativas a su aplicación.

El símbolo de peligro por electricidad, ⚡ (un rayo dentro de un triángulo) precede a una manifestación de seguridad de PRECAUCIÓN o ADVERTENCIA sobre peligro de descargas eléctricas. A continuación encontrará explicaciones adicionales.

Símbolo	Explicación
⚡	PRECAUCIÓN: advertencia de peligro que requiere una explicación adicional a la que puede proporcionarse en la etiqueta. Para obtener más información, consulte el manual del usuario.
⚠	Producto sensible a ESD (descargas electrostáticas); utilice las técnicas de conexión a tierra y manipulación adecuadas cuando instale o de servicio al producto.
⚡	Unidad protegida por aislamiento doble retardado para evitar peligro de descarga eléctrica.
⚠	No lo tire a la basura, utilice las técnicas de reciclado apropiadas o consulte con el fabricante acerca del modo de disposición correcto.
⚡	La unidad puede recibir energía tanto con voltaje de corriente alterna (CA) como con voltaje de corriente continua (CC).

	<p>La unidad es un dispositivo clasificado de acuerdo con Underwriters Laboratories®. Ha sido evaluada con respecto a los requisitos de los Estados Unidos y Canadá para Equipos de control de procesos: UL 61010 y CSA C22.2 61010, Expediente E184390 QJ2W, QJ2W7. Consulte: www.ul.com</p> <p>La unidad es un dispositivo clasificado de acuerdo con Underwriters Laboratories®. Ha sido evaluada con respecto a los requisitos de los Estados Unidos y Canadá para Ubicaciones peligrosas Clase I División II Grupos A, B, C y D, ANSI/ISA 12.12.01-2007, Expediente E184390 QJ2W, QJ2W7. Consulte: www.ul.com</p> <p>La unidad cumple con las directivas de la Unión Europea. Consulte la Declaración de Conformidad para obtener más información acerca de las directivas y normas de conformidad.</p> <p>La unidad ha sido revisada y aprobada por Factory Mutual como un dispositivo de límite de temperatura de acuerdo con la norma FM Class 3045. Consulte: www.fmglobal.com</p> <p>La unidad ha sido revisada y aprobada por CSA International para su uso como Equipo regulador/indicador de temperatura de acuerdo con CSA C22.2 N° 24. Consulte: www.csa-international.org</p>
--	---

Anexo C. Hoja técnica Medidor-Controlador EZ-ZONE®

<p>Nota: En los siguientes dibujos para cada aviso de entrada se identifica la etiqueta del conector de la ranura A.</p> <p>Nota: Cuando utilice un RTD de 2 cables, conecte en puente S1 y T1.</p> <p>Entradas Todas las entradas que se muestran a continuación representan la entrada 1 (la única entrada) y deben conectarse a la ranura A del control PID.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Voltios de proceso</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Cable 2 ó 3 de RTD</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Termopar</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Amperios de proceso</p> </div> </div> <p>Voltios y amperios de proceso</p> <ul style="list-style-type: none"> 4 a 20 mA a 100 Ω impedancia de entrada 0 a 10 V~ (CC) a 20 KΩ impedancia de entrada Escalable <p>Detector de la temperatura de la resistencia (RTD)</p> <ul style="list-style-type: none"> Platino, 100 Ω a 0 °C Calibración a curva DIN (0.00385 Ω/°C) 20 Ω resistencia total del conductor Corriente de excitación RTD de 0.08 mA típica. Cada óhmio de la resistencia del conductor puede afectar la lectura en 0.03 °C Para los RTD de 3 cables, el conductor de S1 debe conectarse a R1. Para obtener una mejor precisión utilice RTD de 3 cables para compensar la resistencia con longitud del conductor. Los tres cables del conductor deben tener la misma resistencia. <p>Termopar</p> <ul style="list-style-type: none"> Máximo de 2 KΩ de resistencia en la fuente >20 MΩ impedancia de entrada Detección de sensor abierto de 3 micrometros Los termopares son sensibles a la polaridad. El conductor negativo debe conectarse a S1. Para reducir errores, el cable de extensión para los termopares debe ser de la misma aleación que el termopar. 	<p>Nota acerca de la alimentación: La CC conmutada y las salidas de proceso usan una alimentación con una salida de corriente máxima de 40 mA. Por ejemplo, la corriente suministrada (mA) desde la salida 1 y 2 puede ser 20/20, 30/10, 40/0, 10/30, etc...</p> <p>Salidas Tenga en cuenta que todas las salidas están conectadas exclusivamente a la ranura A. La disponibilidad de la salida se basa en el número de parte de su Control PID.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Relevador de estado sólido Forma A</p> <p>PM_(C)_K K - A A A A B _ _</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>CC conmutada</p> <p>PM_(C)_C C - A A A A B _ _</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Proceso universal</p> <p>PM_(C)_F F - A A A A B _ _</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Relevador mecánico Forma C</p> <p>PM_(C)_E E - A A A A B _ _</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Relevador NO-ARC Forma A</p> <p>PM_(C)_H H - A A A A B _ _</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Colector abierto</p> <p>PM_(C)_C C - A A A A B _ _</p> </div> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Relevador mecánico Forma A</p> <p>PM_(C)_J J - A A A A B _ _</p> </div> <p>Nota acerca del Quenchar: Para la conmutación de cargas inductivas de servicio piloto (bobinas de relevador, solenoides, etc.) con el relevador mecánico, relevador de estado sólido o las opciones de salida del colector, se requiere el uso de un supresor R.C.</p>												
<p>CC conmutada</p> <ul style="list-style-type: none"> Corriente suministrada superior a un máximo de 40 mA. Consulte la nota anterior acerca de la alimentación. Cortocircuito limitado a <50 mA. 22 a 32 V~ (CC) voltaje de circuito abierto. Use CC y CC+ para conducir el relevador de estado sólido externo. DIN-A-MITE compatible: <ul style="list-style-type: none"> Polo único: hasta 4 en paralelo o 4 en serie. 2 polos: hasta 2 en paralelo o 2 en serie. 3 polos: hasta 2 en serie. <p>Colector abierto</p> <ul style="list-style-type: none"> Desajuste de corriente de salida máxima de 100 mA. 30 V~ (CC) voltaje de alimentación máxima. Cualquier salida CC conmutada puede usarse como una terminal común. Use una alimentación externa para controlar la carga CC, con la carga positiva a la positiva de la alimentación, la carga negativa al colector abierto y común a la alimentación negativa. Vea la nota sobre el Quenchar. <p>Relevador mecánico Forma C.</p> <ul style="list-style-type: none"> 5 A a 240 V~ (CA) o 30 V~ (CC) carga resistiva máxima. Carga mínima de 20 mA a 24 V. 125 VA servicio piloto a 120/240 V~ (CA), 25 VA a 24 V~ (CA). 100,000 ciclos en la carga especificada. La salida no suministra alimentación. Para usarse con CA o CC. Vea la nota sobre el Quenchar. <p>Relevador mecánico Forma A.</p> <ul style="list-style-type: none"> 5 A a 240 V~ (CA) o 30 V~ (CC) carga resistiva máxima. Carga mínima de 20 mA a 24 V. 125 VA servicio piloto a 120/240 V~ (CA), 25 VA a 24 V~ (CA). 100,000 ciclos en la carga especificada. La salida no suministra energía eléctrica. Para usarse con CA o CC. Vea la nota sobre el Quenchar. <p>Relevador NO-ARC Forma A</p> <ul style="list-style-type: none"> 15 A en 85 a 264 V~ (CA) carga resistiva únicamente. Únicamente modelos 1/16 DIN. 2,000,000 de clasificación de ciclo para circuito NO-ARC. <p>Carga mínima de 100 mA.</p> <ul style="list-style-type: none"> Fuga máxima en estado apagado de 2 mA. No usar en cargas CC. La salida no suministra energía eléctrica. <p>Relevador de estado sólido, Forma A</p> <ul style="list-style-type: none"> 0.5 A en 20 a 264 V~ (CA) carga resistiva máxima. 20 VA 120/240 V~ (CA) servicio piloto. Optoaislado sin supresión de contacto. Fuga máxima en estado apagado de 105 microamperios. La salida no suministra alimentación. No usar en cargas CC. Vea nota sobre el Quenchar. <p>Proceso universal</p> <ul style="list-style-type: none"> 4 a 20 mA en una entrada máxima de 800 Ω. 0 a 10 V~ (CC) en un voltaje de carga mínimo de 1 kΩ. Escalable. La salida suministra alimentación (consulte la nota acerca de la alimentación más arriba). No puede usar salidas de voltaje y corriente simultáneamente. 	<p style="text-align: center;">9 10 11 12</p> <p style="text-align: center;">Teclas y pantallas 16" controlador DIN PID</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>Pantalla de zona: Cuando $Z = P \neq E$ (en la Página de Fábrica) está configurado para encendido, indica la zona del controlador: Z = zonas 1 a 9 P = zona 10 E = zona 14 A = zona 11 F = zona 15 C = zona 12 H = zona 16 d = zona 13</p> <p>Pantalla inferior: Indica el valor del punto de control o de la energía de salida durante la operación, o el parámetro cuyo valor aparece en la pantalla superior.</p> <p>Tecla A/M: Esta tecla alternará el modo de control entre el valor actual del indicador C.M (Desconectado, MAN, AUTO) y Manual cuando el botón A/M se presiona y se mantiene presionado por 3 segundos.</p> <p>Tecla Infinito: Despija y pone en silencio las alarmas; presione para salir un nivel o presione y mantenga durante dos segundos para regresar al Menú de operaciones.</p> <p>Tecla de avance: Avanza a través de instrucciones de parámetro.</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;"> </div> <div style="width: 30%;"> <p>Luces Indicadoras de unidades de temperatura: Indican si la temperatura se muestra en grados Fahrenheit o Celsius.</p> <p>Actividad de salida: Los números iluminados indican la actividad de las salidas 1 y 2.</p> <p>Indicador de unidades de porcentaje: Se enciende cuando el controlador muestra valores porcentuales o cuando muestra el punto de control del bucle abierto.</p> <p>Actividad de comunicaciones: Enciende intermitentemente cuando otro dispositivo se comunica con este controlador.</p> <p>Teclas Arriba y Abajo: En el Menú de operaciones, ajustan el punto de control en la pantalla inferior. En otras páginas, cambia la pantalla superior a un valor superior o inferior, o cambia una selección de parámetro.</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">32." Controlador DIN PID</p> <p>Con pocas excepciones, todas las teclas de función descritas por el 16" controlador DIN PID se aplican al 32" controlador DIN PID también.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>Pantalla izquierda: En el Menú de operaciones, muestra el valor de proceso, de otra manera muestra el valor del parámetro en la pantalla izquierda.</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;"> </div> <div style="width: 30%;"> <p>Pantalla derecha: Indica el valor del punto de control o de la posición de salida durante el funcionamiento, o el parámetro cuyo valor aparece en la pantalla derecha.</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">Responder a un mensaje en pantalla (16." o 32." DIN)</p> <p>Un mensaje activo ocasionará que la pantalla alterne entre la configuración normal y el mensaje activo en la parte superior o izquierda de la pantalla y (falta) en la parte inferior o derecha de la pantalla. Su respuesta dependerá del mensaje y de los parámetros de la configuración del controlador. Algunos mensajes, como el de Atención, indican que el proceso se está ejecutando. Si se genera un mensaje en la pantalla derecha o inferior que puede ser eliminado o silenciado (tal como $R_{L/A} J$), simplemente presione la tecla Infinito para ejecutar la acción. Para eliminar $[C_{L-}]$ un mensaje o silenciar $[S_{L-}]$ una alarma simplemente presione la tecla Infinito para ejecutar la acción.</p> <table border="0"> <tr> <td>R_{L-}</td> <td>Alarma baja 1</td> </tr> <tr> <td>R_{L+}</td> <td>Alarma alta 1</td> </tr> <tr> <td>E_{L-}</td> <td>Error en alarma 1</td> </tr> <tr> <td>E_{L+}</td> <td>Error en alarma 2</td> </tr> <tr> <td>A_{L-}</td> <td>Atención</td> </tr> <tr> <td>N_{L-}</td> <td>Nivelación</td> </tr> </table>	R_{L-}	Alarma baja 1	R_{L+}	Alarma alta 1	E_{L-}	Error en alarma 1	E_{L+}	Error en alarma 2	A_{L-}	Atención	N_{L-}	Nivelación
R_{L-}	Alarma baja 1												
R_{L+}	Alarma alta 1												
E_{L-}	Error en alarma 1												
E_{L+}	Error en alarma 2												
A_{L-}	Atención												
N_{L-}	Nivelación												

Anexo C. Tabla 2. Hojas Técnicas teclado del Medidor-Controlador EZ-ZONE®

En el momento en que la potencia suba, use la tecla de avance para desplazarse por las diferentes instrucciones que se encuentran en el Menú de operaciones. Para volver a la pantalla predefinida, en cualquier punto del Menú de operaciones, presione la tecla ∞ .

Menú de operaciones

- RUE** Autoajuste
- CPA** Modo de control
- hPB** Banda proporcional de calentamiento
- CPb** Banda proporcional de enfriamiento
- E** Integral de tiempo
- d** Derivativa de tiempo
- a.b.i** Base de tiempo
- a.b.j** Base de tiempo
- RLa** Punto de control de alarma baja
- Rh** Punto de control de alarma alta
- CA** Desviación de calibración

Menú de operaciones 16. y 32. controlador DIN PID		
Pantalla	Descripción del nombre del parámetro	Amplitud (los valores predeterminados se muestran en negrita)
<input type="checkbox"/> RUE [AU]	Autoajuste Iniciar un autoajuste. Cuando esté activa la pantalla superior o izquierda e inferior o derecha, se encenderá de manera intermitente. E U n i y R E n . Aparece si se configura un algoritmo de calentamiento o de enfriamiento en PID	<input type="checkbox"/> n o Mo <input type="checkbox"/> YES SI
<input type="checkbox"/> CPA [C.M]	Modo de control activo Ver el modo de control actual. Aparece si: siempre	<input type="checkbox"/> oFF Apagado <input type="checkbox"/> Aut Automático <input type="checkbox"/> MAN Manual
<input type="checkbox"/> hPB [h.PU]	Banda proporcional de calentamiento Configurar la banda proporcional de PID para las salidas de calentamiento. Aparece si: se configura un algoritmo de calentamiento en PID	0 a 9.999.000 °F o unidades 0 a 5.555.000 °C Unidades, 25.0 °F o 14.0 °C
<input type="checkbox"/> CPb [C.Pc]	Banda proporcional de enfriamiento Configurar la banda proporcional de PID para las salidas de enfriamiento. Aparece si: el algoritmo de enfriamiento está configurado en PID	0 a 9.999.000 °F o unidades 0 a 5.555.000 °C Unidades, 25.0 °F o 14.0 °C
<input type="checkbox"/> E [E]	Integral de tiempo Establecer el PID integral para las salidas. Aparece si: el algoritmo de calentamiento o de enfriamiento está configurado en PID	0 a 9.999 segundos por repetición 100.0
<input type="checkbox"/> d [D]	Derivativa de tiempo Configurar el tiempo de la derivativa de PID para las salidas. Aparece si: el algoritmo de calentamiento o de enfriamiento está configurado en PID	0 a 9.999 segundos 0.0 segundos
<input type="checkbox"/> a.b.i [a.tb1]	Base de tiempo de la salida 1 Establecer la base de tiempo para el control de base de tiempo fijo. Aparece si: la salida 1 está configurada para calentamiento o enfriamiento con algoritmo de control configurado para PID.	0.1 a 60.0 segundos (relevar de estado sólido o CC conmutada) 5.0 a 60.0 segundos (relevar mecánico y control de potencia NO-ARC) 1 seg. (RES y CC conmut.), 20.0 seg. (relevar mec. y NO-ARC)
<input type="checkbox"/> a.b.j [a.tb2]	Base de tiempo de la salida 2 Establecer la base de tiempo para el control de base de tiempo fijo. Aparece si: la salida 2 está configurada para calentamiento o enfriamiento con algoritmo de control configurado para PID.	0.1 a 60.0 segundos (relevar de estado sólido o CC conmutada) 5.0 a 60.0 segundos (relevar mecánico y control de potencia NO-ARC) 1 seg. (RES y CC conmut.), 20.0 seg. (relevar mec. y NO-ARC)
<input type="checkbox"/> RLa [A.Lo]	Punto de control de alarma baja Proceso: configurar el valor de proceso que activará una alarma baja. Desviación: configurar la duración de las unidades debajo del punto de control del bucle cerrado que activará una alarma baja. Aparece si: si el tipo de alarma (A.i) está configurado para Proceso o Alarma de desviación	-1.999.000 a 9.999.000 °F o unidades -1.128.000 a 5.537.000 °C Unidades, 32.0 °F o 0.0 °C
<input type="checkbox"/> Rh [A.hi]	Punto de control de alarma alta Proceso: configurar el valor de proceso que activará una alarma alta. Desviación: configurar la duración de las unidades debajo del punto de control del bucle cerrado que activará una alarma alta. Aparece si: si el tipo de alarma (A.i) está configurado para Proceso o Alarma de desviación	-1.999.000 a 9.999.000 °F o unidades -1.128.000 a 5.537.000 °C Unidades, 300.0 °F o 150.0 °C
<input type="checkbox"/> CA [C.A]	Desviación de calibración Determinar un valor de desviación para una salida de proceso. Aparece si: siempre	-1.999.000 a 9.999.000 °F o unidades -1.110.555 a 5.555.000 °C 0.0

13 14
15 16

Para ingresar al Menú de configuración presione y mantenga presionadas las teclas de flecha hacia abajo por aproximadamente 3 segundos. Una vez que haya ingresado, presione la tecla de avance color verde para desplazarse por el indicador de opción y luego utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para modificar la amplitud. Para volver a la pantalla predeterminada, en cualquier punto del Menú de configuración, presione la tecla ∞ .

Menú de configuración

- LoC** Menú de bloqueo
- SEn** Tipo de sensor
- Lin** Linealización
- dEC** Decimal
- C.F** Unidades de pantalla
- RLa** Amplitud baja
- Rh** Amplitud alta
- F.n.1** Función uno
- a.b.i** Tipo de salida
- F.n.2** Función dos
- hPB** Algoritmo de calentamiento
- ASc** Histeresis de calentamiento
- CPb** Algoritmo de enfriamiento
- Rh** Tipo de alarma
- Rh** Histeresis de alarma
- RLa** Enganche de alarma
- RLa** Bloqueo de alarma
- RS** Silenciar alarma
- RLaSP** Pantalla de la alarma
- CP** Acción de rampa
- CP** Velocidad de rampa
- a.b.i.1** Salida alta 1 de escala de energía
- a.b.i.2** Salida alta 2 de escala de energía
- PR** Pantalla superior o izquierda
- PR** Pantalla inferior o derecha
- RD5** Dirección de zona

Menú de configuración 16. y 32. controlador DIN PID		
Pantalla	Descripción del nombre del parámetro	Amplitud (los valores predeterminados se muestran en negrita)
<input type="checkbox"/> LoC [LoC]	Menú de bloqueo Determinar el nivel de permiso de seguridad. El usuario puede acceder al nivel seleccionado, así como a todos los niveles inferiores. Aparece si: siempre	1 a 5 Menú de operaciones 1 (solo lectura, botón A/M deshabilitado)* Menú de operaciones 2 (botón A/M deshabilitado, Punto de control R/W)* Menú de operaciones 3 (botón A/M habilitado, Punto de control R/W, Modo de control R/W)* Acceso R/W al Menú de operaciones 4* Acceso R/W completo al Menú de operaciones 5 y al Menú de configuración. *Puede cambiar el nivel de seguridad a cualquier nivel
<input type="checkbox"/> SEn [SEn]	Tipo de sensor Ajustar el tipo de sensor analógico para que coincida con el dispositivo cableado a esta entrada. Aparece si: siempre	<input type="checkbox"/> E Termopar <input type="checkbox"/> Vol CC voltios <input type="checkbox"/> mA CC miliamperes <input type="checkbox"/> RTD RTD 100 Ω
<input type="checkbox"/> Lin [Lin]	Linealización Configurar la linealización para que coincida con el tipo de termopar cableado a esta entrada. Por ejemplo, seleccionar K para un tipo de termopar K. Aparece si: el tipo de sensor está ajustado en Termopar	<input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T
<input type="checkbox"/> dEC [dEC]	Decimal Configurar la precisión del valor mostrado. Aparece si: siempre	<input type="checkbox"/> Entero <input type="checkbox"/> D Décimas <input type="checkbox"/> DD Centésimas
<input type="checkbox"/> C.F [C.F]	Unidades de pantalla Seleccionar cuáles unidades se mostrarán. Aparece si: siempre	<input type="checkbox"/> F °F <input type="checkbox"/> C °C
<input type="checkbox"/> RLa [r.Lo]	Amplitud baja Establecer la amplitud baja del punto de control. Aparece si: siempre	-1.999.000 a 9.999.000 0.0
<input type="checkbox"/> Rh [r.hi]	Amplitud alta Establecer la amplitud alta del punto de control. Aparece si: siempre	-1.999.000 a 9.999.000
<input type="checkbox"/> F.n.1 [fn1]	Función de la salida 1 Seleccionar qué función controlará esta salida. Aparece si: la salida 1 está ordenada	<input type="checkbox"/> oFF Apagado <input type="checkbox"/> oEn Enfriamiento <input type="checkbox"/> oCa Calentamiento <input type="checkbox"/> oAl Alarma
<input type="checkbox"/> a.b.i [a.by]	Tipo de salida Seleccionar si la salida del proceso operará en voltios o en miliamperes. Aparece si: hay una salida de proceso (PM_C_F_-, AAAB_...)	<input type="checkbox"/> Vol Voltios <input type="checkbox"/> mA Miliamperes

Anexo C. Tabla 3. Hojas Técnicas del Medidor-Controlador EZ-ZONE®

Para ingresar al Menú de configuración presione y mantenga presionadas las teclas de flecha hacia abajo por aproximadamente 3 segundos. Una vez que haya ingresado, presione la tecla de avance color verde para desplazarse por el indicador de opción y luego utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para modificar la amplitud. Para volver a la pantalla predeterminada, en cualquier punto del Menú de configuración, presione la tecla ∞ Infinito.

Menú de configuración

- ∞ Menú de bloqueo
- SEn Tipo de sensor
- Lm Linealización
- dEC Decimal
- $C.F$ Unidades de pantalla
- rLb Amplitud baja
- rLh Amplitud alta
- $F.n.1$ Función uno
- $oE.1$ Tipo de salida
- $F.n.2$ Función dos
- $hR.1$ Algoritmo de calentamiento
- $hS.C$ Histéresis de calentamiento
- $C.R.1$ Algoritmo de enfriamiento
- $RE.1$ Tipo de alarma
- $RE.H$ Histéresis de alarma
- $RE.R$ Enganche de alarma
- $RE.L$ Bloqueo de alarma
- RS Silenciar alarma
- $RdSP$ Pantalla de la alarma
- rP Acción de rampa
- $r.r.E$ Velocidad de rampa
- $o.h.1$ Salida alta 1 de escala de energía
- $o.h.2$ Salida alta 2 de escala de energía
- $PRr.1$ Pantalla superior o izquierda
- $PRr.2$ Pantalla inferior o derecha
- RdS Dirección de zona

Menú de configuración
16. y 32. controlador DIN PID

Pantalla	Descripción del nombre del parámetro	Amplitud (los valores predeterminados se muestran en negrita)
$F.n.2$ [Fn2]	Función de la salida 2 Seleccionar qué función controlará esta salida. Aparece si: la salida 2 está ordenada	<input type="checkbox"/> oFF Desconectado <input type="checkbox"/> $CoOL$ Enfriamiento <input type="checkbox"/> $hERE$ Calentamiento <input type="checkbox"/> $AL.P$ Alarma
$hR.1$ [hAg]	Algoritmo de calentamiento Configurar el método de control de calentamiento. Aparece si: la salida 1 o 2 está configurada para calentamiento	<input type="checkbox"/> oFF Desconectado <input type="checkbox"/> Pid PID <input type="checkbox"/> $oOnF$ Encendido-Apagado
$hS.C$ [hSC]	Histéresis (calentamiento y enfriamiento) Configurar la histéresis que alterna el conmutador del control de encendido y apagado. Esto determina hasta qué grado ha de moverse dentro de la región de "encendido" el valor de proceso antes de que se encienda la salida. Aparece si: el algoritmo de calentamiento o de enfriamiento está configurado para Encendido-Apagado.	0 a 9,999,000 °F o unidades 0 a 5,555,000 °C Unidades, 3.0 °F o -16.1 °C
$C.R.1$ [C.Rg]	Algoritmo de enfriamiento Configurar el método de control de enfriamiento. Aparece si: la salida 1 o 2 está configurada para enfriamiento	<input type="checkbox"/> oFF Apagado <input type="checkbox"/> Pid PID <input type="checkbox"/> $oOnF$ Encendido-Apagado
$RE.1$ [A.1y]	Tipo de alarma Seleccionar cómo la alarma rastreará o no el punto de control. Aparece si: siempre	<input type="checkbox"/> oFF Apagado <input type="checkbox"/> $PRAL$ Alarma de proceso <input type="checkbox"/> $dERAL$ Alarma de desviación
$RE.H$ [A.Hy]	Histéresis de alarma Configurar la histéresis de una alarma. Esto determina hasta qué grado ha de moverse dentro de la región segura el valor del proceso para que se despierte la alarma. Aparece si: cuando el tipo de alarma está configurado para proceso o alarma de desviación	0.001 a 9,999,000 °F o unidades 0.001 a 5,555,000 °C Unidades, 1.0 °F o 1.0 °C
$RE.R$ [A.LA]	Enganche de alarma Encender o apagar el cierre de alarma. Una alarma enganchada la deberá apagar el usuario. Aparece si: cuando el tipo de alarma está configurado para proceso o alarma de desviación	<input type="checkbox"/> oLR No cerrada <input type="checkbox"/> LR Cerrada
$RE.L$ [A.BL]	Bloqueo de alarma Seleccionar cuándo se bloqueará una alarma. Después del arranque o después de los cambios del punto de control, la alarma se bloqueará hasta que el valor de proceso entre a la amplitud normal. Aparece si: cuando el tipo de alarma está configurado para proceso o alarma de desviación	<input type="checkbox"/> oFF Apagado <input type="checkbox"/> Scr Arranque <input type="checkbox"/> $SEPE$ Punto de Control <input type="checkbox"/> $boCh$ Ambos
RS [A.S]	Silenciar alarma Encender silenciar alarma para permitir que el usuario desactive la salida vinculada (configurada) con esta alarma. Aparece si: cuando el tipo de alarma está configurado para proceso o alarma de desviación	<input type="checkbox"/> oFF Apagado <input type="checkbox"/> oN Encendido
$RdSP$ [A.dSP]	Pantalla de la alarma Mostrar un mensaje de alarma cuando una alarma está activa. Aparece si: cuando el tipo de alarma está configurado para proceso o alarma de desviación	<input type="checkbox"/> oFF Desconectado <input type="checkbox"/> oN Encendido

17 | 18
19 | 20

Para ingresar al Menú de configuración presione y mantenga presionadas las teclas de flecha hacia abajo por aproximadamente 3 segundos. Una vez que haya ingresado, presione la tecla de avance color verde para desplazarse por el indicador de opción y luego utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para modificar la amplitud. Para volver a la pantalla predeterminada, en cualquier punto del Menú de configuración, presione la tecla ∞ Infinito.

Menú de configuración

- ∞ Menú de bloqueo
- SEn Tipo de sensor
- Lm Linealización
- dEC Decimal
- $C.F$ Unidades de pantalla
- rLb Amplitud baja
- rLh Amplitud alta
- $F.n.1$ Función uno
- $oE.1$ Tipo de salida
- $F.n.2$ Función dos
- $hR.1$ Algoritmo de calentamiento
- $hS.C$ Histéresis de calentamiento
- $C.R.1$ Algoritmo de enfriamiento
- $RE.1$ Tipo de alarma
- $RE.H$ Histéresis de alarma
- $RE.R$ Enganche de alarma
- $RE.L$ Bloqueo de alarma
- RS Silenciar alarma
- $RdSP$ Pantalla de la alarma
- rP Acción de rampa
- $r.r.E$ Velocidad de rampa
- $o.h.1$ Salida alta 1 de escala de energía
- $o.h.2$ Salida alta 2 de escala de energía
- $PRr.1$ Pantalla superior o izquierda
- $PRr.2$ Pantalla inferior o derecha
- RdS Dirección de zona

Menú de configuración
16. y 32. controlador DIN PID

Pantalla	Descripción del nombre del parámetro	Amplitud (los valores predeterminados se muestran en negrita)
rP [rP]	Acción de rampa Seleccionar cuando el punto de control del controlador se nivelará al punto de control final definido. Aparece si: siempre	<input type="checkbox"/> oFF Desconectado <input type="checkbox"/> Scr Arranque <input type="checkbox"/> $SEPE$ Cambiar punto de control <input type="checkbox"/> $boCh$ Ambos
$r.r.E$ [r.r]	Velocidad de rampa Configurar la velocidad para la nivelación del punto de control. Configurar las unidades de tiempo para la velocidad con el parámetro de Escala de nivelación. Aparece si: la Acción de nivelación está configurada en Arranque, Punto de control o ambos.	1.0 °F o unidades 1.0 °C
$o.h.1$ [o.h.1]	Salida alta 1 de escala de energía Configurar el valor máximo de amplitud de la salida 1. Aparece si: la salida 1 está configurada para calentamiento	0.0 a 100% 100.0
$o.h.2$ [o.h.2]	Salida alta 2 de escala de energía Configurar el valor máximo de amplitud de la salida 2. Aparece si: la salida 2 está configurada para calentamiento	0.0 a 100% 100.0
$PRr.1$ [PAr1]	Pantalla superior o izquierda Seleccionar parámetro para mostrar. Aparece si: siempre	$RdSP$ Valor activo de proceso oN Ninguno
$PRr.2$ [PAr2]	Pantalla inferior o derecha Seleccionar parámetro para mostrar. Aparece si: siempre	$RdSP$ Punto de control activo $RE.1$ Punto de control de alarma alta oN Ninguno
RdS [Ad.S]	Dirección de zona: comunicación del bus estándar Configurar la dirección de zona desde 1 a 16. Aparece si: siempre	1-16 1

Anexo C. Tabla 4. Menú de programación del Medidor-Controlador EZ-ZONE®

Anexo D Hoja técnica Transmisor de presión MOD. Xa-904.I



**TRANSMISOR DE PRESIÓN
PARA APLICACIONES GENERALES**

Mod. XA-904.L



1. DESCRIPCIÓN

Esta serie de transmisores de presión se ha desarrollado para cubrir la mayoría de aplicaciones industriales en la ingeniería mecánica, hidráulica, neumática, etc. Son típicas las destinadas a la medición continua de gases, líquidos...

El transmisor está realizado con las técnicas más novedosas y dispone en su interior de un circuito conversor de alta calidad. El margen de la tensión de alimentación del transmisor es muy amplio y puede variar entre 8 y 35 Vdc. sin variar la señal de salida (véase en las características técnicas, la máxima resistencia de carga).

Esta gama de transmisores se puede adaptar a nuestro programa de refrigeradores para aplicaciones en altas temperaturas de proceso y a toda la gama de separadores para la industria química, alimentaria, etc. Los materiales que están en contacto con el proceso se podrán adaptar a las características físicas del producto

2. TÉCNICA UTILIZADA:

El sensor del transmisor de presión está realizado con cerámica, siendo la técnica utilizada la piezoresistiva. Esta tecnología está relacionada con la deformación del diafragma, en el cual están grabadas cuatro resistencias eléctricas formando un puente de Wheatstone. Por consiguiente, cualquier deformación que tenga el diafragma por efecto de una presión desequilibrará el circuito electrónico que conformará una señal de salida proporcional y lineal a la presión que soporta la célula cerámica. Los sensores cerámicos utilizados están compensados internamente en temperatura mediante resistencias PTC.

El empleo de la técnica cerámica en el campo de los transmisores de presión aporta una excelente fiabilidad al realizarse la presión directamente sobre el sensor cerámico. Al no existir ninguna cámara de fluido en su interior (aceite sintético, glicerina, etc., que pueden producir variaciones por efectos de dilatación) aporta una alta estabilidad frente a los efectos de la temperatura.

3. ESCALAS DE TRABAJO NORMALIZADAS (en Bar)

Rango	0,25	0,50	0,75	1,00	1,60	2,50	4,00	6,00
Presión rotura	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	12,0	12,0	25,0
Rango	10,0	16,0	25,0	40,0	60,0	100	160	250
Presión rotura	25,0	50,0	120	120	250	250	500	500

Otros rangos de trabajo y unidades (m.c.a., PSI, Kg/cm², mmHg, KPa, etc.) bajo demanda, en función de los distintos parámetros físicos de la aplicación.

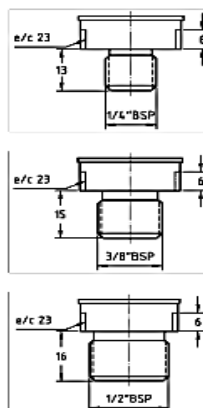
Anexo D. Hoja técnica Transmisor de presión MOD. Xa-904.I

4. DATOS TÉCNICOS

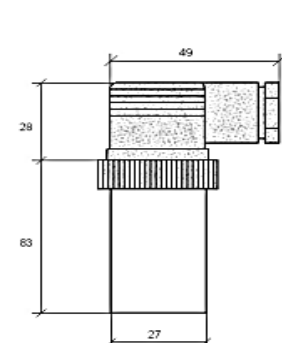
Presiones	Relativas, absolutas y de vacío
Campos de medida	0-0,250 Bar a 0-250 Bar (para presiones relativas) Presiones de vacío y absolutas bajo demanda
Tipo de sensor	Cerámico
Error combinado del sensor (histéresis, linealidad, repetibilidad)	El típico menor que 0,4 % FE
Resolución del sensor	0,01 a 0,014 %FE
Tiempo de respuesta	Menor que 1 mseg.
Tensión de aislamiento sensor	2 KV
Materiales en contacto con el proceso	Acero inox. AISI-904L, cerámica y el material de la junta
Material de la junta	VITON (Otros materiales bajo demanda: NBR, EPDM, PTFE, etc.)
Material del cuerpo exterior	Acero inoxidable AISI-316
Conexión a proceso	1/2 BSP (3/8 y 1/4 BSP bajo demanda)
Tipo de protección	IP-65
Señal de salida	Lineal
Tensión de alimentación	Comprendida entre 8 y 35 Vdc.
Protecciones eléctricas	De polaridad y de cortocircuito
Señal de salida normalizada	4+20 mAdc. a dos hilos (otras salidas bajo demanda)
Máxima resistencia de carga en Ω	$R_a \leq [U_b (Vdc.) - 8 (Vdc)] / 0,02 Adc.$
Conexión eléctrica	Mediante conector de tres polos Din 43650 EN60529 - PG9 Bajo demanda salida con cable
Temperatura	De proceso -5 a +90 °C Ambiente -5 a +80 °C
Dimensiones del transmisor	Véanse planos
Peso	<250 gramos (con caja de embalaje e instrucciones)
Conformidad CE	

5. DIMENSIONES (en mm.)

5.1 Rosca a proceso

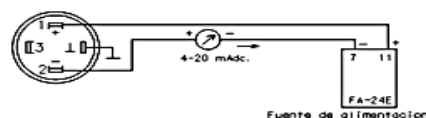


5.1 Dimensión del cuerpo

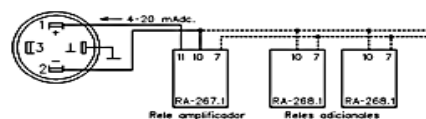


6. CONEXIONADO

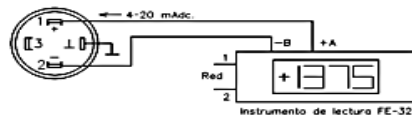
6.1 Con una fuente de alimentación



6.2 Con relés amplificadores



6.3 Con un instrumento de lectura



Versión: 0505




Comercial de Válvulas y Accesorios, S.A.

Pol. Ind. Polizur, CL/ Bosc Tancat, 6 - Naves 2 y 3
08290 CERDANYOLA DEL VALLÈS (Barcelona)
SPAIN
www.jlx-valve.com

Anexo E Hoja Técnica Módulos X-Bbee.

XBee®/XBee-PRO® RF Modules

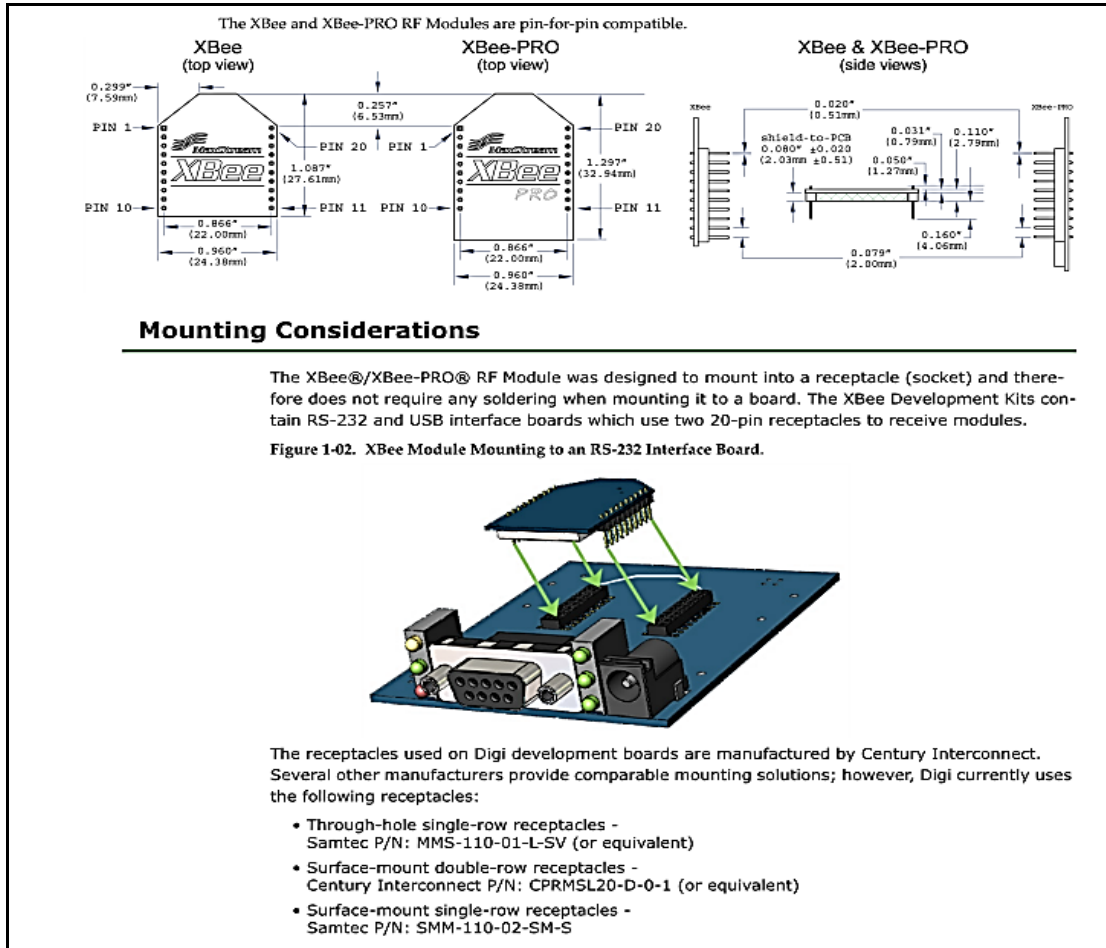
XBee®/XBee-PRO® RF Modules
RF Module Operation
RF Module Configuration
Appendices



Product Manual v1.xEx - 802.15.4 Protocol
For RF Module Part Numbers: XB24-A...-001, XBP24-A...-001

IEEE® 802.15.4 RF Modules by Digi International

Anexo E. Hoja Técnica Módulos X-Bbee.



Anexo E. Tabla 2. Diagrama de conexiones del módulo X-Bbee. RF Modules

Specifications

Table 1-01. Specifications of the XBee®/XBee-PRO® RF Modules

Specification	XBee	XBee-PRO
Performance		
Indoor/Urban Range	Up to 100 ft (30 m)	Up to 300 ft (90 m), up to 200 ft (60 m) International variant
Outdoor RF line-of-sight Range	Up to 300 ft (90 m)	Up to 1 mile (1600 m), up to 2500 ft (750 m) International variant
Transmit Power Output (software selectable)	1mW (0 dBm)	63mW (18dBm)* 10mW (10 dBm) for International variant
RF Data Rate	250,000 bps	250,000 bps
Serial Interface Data Rate (software selectable)	1200 bps - 250 kbps (non-standard baud rates also supported)	1200 bps - 250 kbps (non-standard baud rates also supported)
Receiver Sensitivity	-92 dBm (1% packet error rate)	-100 dBm (1% packet error rate)
Power Requirements		
Supply Voltage	2.8 – 3.4 V	2.8 – 3.4 V
Transmit Current (typical)	45mA (@ 3.3 V)	250mA (@3.3 V) (150mA for international variant) RPSMA module only: 340mA (@3.3 V) (180mA for international variant)
Idle / Receive Current (typical)	50mA (@ 3.3 V)	55mA (@ 3.3 V)
Power-down Current	< 10 µA	< 10 µA
General		
Operating Frequency	ISM 2.4 GHz	ISM 2.4 GHz
Dimensions	0.960" x 1.087" (2.438cm x 2.761cm)	0.960" x 1.297" (2.438cm x 3.294cm)
Operating Temperature	-40 to 85° C (industrial)	-40 to 85° C (industrial)
Antenna Options	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector, RPSMA Connector	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector, RPSMA Connector
Networking & Security		
Supported Network Topologies	Point-to-point, Point-to-multipoint & Peer-to-peer	
Number of Channels (software selectable)	16 Direct Sequence Channels	12 Direct Sequence Channels
Addressing Options	PAN ID, Channel and Addresses	PAN ID, Channel and Addresses
Agency Approvals		
United States (FCC Part 15.247)	OUR-XBEE	OUR-XBEEPRO
Industry Canada (IC)	4214A XBEE	4214A XBEEPRO
Europe (CE)	ETSI	ETSI (Max. 10 dBm transmit power output)*
Japan	R201WW07215214	R201WW08215111 (Max. 10 dBm transmit power output)*
Australia	C-Tick	C-Tick

* See Appendix A for region-specific certification requirements.

Antenna Options: The ranges specified are typical when using the integrated Whip (1.5 dBi) and Dipole (2.1 dBi) antennas. The Chip antenna option provides advantages in its form factor; however, it typically yields shorter range than the Whip and Dipole antenna options when transmitting outdoors. For more information, refer to the "XBee Antennas" Knowledgebase Article located on Digi's Support Web site

Anexo E. Tabla 3. Parámetros de configuración del Módulos X-Bbee. RF Modules

2. RF Module Operation

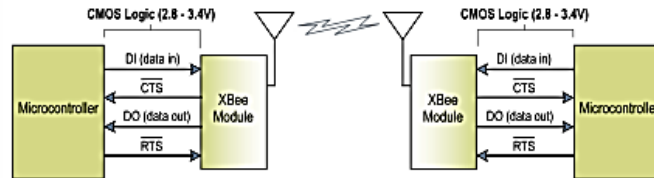
Serial Communications

The XBee®/XBee-PRO® RF Modules interface to a host device through a logic-level asynchronous serial port. Through its serial port, the module can communicate with any logic and voltage compatible UART; or through a level translator to any serial device (For example: Through a Digi proprietary RS-232 or USB interface board).

UART Data Flow

Devices that have a UART interface can connect directly to the pins of the RF module as shown in the figure below.

Figure 2-01. System Data Flow Diagram in a UART-interfaced environment
(Low-asserted signals distinguished with horizontal line over signal name.)

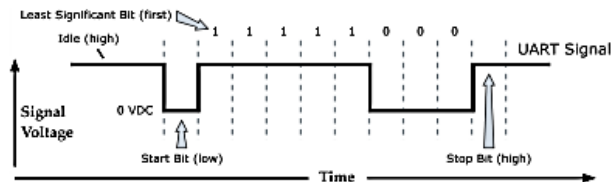


Serial Data

Data enters the module UART through the DI pin (pin 3) as an asynchronous serial signal. The signal should idle high when no data is being transmitted.

Each data byte consists of a start bit (low), 8 data bits (least significant bit first) and a stop bit (high). The following figure illustrates the serial bit pattern of data passing through the module.

Figure 2-02. UART data packet 0x1F (decimal number "31") as transmitted through the RF module
Example Data Format is 8-N-1 (bits - parity - # of stop bits)



Serial communications depend on the two UARTs (the microcontroller's and the RF module's) to be configured with compatible settings (baud rate, parity, start bits, stop bits, data bits).

The UART baud rate and parity settings on the XBee module can be configured with the BD and SB commands, respectively. See the command table in Chapter 3 for details.

Anexo E. Tabla 4. Parámetros de comunicación del módulo X-Bbee. RF Modules

Anexo F Hoja Técnica Twido TWDLCAA16DRF

Product data sheet
Characteristics

TWDLCAA16DRF
extendable PLC base Twido - 100..240 V AC
supply - 9 I 24 V DC - 7 O relay



Main	
Range of product	Twido
Product or component type	Compact base controller
Discrete I/O number	16
Discrete input number	9
Discrete input voltage	24 V
Discrete input voltage type	DC
Discrete output number	7 relay
[Us] rated supply voltage	100...240 V AC
Use of slot	Memory cartridge or realtime clock cartridge
Data backed up	Internal RAM lithium 30 days 10 hrs 10 yr
Integrated connection type	Non isolated serial link mini DIN Modbus/character mode master/slave RTU/ASCII RS485 half duplex 38,4 kbit/s Power supply Serial link interface adaptor RS232C/RS485

Complementary

Discrete input logic	Sink or source
Input voltage limits	20.4...28.8 V
Discrete input current	7 mA I0.2 to I0.8 11 mA I0.0 to I0.1
Input impedance	2100 Ohm I0.0 to I0.1 3400 Ohm I0.2 to I0.8
Filter time	35 µs + programmed filter time for I0.0 to I0.5 at state 1 40 µs + programmed filter time for I0.6 to I0.8 at state 1 45 µs + programmed filter time for I0.0 to I0.5 at state 0 150 µs + programmed filter time for I0.6 to I0.8 at state 0
Insulation between channel and internal logic	1500 Vrms for 1 minute
Insulation resistance between channel	None
Minimum load	0.1 mA
Contact resistance	≤ 30000 µOhm
Load current	2 A 240 V AC resistive 30 cyc/mn relay outputs 2 A 30 V DC resistive 30 cyc/mn relay outputs 2 A 240 V AC inductive 30 cyc/mn relay outputs 2 A 30 V DC inductive 30 cyc/mn relay outputs
Mechanical durability	≥ 20000000 cycles relay outputs
Electrical durability	≥ 100000 cycles relay outputs
Current consumption	5 mA 5 V DC at state 0 30 mA 5 V DC at state 1 40 mA 24 V DC at state 1
I/O connection	Non-removable screw terminal block
Network frequency	50/60 Hz
Supply voltage limits	85...264 V
Network frequency limits	47...63 Hz
Power supply output current	0.25 A 24 V DC sensors
Power supply input current	300 mA
Inrush current	≤ 35 A
Protection type	Power protection internal fuse
Power consumption in VA	22 VA 100 V 31 VA 264 V

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Oct 9, 2013



1


Anexo F. Hoja Técnica Twido TWDLCAA16DRF

Insulation resistance	> 10 MOhm at 500 V, between supply and earth terminals > 10 MOhm at 500 V, between I/O and earth terminals
Program memory	2000 instructions
Exact time for 1 K instruction	1 ms
System overhead	0.5 ms
Memory description	Internal RAM 128 internal bits, no floating, no trigonometrical Internal RAM 3000 internal words, no floating, no trigonometrical Internal RAM 64 timers, no floating, no trigonometrical Internal RAM 128 counters, no floating, no trigonometrical Internal RAM double words, no floating, no trigonometrical
Free slots	1
Realtime clock	Without
Counting input number	1 20000 Hz 32 bits 3 5000 Hz 16 bits
Analogue adjustment points	1 point adjustable from 0...1023
Marking	CE
Status LED	1 LED green PWR 1 LED green RUN 1 LED red module error (ERR) 1 LED user pilot light (STAT) 1 LED per channel green I/O status
Product weight	0.25 kg
Environment	
Immunity to microbreaks	10 ms
Dielectric strength	1500 V for 1 minute, between supply and earth terminals 1500 V for 1 minute, between I/O and earth terminals
Product certifications	CSA UL
Ambient air temperature for operation	0...55 °C
Ambient air temperature for storage	-25...70 °C
Relative humidity	30...95 % without condensation
IP degree of protection	IP20
Operating altitude	0...2000 m
Storage altitude	0...3000 m
Vibration resistance	0.075 mm 10...57 Hz 35 mm symmetrical DIN rail 1 gn 57...150 Hz 35 mm symmetrical DIN rail 1.6 mm 2...25 Hz plate or panel with fixing kit 4 gn 25...100 Hz plate or panel with fixing kit
Shock resistance	15 gn 11 ms
RoHS EUR conformity date	0630
RoHS EUR status	Compliant

Anexo F. Tabla 2. Hoja Técnica del PLC Twido TWDLCAA16DRF

Anexo G Hoja Técnica Medidor Multímetro Digital DMK3 Lovato

1180 I GB 0908



LOVATO ELECTRIC S.P.A.
 24020 GORLE (BERGAMO) ITALIA
 VIA DON E. MAZZA, 12
 TEL. 035 4282111
 TELEFAX (Nazionale): 035 4282200
 TELEFAX (International): +39 035 4282400
 Web www.LovatoElectric.com
 E-mail info@LovatoElectric.com

I

MULTIMETRO DIGITALE

DMK 22 e DMK 52 con
Interfaccia seriale RS-485


ADDENDUM

INTRODUZIONE
 Questo è l'addendum del manuale operativo per i multimetri DMK22 e DMK52 con l'interfaccia seriale RS-485 isolata.
 Le caratteristiche tecniche relative all'uscita seriale RS-485 sono elencate nel manuale operativo.

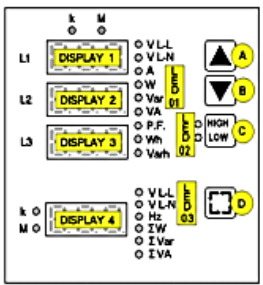
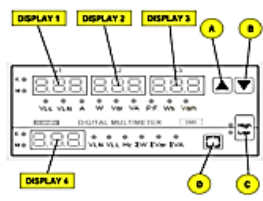
GB

DIGITAL MULTIMETER

DMK 22 and DMK 52 with
RS-485 serial interface



INTRODUCTION
 This is the operation manual addendum for DMK22 and DMK52 multimeters with isolated RS-485 serial interface.
 The technical characteristics for RS-485 interface are specified on the operative manual.

Anexo G. Hoja Técnica Medidor Multímetro Digital DMK3 Lovato

INTERFACCIA SERIALE RS-485

I modelli DMK 22 e DMK 52 sono provvisti di una interfaccia seriale RS-485 half duplex optoisolata. L'impostazione della porta di comunicazione si effettua nel setup del multimetro tramite alcuni parametri dedicati.

IMPOSTAZIONE DEI PARAMETRI

Premere contemporaneamente il pulsanti C e D per 5 secondi. Sul display 1 apparirà il parametro P.01. Premere il tasto D sino alla visualizzazione del parametro P.41 indicato nella tabella sottostante.

TABELLA PARAMETRI

PAR	Funzione	Range	Default
P.41	Indirizzo	1 → 255	1
P.42	Baud rate	OFF 1200 2400 4800 9600 19200	9600
P.43	Parità	0 - nessuna parità 1 - parità dispari 2 - parità pari	0
P.44	Protocollo	0 - ASCII 1 - RTU	1
P.45	Modem	0 - no risposta aut. 1 - risposta aut.	0
P.46	Bit di dati	0 - 7 bit 1 - 8 bit	1

PROTOCOLLO MODBUS® RTU

Se si seleziona il parametro P.14 come protocollo Modbus® RTU, la struttura del messaggio di comunicazione è così costituito:

T1	Indirizzo	Funzione	Dati	CRC	T1
T2	{ 8 bit}	(8 bit)	(N x 8 bit)	(16 bit)	T2
T3					T3

- il campo Indirizzo contiene l'indirizzo dello strumento slave cui il messaggio viene inviato.
- il campo Funzione contiene il codice della funzione che deve essere eseguita dallo slave.
- il campo Dati contiene i dati inviati allo slave o quelli inviati dallo slave come risposta ad una domanda.
- il campo CRC consente sia al master che allo slave di verificare se ci sono errori di trasmissione. Questo consente, in caso di disturbo sulla linea di trasmissione, di ignorare il messaggio inviato per evitare problemi sia dal lato master che slave.
- la sequenza T1 T2 T3 corrisponde al tempo durante il quale non devono essere scambiati dati sul bus di comunicazione, per consentire agli strumenti collegati di riconoscere la fine di un messaggio e l'inizio del successivo. Questo tempo deve essere pari a 3.5 caratteri.

Il multimetro misura il tempo trascorso tra la ricezione di un carattere e il successivo e se questo tempo supera quello necessario per trasmettere 3.5 caratteri, riferiti al baud rate impostato, il prossimo carattere viene considerato l'inizio di un nuovo messaggio.

RS 485 SERIAL INTERFACE

Models DMK22 and DMK 52 have a built-in opto-isolated Half duplex RS-485 serial interface. The communication port setting is obtained through dedicated setup parameters, as follows.

PARAMETER SETTING

Press keys C and D together for 5 seconds. Display 1 will show parameter P.01. Press D key to move to parameter P.41, shown on the following table.

PARAMETERS TABLE

PAR	Function	Range	Default
P.41	Address	1 - 255	1
P.42	Baud rate	OFF 1200 2400 4800 9600 19200	9600
P.43	Parity	0 - No parity 1 - Odd parity 2 - Even parity	0
P.44	Protocol	0 - ASCII 1 - RTU	1
P.45	Modem	0 - no auto response 1 - auto response	0
P.46	Data bits	0 - 7 bit 1 - 8 bit	1

MODBUS® RTU PROTOCOL

If one selects Modbus® RTU protocol for parameter P.14, the communication message has the following structure:

T1	Address	Function	Data	CRC	T1
T2	{ 8 bit}	(8 bit)	(N x 8 bit)	(16 bit)	T2
T3					T3

- The Address field holds the serial address of the slave destination device.
- The Function field holds the code of the function that must be executed by the slave.
- The Data field contains data sent to the slave or data received from the slave in response to a query
- The CRC field allows the master and slave devices to check the message integrity. If a message has been corrupted by electrical noise or interference, the CRC field allows the devices to recognize the error and thereby to ignore the message.
- The T1 T2 T3 sequence corresponds to a time in which data must not be exchanged on the communication bus to allow the connected devices to recognize the end of one message and the beginning of another. This time must be at least 3.5 times the time required to send one character.

The multimeter measures the time that elapse from the reception of one character and the following. If this time exceeds the time necessary to send 3.5 characters at the selected baudrate, then the next character will be considered as the first of a new message.

Anexo G. Tabla 2. Hoja Técnica de la comunicación Modbus del DMK3 Lovato

FUNZIONI MODBUS®

Le funzioni disponibili sono:

04 = Read input register	Consente la lettura delle misure disponibili nel multimetro.
06 = Preset single register	Permette di modificare i parametri del setup
17 = Report slave ID	Permette di leggere informazioni relative al multimetro

Per esempio, se si vuole leggere dal multimetro con indirizzo 8 il valore della tensione concatenata equivalente che si trova alla locazione 16 (10 Hex), il messaggio da spedire è il seguente:

08	04	00	0F	00	02	41	51
----	----	----	----	----	----	----	----

Dove:

08 = indirizzo slave.
 04 = funzione di lettura locazione.
 00 0F = indirizzo della locazione diminuito di un'unità, contenete il valore di tensione concatenata equivalente.
 00 02 = numero di registri da leggere a partire dall'indirizzo 0F.
 4151 = checksum CRC.

La risposta del multimetro è la seguente:

08	04	04	00	00	00	64	63	6A
----	----	----	----	----	----	----	----	----

Dove:

08 = indirizzo del multimetro (Slave 08).
 04 = funzione richiesta dal Master.
 04 = numero di byte inviati dal multimetro.
 00 00 00 64 = valore esadecimale della tensione concatenata equivalente 100 V.
 63 6A = checksum CRC.

FUNZIONE 04: READ INPUT REGISTER

La funzione 04 permette di leggere più grandezze consecutive in memoria. Ogni grandezza è definita come "unsigned long" e quindi occupa 2 registri (4 byte). E' possibile leggere fino a 30 grandezze consecutive.
 L'indirizzo di ciascuna grandezza e' indicato nella Tabella 2 riportata nelle pagine seguenti. Come da standard Modbus®, l'indirizzo specificato nel messaggio va diminuito di 1 rispetto a quello effettivo riportato nella tabella.
 Se l'indirizzo richiesto non è compreso nella tabella o il numero di grandezze richieste è maggiore di 30 il multimetro ritorna un messaggio di errore (vedi tabella errori).

Richiesta Master:

Indirizzo slave	08h
Funzione	04h
MSB Indirizzo registro	00h
LSB Indirizzo registro	09h
MSB Numero registri	00h
LSB Numero registri	08h
MSB CRC	21h
LSB CRC	57h

Nell'esempio vengono richiesti allo slave numero 8, 8 registri consecutivi a partire dall'indirizzo 10h. Quindi vengono letti i registri dall' 10h al 17h. Il comando termina sempre con il valore di checksum CRC.

MODBUS® FUNCTIONS

The available functions are:

04 = Read input register	Allows to read the multimeter measures.
06 = Preset single register	Allows to set the setup parameters
17 = Report slave ID	Allows to read information about the multimeter.

For instance, to read the value of the equivalent phase-to-phase voltage, which resides at location 16 (10 Hex) from the multimeter with serial address 08, the message to send is the following:

08	04	00	0F	00	02	41	51
----	----	----	----	----	----	----	----

Whereas:

08 = slave address
 04 = Modbus® function 'Read input register'
 00 0F = Address of the required register (equivalent phase-to-phase voltage) decreased by one
 00 02 = Number of registers to be read beginning from address 000F
 4151 = CRC Checksum

The multimeter answer is the following:

08	04	04	00	00	00	64	63	6A
----	----	----	----	----	----	----	----	----

Where:

08 = Multimeter address (Slave 08)
 04 = Function requested by the master
 04 = Number of bytes sent by the multimeter
 00 00 00 64 = Hex value of the equivalent phase-to-phase voltage (100 V)
 63 6A = CRC checksum

FUNCTION 04: READ INPUT REGISTER

The Modbus® function 04 allows to read one or more consecutive measures from the slave memory. In this case, each measure is defined as 'unsigned long', so it has a length of 2 registers (4 bytes). It is possible to read up to 30 consecutive measures.

The address of each measure is given in Table 2 (see following pages). As for Modbus® standard, the address in the query message must be decreased by one from the effective address reported in the table.

If the measure address is not included in the table or the number of requested measures exceeds 30 the multimeter will return an error code (see error table)

Master query:

Slave address	08h
Function	04h
MSB address	00h
LSB address	09h
MSB register number	00h
LSB register number	08h
MSB CRC	21h
LSB CRC	57h

In the above example slave 08 is requested for 8 consecutive registers beginning with address 10h. Thus, registers from 10h to 17h will be returned. As usual, the message ends with the CRC checksum.

Anexo G. Tabla 3. Lectura y escritura utilizando el protocolo Modbus del DMK3

Risposta Slave:

Indirizzo slave	08h
Funzione	04h
Numero di byte	10h
MSB Dato 10h	00h
LSB Dato 10h	00h
-----	----
MSB Dato 17h	00h
LSB Dato 17h	00h
MSB CRC	5Eh
LSB CRC	83h

La risposta è composta sempre dall'indirizzo dello slave, dalla funzione richiesta dal Master e dai dati dei registri richiesti. La risposta termina sempre con il valore di checksum CRC.

Il multimetro formatta le misure automaticamente con i coefficienti di k (1000) e M (1000000). Nel protocollo in esame le grandezze vengono trasferite in base all'unità elencata nella Tabella 2 e sono tutte composte da 4 byte.

Per i valori di power factor, $\cos\phi$, potenze attive e reattive, qualora i valori siano negativi viene posto a 1 il bit 31.

Per i valori di $\cos\phi$ per indicare se il valore è capacitivo o induttivo viene posto rispettivamente a 1 o 0 il bit 30.

Se il valore di tensione o corrente sono a zero il valore di power factor e $\cos\phi$ viene inviato con il bit 29 a 1.

FUNZIONE 06: PRESET SINGLE REGISTER

Tale funzione permette di impostare i parametri del setup. I parametri di setup modificati vengono automaticamente salvati nella memoria ritenitiva (EEPROM) e qualora il valore impostato non rientri nel valore minimo e massimo della tabella il multimetro risponderà con un messaggio di errore. Altresi se viene richiesto un parametro ad un indirizzo inesistente verrà risposto con un messaggio di errore. L'indirizzo ed il range valido per i vari parametri può essere trovato nella Tabella 3. Con la funzione 06 e' inoltre possibile eseguire dei comandi (come il reset dei contatori di energia) utilizzando gli indirizzi ed i valori riportati nella Tabella 4.

Richiesta Master:

Indirizzo slave	08h
Funzione	06h
MSB Indirizzo registro	20h
LSB Indirizzo registro	01h
MSB Dato	00h
LSB Dato	0Ah
MSB CRC	53h
LSB CRC	54h

Nell'esempio viene richiesto di modificare il registro 2 (rapporto TA) con il valore 10 (il valore 10 corrisponde a 1.0).

Risposta Slave:

La risposta è un eco della domanda, cioè viene inviato al master l'indirizzo del dato da modificare e il nuovo valore del parametro.

Slave response:

Slave address	08h
Function	04h
Byte number	10h
MSB register 10h	00h
LSB register 10h	00h
-----	----
MSB register 17h	00h
LSB register 17h	00h
MSB CRC	5Eh
LSB CRC	83h

The response is always composed of the slave address, the function code requested by the master and the contents of the requested registers. The answer ends with the CRC.

The multimeter automatically formats the measures with the coefficient of k (1000) and M (1000000). The measures transferred by the protocol are expressed in the unit of measure listed in Table 2, and they are all 4 byte long.

For power factor, $\cos\phi$, active and reactive power reading, when the values are negative, the 31st bit of the value is set to 1.

For $\cos\phi$ values, to indicate capacitive or inductive, the 30th bit is set respectively to 1 or 0.

If voltage or current value is 0, then power factor and $\cos\phi$ values are transmitted with the 29th bit set to 1.

FUNCTION 06: PRESET SINGLE REGISTER

This function allows to set the setup parameters. Modified parameters are automatically saved in the non-volatile EEPROM memory. If the value is not in the correct range, the multimeter will answer with an error message. In the same way, if the parameter address is not recognised, the multimeter will send an error response.

The address and the valid range for each parameter are indicated in Table 3.

With function 06, some commands (like the energy meters reset) can be possibly executed sending the addresses and the values reported in Table 4.

Master message:

Slave address	08h
Function	06h
MSB register address	20h
LSB register address	01h
MSB data	00h
LSB data	0Ah
MSB CRC	53h
LSB CRC	54h

In the above message, the master wants to set the register 2 (CT ratio) to value 10 (i.e. 1.0).

Slave response:

The slave response is an echo to the query, that is the slave sends back to the master the address and the new value of the variable.

Anexo G. Tabla 4. Función Preset Protocolo Modbus del DMK3

FUNZIONE 17: REPORT SLAVE ID

Questa funzione permette di identificare il tipo di strumento.

Richiesta Master.

Indirizzo slave	08h
Funzione	11h
MSB CRC	C6h
LSB CRC	7Ch

Risposta Slave:

Indirizzo slave	08h
Funzione	11h
Numero byte	04h
Dato 1	20h
Dato 2	00h
Dato 3	1Eh
Dato 4	B1h
MSB CRC	38h
LSB CRC	55h

Il Dato1 rappresenta il modello del multimetro, mentre il Dato2 la revisione del software. Il Dato 3 e 4 rappresentano il checksum.

TABELLA ERRORI

Nella seguente tabella vengono riportati i codici di errore inviati dallo slave al master.

01	Funzione non valida
02	Indirizzo registro illegale
03	Valore del parametro di setup fuori range
04	Formato variabile non valido

FUNZIONE 17: REPORT SLAVE ID

This function allows to identify the instrument type.

Master query.

Slave address	08h
Function	11h
MSB CRC	C6h
LSB CRC	7Ch

Slave response:

Slave address	08h
Function	11h
Byte number	04h
Data 1	20h
Data 2	00h
Data 3	1Eh
Data 4	B1h
MSB CRC	38h
LSB CRC	55h

Data1 represents the multimeter type while data2 holds the software revision.

Data 3 and 4 represents checksum data.

ERROR TABLE

The following table shows the error codes that the slave returns in case of invalid queries.

01	Invalid function
02	Invalid register address
03	Parameter value out of bounds
04	Invalid variable format

Anexo G. Tabla 5. Código CRC Protocolo Modbus del DMK3

Anexo H Registro de localidades de memoria del medidor DMK3 Lovato

TABELLA 2: MISURE FORNITE DAL PROTOCOLLO DI COMUNNCAZIONE				TABLE 2: MEASURES SUPPLIED BY SERIAL COMMUNICATION PROTOCOL		
Nr. No.	INDIRIZZO ADDRESS	WORDS	MISURA	MEASURE	UNITA' UNIT	FORMATO FORMAT
1	02h	2	Tensione di fase L1	L1 Phase voltage	V	Unsigned long
2	04h	2	Tensione di fase L2	L2 Phase voltage	V	Unsigned long
3	06h	2	Tensione di fase L3	L3 Phase voltage	V	Unsigned long
4	08h	2	Tensione di fase equivalente	Total phase voltage	V	Unsigned long
5	0ah	2	Tensione concatenata L1-L2	L1-L2 phase-to-phase voltage	V	Unsigned long
6	0ch	2	Tensione concatenata L2-L3	L2-L3 phase-to-phase voltage	V	Unsigned long
7	0eh	2	Tensione concatenata L3-L1	L3-L1 phase-to-phase voltage	V	Unsigned long
8	10h	2	Tensione di linea equivalente	Equivalent line voltage	V	Unsigned long
9	12h	2	Corrente di fase L1	L1 Phase current	A / 100	Unsigned long
10	14h	2	Corrente di fase L2	L2 Phase current	A / 100	Unsigned long
11	16h	2	Corrente di fase L3	L3 Phase current	A / 100	Unsigned long
12	18h	2	Corrente equivalente Ⓢ	Equivalent current Ⓢ	A / 100	Unsigned long
13	1Ah	2	Potenza attiva equivalente	Total active power	W	Unsigned long
14	1Ch	2	Potenza reattiva equivalente	Total reactive power	Var	Unsigned long
15	1Eh	2	Potenza apparente equivalente	Total apparent power	VA	Unsigned long
16	-	-	-	-	-	-
17	22h	2	Energia attiva importata	Active energy (import)	Wh * 100	Unsigned long
18	-	-	-	-	-	-
19	26h	2	Energia reattiva importata	Reactive energy (import)	Varh * 100	Unsigned long
20	-	-	-	-	-	-
21	2Ah	2	Potenza attiva di fase L1	L1 Phase active power	W	Unsigned long
22	2Ch	2	Potenza attiva di fase L2	L2 Phase active power	W	Unsigned long
23	2Eh	2	Potenza attiva di fase L3	L3 Phase active power	W	Unsigned long
24	30h	2	Potenza reattiva di fase L1	L1 Phase reactive power	Var	Unsigned long
25	32h	2	Potenza reattiva di fase L2	L2 Phase reactive power	Var	Unsigned long
26	34h	2	Potenza reattiva di fase L3	L3 Phase reactive power	Var	Unsigned long
27	36h	2	Potenza apparente di fase L1	L1 apparent power	VA	Unsigned long
28	38h	2	Potenza apparente di fase L2	L2 apparent power	VA	Unsigned long
29	3Ah	2	Potenza apparente di fase L3	L3 apparent power	VA	Unsigned long
30	3Ch	2	Fattore di potenza L1	L1 Power factor		Unsigned long
31	3Eh	2	Fattore di potenza L2	L2 Power factor		Unsigned long
32	40h	2	Fattore di potenza L3	L3 Power factor		Unsigned long
33	42h	-	-	-	-	-
34	44h	-	-	-	-	-
35	46h	-	-	-	-	-
36	48h	2	Frequenza	Frequency	Hz / 10	Unsigned long
37	4Ah	-	-	-	-	-
38	4Ch	-	-	-	-	-
39	4Eh	-	-	-	-	-
40	50h	-	-	-	-	-
41	52h	-	-	-	-	-
42	54h	-	-	-	-	-
43	56h	-	-	-	-	-
44	58h	-	-	-	-	-
45	5Ah	-	-	-	-	-
46	5Ch	-	-	-	-	-
47	5Eh	-	-	-	-	-
48	60h	-	-	-	-	-
49	62h	-	-	-	-	-
50	64h	-	-	-	-	-
51	66h	-	-	-	-	-
52	68h	-	-	-	-	-

Ⓢ Queste misure non vengono visualizzate sul display del multimetro

Ⓢ These measures are not viewed on the multimeter displays.

Continua

Continued

Anexo H. Registro de localidades de memoria del medidor DMK3 Lovato

TABELLA 2 (continua)				TABLE 2 (continuation)			
Nr. No.	INDIRIZZO ADDRESS	WORDS	MISURA	MEASURE	UNITA' UNIT	FORMATO FORMAT	
53	6Ah	-	-	-	-	-	
54	6Ch	-	-	-	-	-	
55	6Eh	-	-	-	-	-	
56	70h	-	-	-	-	-	
57	72h	-	-	-	-	-	
58	74h	-	-	-	-	-	
59	76h	-	-	-	-	-	
60	78h	-	-	-	-	-	
61	7Ah	-	-	-	-	-	
62	7Ch	-	-	-	-	-	
63	7Eh	-	-	-	-	-	
64	80h	-	-	-	-	-	
65	82h	-	-	-	-	-	
66	84h	2	High Tensione di fase L1	High L1 Phase voltage	V	Unsigned long	
67	86h	2	High Tensione di fase L2	High L2 Phase voltage	V	Unsigned long	
68	88h	2	High Tensione di fase L3	High L3 Phase voltage	V	Unsigned long	
69	8Ah	2	High Corrente di fase L1	High L1 Phase current	A / 100	Unsigned long	
70	8Ch	2	High Corrente di fase L2	High L2 Phase current	A / 100	Unsigned long	
71	8Eh	2	High Corrente di fase L3	High L3 Phase current	A / 100	Unsigned long	
72	90h	2	High potenza attiva totale importata	High total active power (import)	W	Unsigned long	
73	92h	-	-	-	-	-	
74	94h	2	High potenza reattiva totale importata	High total reactive power (import)	Var	Unsigned long	
75	96h	-	-	-	-	-	
76	98h	2	High potenza apparente totale	High total apparent power	VA	Unsigned long	
77	9Ah	2	Low Tensione di fase L1	Low L1 Phase voltage	V	Unsigned long	
78	9Ch	2	Low Tensione di fase L2	Low L2 Phase voltage	V	Unsigned long	
79	9Eh	2	Low Tensione di fase L3	Low L3 Phase voltage	V	Unsigned long	
80	A0h	2	Low Corrente di fase L1	Low L1 current	A / 100	Unsigned long	
81	A2h	2	Low Corrente di fase L2	Low L2 current	A / 100	Unsigned long	
82	A4h	2	Low Corrente di fase L3	Low L3 current	A / 100	Unsigned long	
83	A6h	2	Low potenza attiva totale importata	Low total active power (import)	W	Unsigned long	
84	A8h	-	-	-	-	-	
85	AAh	2	Low potenza reattiva totale importata	Low total reactive power (import)	Var	Unsigned long	
86	ACh	-	-	-	-	-	
87	A Eh	2	Low potenza apparente totale	Low total apparent power	VA	Unsigned long	
88	B0h	2	Max corrente di fase L1 ⚡	Max L1 current ⚡	A / 100	Unsigned long	
89	B2h	2	Max corrente di fase L2 ⚡	Max L2 current ⚡	A / 100	Unsigned long	
90	B4h	2	Max corrente di fase L3 ⚡	Max L3 current ⚡	A / 100	Unsigned long	
91	B6h	2	Max potenza attiva totale ⚡	Max total active power ⚡	W	Unsigned long	
92	B8h	-	-	-	-	-	
93	BAh	-	-	-	-	-	
94	BCh	-	-	-	-	-	
95	BEh	-	-	-	-	-	
96	C0h	-	-	-	-	-	
97	C2h	-	-	-	-	-	
98	C4h	-	-	-	-	-	
99	C6h	-	-	-	-	-	
100	C8h	-	-	-	-	-	
101	CAh	-	-	-	-	-	
102	CCh	-	-	-	-	-	
103	CEh	-	-	-	-	-	
104	D0h	-	-	-	-	-	
105	D2h	-	-	-	-	-	
106	D4h	-	-	-	-	-	

Anexo H. Tabla 2. Asignación de los datos en las localidades de memoria del DMK 3

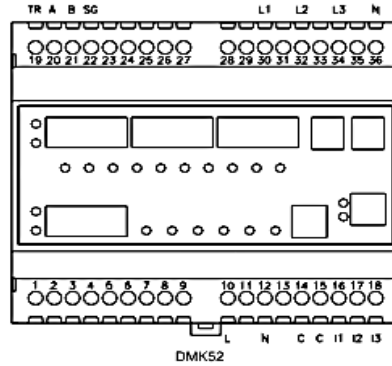
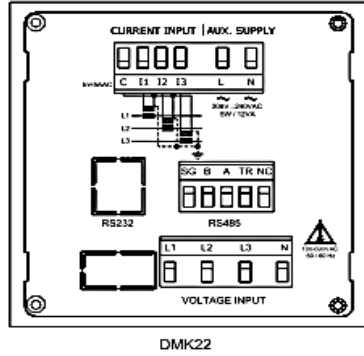
TABELLA 2 (continua)				TABLE 2 (continuation)			
Nr. No.	INDIRIZZO ADDRESS	WORDS	MISURA	MEASURE	UNITA' UNIT	FORMATO FORMAT	
215	1AEh	-	-	-	-	-	
216	1B0h	-	-	-	-	-	
217	1B2h	-	-	-	-	-	
218	1B4h	-	-	-	-	-	
219	1B6h	-	-	-	-	-	
220	1B8h	-	-	-	-	-	
221	1BAh	-	-	-	-	-	
222	1BCh	-	-	-	-	-	
223	1BEh	-	-	-	-	-	
224	1C0h	-	-	-	-	-	
225	1C2h	-	-	-	-	-	
226	1C4h	-	-	-	-	-	
227	1C6h	-	-	-	-	-	
228	1C8h	-	-	-	-	-	
229	1CAh	-	-	-	-	-	
230	1CCh	-	-	-	-	-	
231	1CEh	-	-	-	-	-	
232	1D0h	-	-	-	-	-	
233	1D2h	-	-	-	-	-	
234	1D4h	2	Corrente integrata L1 ⓘ	Current demand L1 ⓘ	A / 100	Unsigned long	
235	1D6h	2	Corrente integrata L2 ⓘ	Current demand L2 ⓘ	A / 100	Unsigned long	
236	1D8h	2	Corrente integrata L3 ⓘ	Current demand L3 ⓘ	A / 100	Unsigned long	
237	1DAh	2	Potenza attiva integrata totale ⓘ	Total active power demand ⓘ	W	Unsigned long	
238	1DCh	-	-	-	-	-	
239	200h	2	Sbilanciamento di tensione ⓘ	Voltage unbalance ⓘ	%	Unsigned long	
240	202h	2	Sbilanciamento correnti ⓘ	Current unbalance ⓘ	%	Unsigned long	

TABELLA 3: PARAMETRI DI SETUP				TABLE 3: SETUP PARAMETERS				
Nr. No.	INDIRIZZO ADDRESS	WORDS	MISURA	MEASURE	MIN	MAX	DEC	FORMATO FORMAT
1	2002h	1	Rapporto trasformatore TA esterno	External CT transformer ratio	1.0	2000.0	1	Unsigned integer
2	2004h	1	Medie per calcolo valori in average	Average value	2	50	0	Unsigned integer
3	2006h	1	Sistema di collegamento	System connection	1	3	0	Unsigned integer
4	2008h	1	Acquisizione Frequenza	Frequency acquisition	0	2	0	Unsigned integer
5	200Ah	1	Preset misura display 1-2-3	Display 1-2-3 measure preset	1	9	1	Unsigned integer
6	200Ch	1	Preset misura display 4	Display 4 measure preset	1	6	1	Unsigned integer
7	200Eh	1	Ritardo di preset	Preset time delay	OFF	250	60	Unsigned integer
11	2010h	1	Tempo di integrazione valori max.	Max value integration time	1	60	0	Unsigned integer
21	2012h	1	Indirizzo porta seriale	Serial address	1	248	0	Unsigned integer
22	2014h	1	Baud rate porta seriale	Baud rate	0	5	0	Unsigned integer
23	2016h	1	Parita' porta seriale	Parity	0	2	0	Unsigned integer
24	2018h	1	Protocollo	Protocol	0	1	1	Unsigned integer
25	201Ah	1	Risposta automatica modem	Modem auto response	0	1	0	Unsigned integer
26	201Ch	1	Bit di dati	Data bits	0	2	0	Unsigned integer

TABELLA 4: COMANDI				TABLE 4: COMMANDS		
Nr. No.	INDIRIZZO ADDRESS	WORDS	COMANDO	COMMAND	VALORE VALUE	FORMATO FORMAT
1	2400h	1	Azzerare contatori energie	Clears energy meters	1	Unsigned integer
			Azzerare valori funzione HIGH	Clears HIGH function values	2	
			Azzerare valori funzione LOW	Clears LOW function values	3	
			Azzerare valori funzione MAX	Clears MAX function values	4	
2	2404h	1	Resetta multimetro	Resets multimeter	1	Unsigned integer
3	2406h	1	Salva parametri in EEPROM	Save parameters into EEPROM	1	Unsigned integer
4	2502h	1	Parametri default	Default parameters	1	Unsigned integer

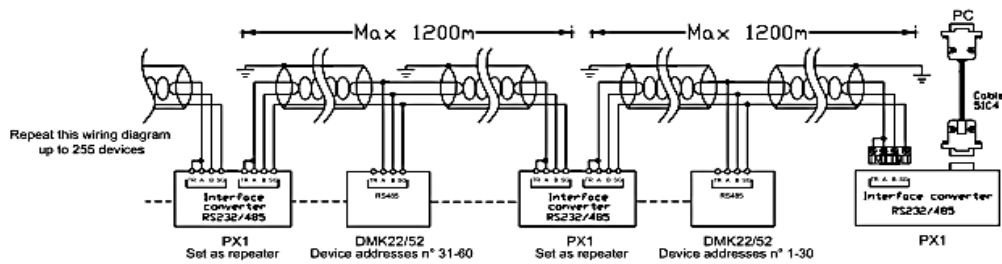
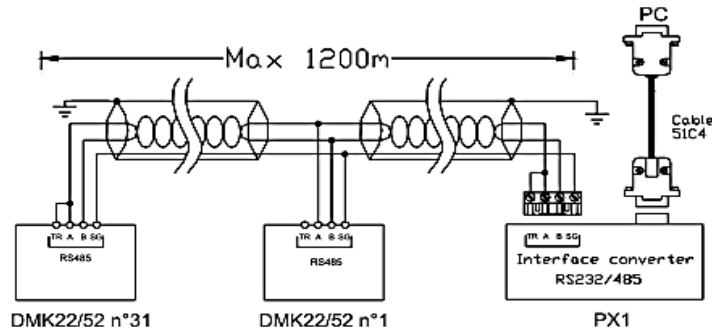
Anexo H. Tabla 3. Asignación de los datos en las localidades de memoria del DMK 3

SCHEMI DI COLLEGAMENTO - WIRING DIAGRAMS



Connessione PC-DMK, mediante interfaccia RS485

PC-DMK connection through RS485 interface



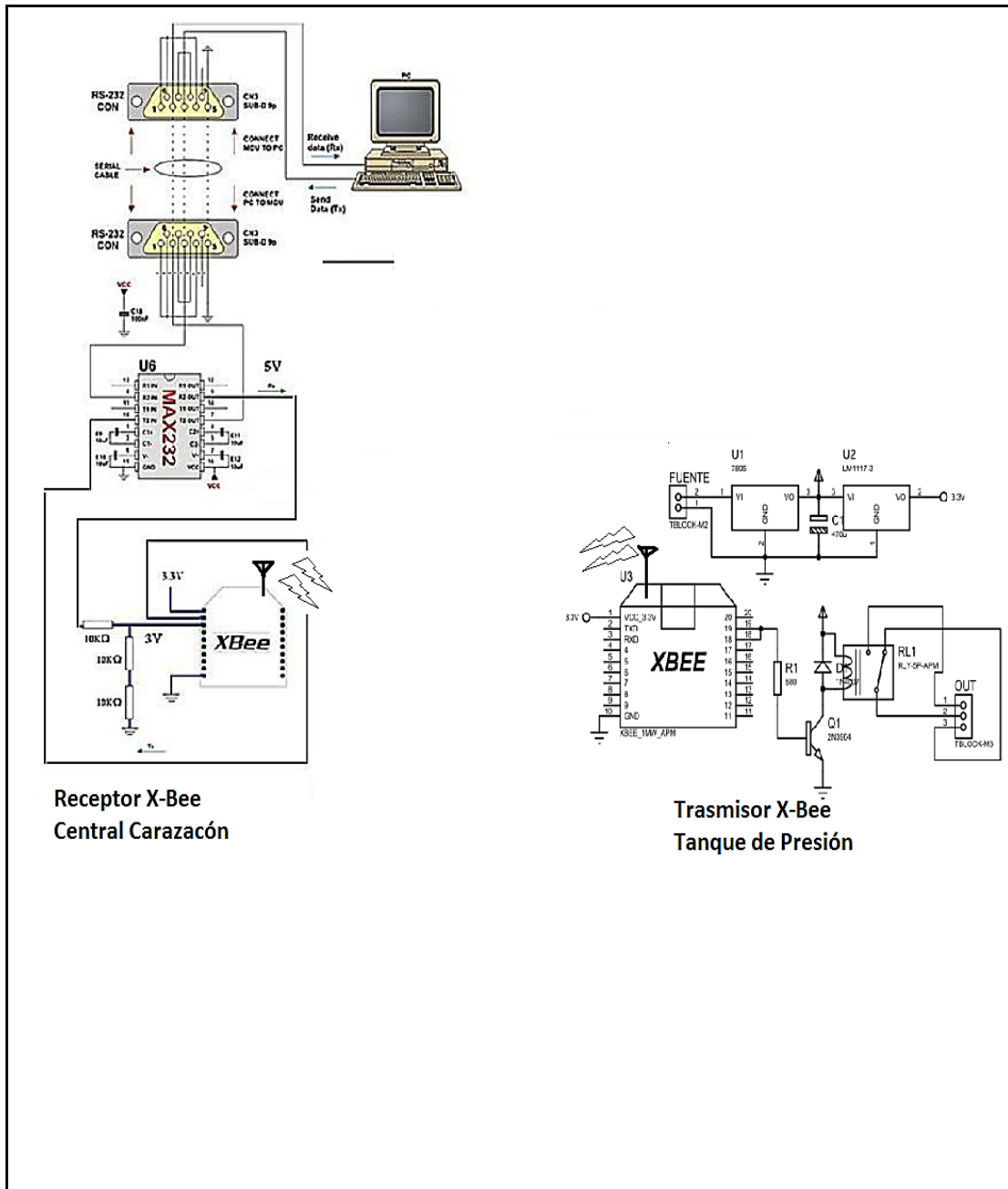
Controllo remoto - Remote control

Codici ordinazione Order code	Descrizione Description	Peso kg Wt [kg]
4PX1 (1)	Convertitore RS232/RS-485 galvanicamente isolato alimentatore 220...240Vac. <i>RS-232/RS-485 opto-isolated converter drive 220...240VAC supply</i>	0.600
51C4	Cavo di connessione PC ↔ Convertitore RS232/RS-485 lunghezza 1,80 metri. <i>PC ↔ RS-232/RS-485 converter drive connection cable, 1.8 meters long</i>	0.147
(1)	Convertitore da tavolo RS232/RS-485 optoisolato, 38.400 Baud-rate max, gestione automatica o manuale della linea di TRASMITE, alimentazione 220...240VAC ±10% Disponibile versione 110...120VAC a richiesta). <i>RS-232/RS-485 opto-isolated converter drive, 38,400 Baud-rate max, automatic or manual TRANSMIT line supervision, 220...240VAC ±10% supply (possible 110...120VAC on request).</i>	

ILovato

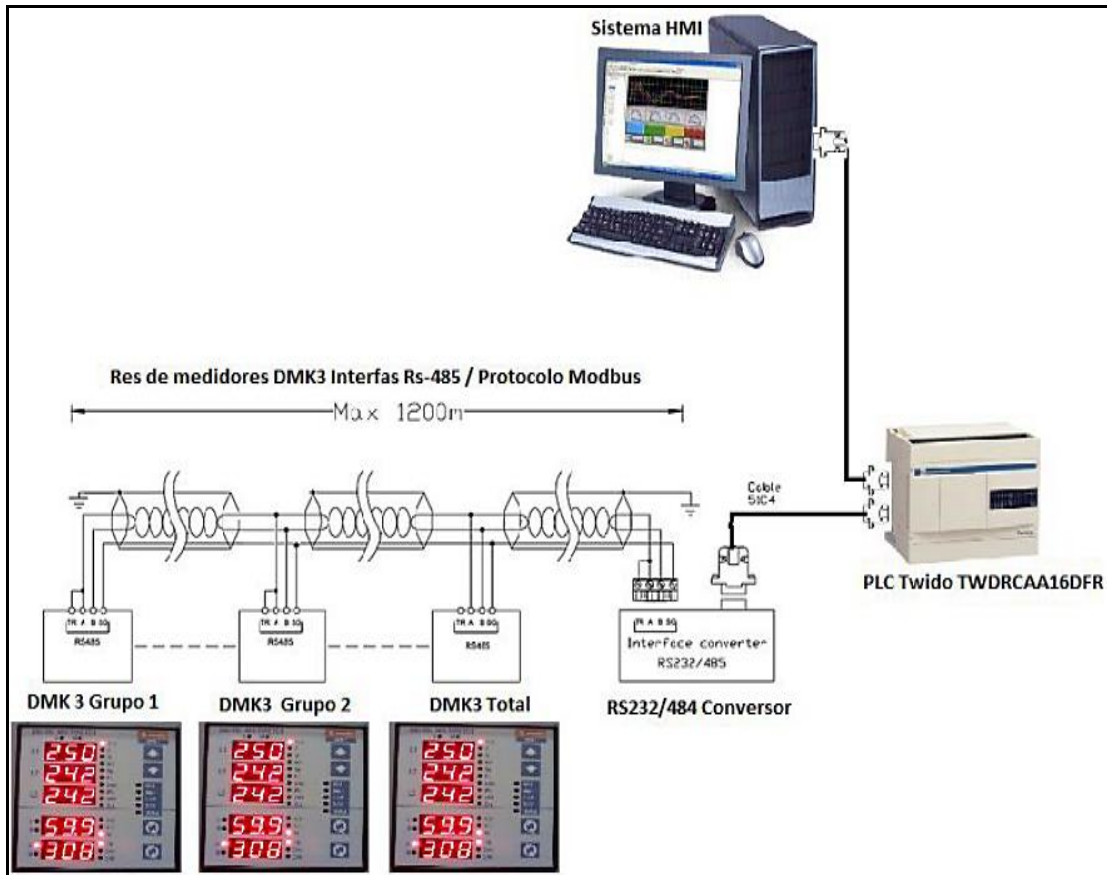
Anexo H. Tabla 4. Diagrama de conexión medidor DMK 3

Anexo I Esquema de conexiones Trasmisor - Receptor X-Bee



Anexo I. Esquema de conexiones Trasmisor - Receptor X-Bee

Anexo J Diagrama de Conexiones Multímetro digital DMK3



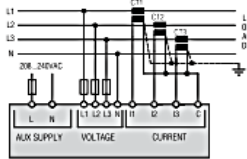
Anexo J. Diagrama de Conexiones Multímetro digital DMK3

SCHEMI DI INSERZIONE DMK 21-22

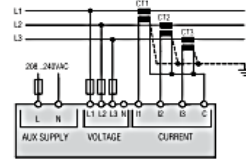
WIRING DIAGRAMS DMK 21-22

SCHEMAS DE CABLAGE DMK 21-22

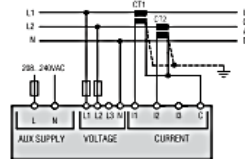
ESQUEMAS DE INSERIONES DMK 21-22



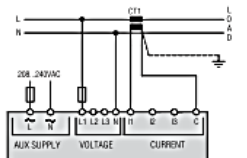
Trifase con neutro
 Parametro P.03 = 3ph (impostazione di fabbrica)
Three-phase with neutral
 Parameter P.03 set to 3ph (default factory setting)
 Triphasé avec le neutre
 Paramètre P.03 = 3ph (par défaut)
Trifásico con neutro
 Parámetro P.03 = 3ph (ajuste de fábrica)



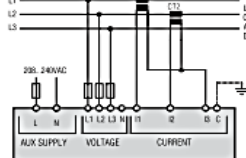
Trifase senza neutro
 Parametro P.03 = 3ph (impostazione di fabbrica)
Three-phase without neutral
 Parameter P.03 set to 3ph (default factory setting)
 Triphasé sans le neutre
 Paramètre P.03 = 3ph (par défaut)
Trifásico sin neutro
 Parámetro P.03 = 3ph (ajuste de fábrica)



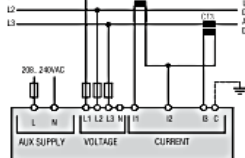
Bifase
 Parametro P.03 = 2ph
Two-phase
 Parameter P.03 set to 2ph
 Biphassé
 Paramètre P.03 = 2ph
Bifásico
 Parámetro P.03 = 2ph



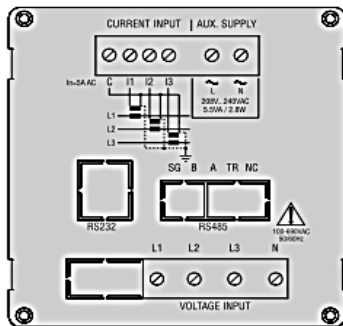
Monofase
 Parametro P.03 = 1ph
Single-phase
 Parameter P.03 set to 1ph
 Monophasé
 Paramètre P.03 = 1ph
Monofásico
 Parámetro P.03 = 1ph



Trifase senza neutro
Misura corrente con inserzione Aron
 Parametro P.03 = 3ph (impostazione di fabbrica)
Three-phase without neutral
Current input with Aron wiring configuration
 Parameter P.03 set to 3ph (default factory setting)
 Triphasé sans le neutre
Mesure du courant avec configuration Aron
 Paramètre P.03 = 3ph (par défaut)
Trifásico sin neutro
Medida de corriente configuración Aron
 Parámetro P.03 = 3ph (ajuste de fábrica)



Trifase senza neutro
Misura corrente con inserzione Aron
 Parametro P.03 = 3ph (impostazione di fabbrica)
Three-phase without neutral
Current input with Aron wiring configuration
 Parameter P.03 set to 3ph (default factory setting)
 Triphasé sans le neutre
Mesure du courant avec configuration Aron
 Paramètre P.03 = 3ph (par défaut)
Trifásico sin neutro
Medida de corriente configuración Aron
 Parámetro P.03 = 3ph (ajuste de fábrica)



NOTA IMPORTANTE PER LA MISURA DELLA CORRENTE CON INSERZIONE ARON
 Con questa configurazione, l'accuratezza della misura di corrente della fase senza TA, passa da $\pm 0,25\%$ f.s. ± 1 digit a $\pm 0,75\%$ f.s. ± 1 digit.

IMPORTANT NOTE ABOUT ARON WIRING CONFIGURATION
 This configuration decreases current measurement accuracy of the phase without CT from $\pm 0,25\%$ full scale ± 1 digit to $\pm 0,75\%$ full scale ± 1 digit.

NOTA IMPORTANTE DE LA CONFIGURATION ARON
 Avec cette configuration, l'exactitude de la mesure du courant de phase sans TI passe de $\pm 0,25\%$ pleine échelle ± 1 chiffre à $\pm 0,75\%$ pleine échelle ± 1 chiffre.

NOTA IMPORTANTE SOBRE CONFIGURATION ARON
 Con esta configuración, la precisión de la medida de corriente de fase sin TA cambia de $\pm 0,25\%$ f.e. ± 1 dígito a $\pm 0,75\%$ f.e. ± 1 dígito.


Note: CT = TA = Trasformatore di corrente.

Note: CT = Current transformer.

Note: CT = T.I.: Transformateur de courant.


Note: CT = TC = Transformador de corriente.

Anexo K. Manual de Operación del Sistema HMI

 <p>ELEPCO S.A. Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.</p>	<p>PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HMI UTILIZANDO DISPOSITIVOS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS Y COMUNICACIONES INALÁMBRICAS PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA "CATAZACON" DEL CANTÓN PANGUA PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI ELEPCO S.A."</p>	
Doc. N°: 1	INSTRUCTIVO PARA EL MANEJO DEL SOFTWARE LABVIEW PARA LA CENTRAL DE GENERACIÓN DE CATAZACON	Página 2 de 10

Rev. N°	Original por	Revisado por	Aprobado:	Fecha
A	DAVID UGSHA LUIS UGSHA	ING. WILSON TRAVEZ ING. MIGUEL LUCIO	ING. WILSON TRAVEZ ING. MIGUEL LUCIO	
	EGRESADOS DE LA ESPE LATACUNA	DIRECTOR CODIRECTOR	DIRECTOR CODIRECTOR	

Anexo K. Manual de Operación del Sistema HMI

 <p>ELEPCO S.A. Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.</p>	<p>PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HMI UTILIZANDO DISPOSITIVOS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS Y COMUNICACIONES INALÁMBRICAS PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA "CATAZACON" DEL CANTÓN PANGUA PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI ELEPCO S.A."</p>	
<p>Doc. N°: 1</p>	<p>INSTRUCTIVO PARA EL MANEJO DEL SOFTWARE LABVIEW PARA LA CENTRAL DE GENERACIÓN DE CATAZACON</p>	<p>Página 2 de 10</p>

CONTENIDO

1.0 ALCANCE 3


2.0 DEFINICIÓN 3

3.0 REFERENCIAS 4

4.0 RESPONSABILIDADES 4

5.0 PROCEDIMIENTOS DE MANEJO DE SOFTWARE 5

Anexo K. Manual de Operación del Sistema HMI

	<p>PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HMI UTILIZANDO DISPOSITIVOS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS Y COMUNICACIONES INALÁMBRICAS PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA "CATAZACON" DEL CANTÓN PANGUA PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI ELEPCO S.A."</p>	
<p>Doc. N°: 1</p>	<p>INSTRUCTIVO PARA EL MANEJO DEL SOFTWARE LABVIEW PARA LA CENTRAL DE GENERACIÓN DE CATAZACON</p>	<p>Página 2 de 10</p>

1 ALCANCE

El propósito de este procedimiento es establecer los métodos para el manejo adecuado de software instalado para la monitorización de los parámetros eléctricos de generación, así como también de los parámetros de temperatura de los generadores

2 DEFINICIONES


EMPRESA: ELEPCO S.A.

ELABORADO: DAVID UGSHA.
LUIS UGSHA.

CASA DE MÁQUINAS: CENTRO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

CCM: CENTRO DE CONTROL DE GENERADORES

Anexo K1. Manual de Operación del Sistema HMI

	<p>PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HMI UTILIZANDO DISPOSITIVOS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS Y COMUNICACIONES INALÁMBRICAS PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA "CATAZACON" DEL CANTÓN PANGUA PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI ELEPCO S.A."</p>	
<p>Doc. N°: 1</p>	<p>INSTRUCTIVO PARA EL MANEJO DEL SOFTWARE LABVIEW PARA LA CENTRAL DE GENERACIÓN DE CATAZACON</p>	<p>Página 2 de 10</p>


3 REFERENCIAS

- Socializar el presente documento con el personal de operación o de mantenimiento de la central de CATAZACON.

4 RESPONSABILIDADES

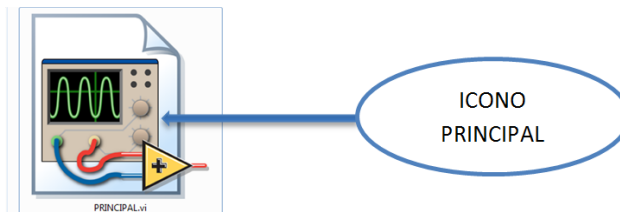
- Este procedimiento deberá iniciarse por los operadores de la central CATAZACON.
- El departamento de mantenimiento será responsable de supervisar todas las actividades requeridas conforme al presente procedimiento.
- El ente elaborador del instructivo de manejo del software deberá proporcionar la mano de obra, herramientas e información acerca del software, así mismo, serán responsable de la inspección del uso y los registros que de ella se deriven.
- El software se instalara en el ordenador que se encuentra en el CCM.
- Cualquier desviación de los criterios que se indican en la especificación se notificarán para su solución antes de la instalación.

Anexo K. Manual de Operación del Sistema HMI

	<p>PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HMI UTILIZANDO DISPOSITIVOS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS Y COMUNICACIONES INALÁMBRICAS PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA "CATAZACON" DEL CANTÓN PANGUA PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI ELEPCO S.A."</p>	
<p>Doc. N°: 1</p>	<p>INSTRUCTIVO PARA EL MANEJO DEL SOFTWARE LABVIEW PARA LA CENTRAL DE GENERACIÓN DE CATAZACON</p>	<p>Página 2 de 10</p>

5 PROCEDIMIENTO

- a) Socializar el presente documento con el personal de operación o de mantenimiento de la central de CATAZACON.
- b) Encender el ordenador.
- c) Verificar que el TOP SERVER se encuentre encendido y debidamente operando
- d) Identificar el icono "PRINCIPAL" que se encuentra ubicado en la pantalla del ordenador.



Anexo K. Manual de Operación del Sistema HMI

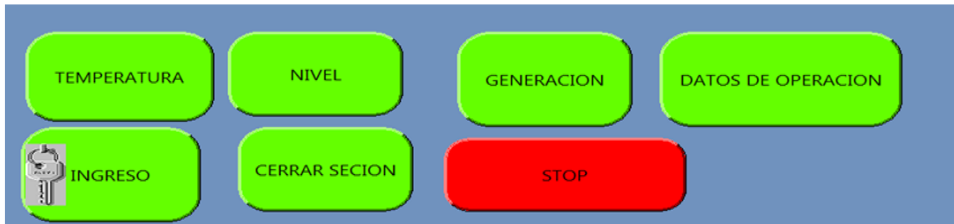
- e) Una vez identificado abrir el software, y se desplegará una pantalla como se muestra continuación.



- f. Ubicar la pestaña “INGRESO” ingresar el nombre y contraseña:



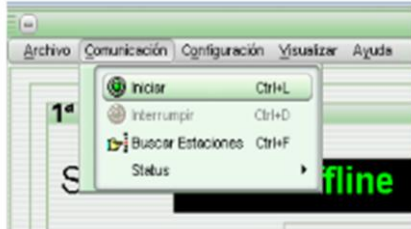
- g. una vez ingresado correctamente se procede a acceder a cualquier parámetro que se encuentra en la pantalla principal como son:



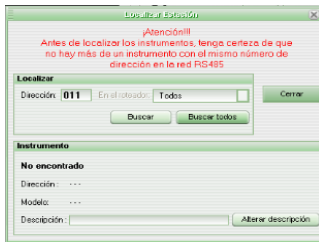
Anexo K. Manual de Operación del Sistema HMI

h. En el icono **TEMPERATURA** nos indicara los valores de temperatura de los dos generadores que existen el a central CATAZACON.

a. En el menú barra de herramientas ubicar el puntero en **COMUNICACIÓN** y luego dar un clic en **INICIAR**.



i. Se desplegara la siguiente pantalla y dar un clic el **BUSCAR**.



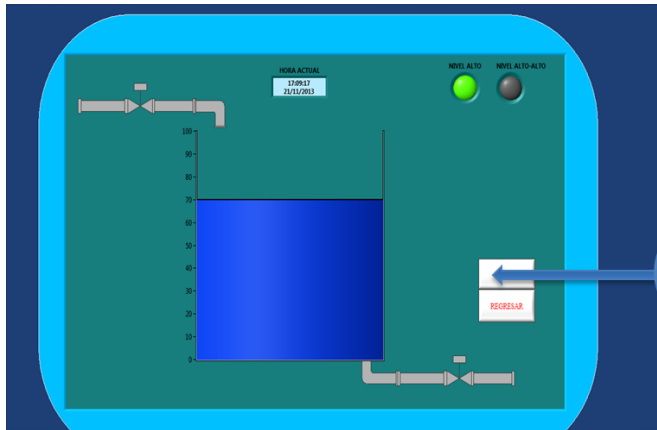
j. Se desplegara la siguiente pantalla con las temperaturas de los seis controladores de temperatura.

The main HMI dashboard for 'Estación 6'. It features three stage status panels: '1ª etapa' (Calefacción, Temp Control: 22 °C), '2ª Etapa' (Alarma extra rango, Min: 21 °C, Max: 27 °C), and '3ª Etapa' (Refrigeración, Temp Control: 25 °C). A central 'TEMPERATURA (°C)' display shows '41'. To the right, there are 'SALIDAS' (OUT1, OUT2, OUT3, BUZZ) and 'Alarmas' (Virtual) controls. A 'SENSOR' section shows 'PT-100' with 'Parámetros' access. The top right features the 'MT-543R plus Sitrad' logo. At the bottom, a table lists 'Unidad en realce' (Estación 6) with various status indicators and a table of station data.

Direc	Descripción	Temp	Out1	Out2	Out3	Buzz	Alarmas	1ª etapa	Point 1	2ª Etapa	3ª Etapa	Buzzer
002	Estación 2	28	Desc	Con	Desc	Desc	--3	Refrigeración	60	Alarma extra rango	Refrigeración	Alarma extra rango
003	Estación 3	27	Desc	Desc	Desc	Desc	---	Refrigeración	65	Alarma extra rango	Refrigeración	Alarma extra rango
004	Estación 4	47	Desc	Desc	Desc	Desc	---	Calefacción	23	Calefacción	Calefacción	Alarma extra rango
005	Estación 5	46	Desc	Desc	Con	Desc	--3	Calefacción	23	Alarma extra rango	Refrigeración	Alarma extra rango

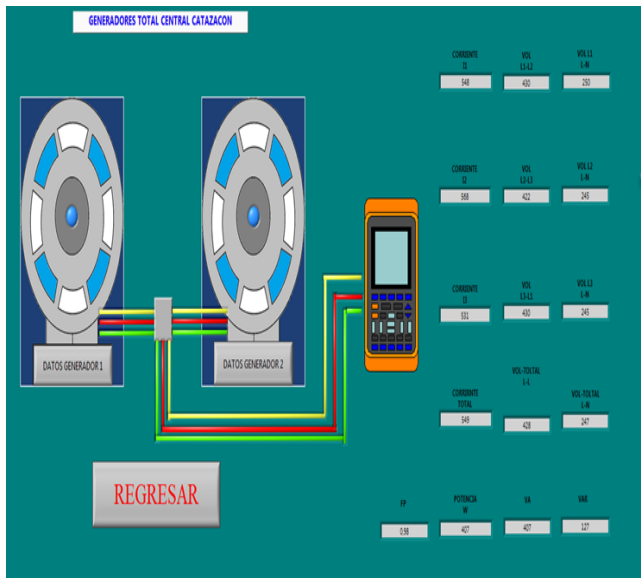
Anexo K. Manual de Operación del Sistema HMI

- k. En el icono **NIVEL** nos mostrara el nivel de agua del tanque de presión, cabe resaltar que el nivel crítico del tanque es cuando se encuentra en un nivel bajo el cual puede causar una disminución de presión para las turbinas, por este motivo se realizó un sistema de alarma el cual permite saber si en nivel ha disminuido.



Tanque de presión

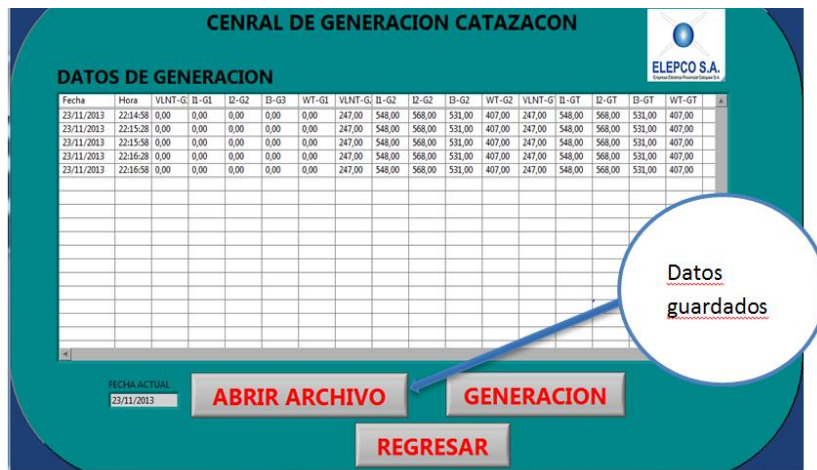
- l. En el icono **GENERACIÓN** indica los valores de voltajes, corrientes, potencia de los generadores G1 Y G2 de la central CATAZACON.



Datos de generación

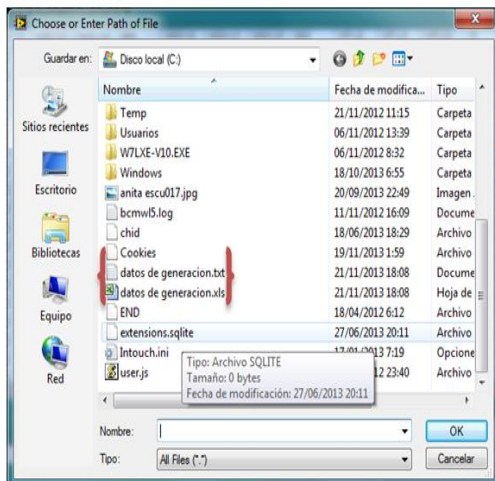
Anexo K. Manual de Operación del Sistema HMI

- m. En el icono **DATOS DE GENERACIÓN** indica los valores de voltajes, corrientes, potencia de los generadores G1 Y G2 de la central CATAZACON en una pantalla donde se puede seleccionar el tipo de archivo en donde se guarda los datos.



Los datos se guardan en extensión .txt y de igual forma en .xls, esto permite tener un respaldo mayor de la base de datos.

Dado doble se abre los archivos.



Anexo K. Manual de Operación del Sistema HMI

Datos guardados en archivo .txt

Datos guardados en archivo .xls

n. En el icono **CERRAR SECCION** sirve como una restricción para que solo los operadores puedan acceder.

o. En el icono **STOP** permite apagar al programa.

p. En caso de una repentina perdida de energía el cual pudiere apagar al ordenador se procede a inicializar de nuevo siguiendo los pasos anteriores.

Anexo K. Manual de Operación del Sistema HMI

Latacunga, Diciembre del 2013

AUTORÍA

ELABORADO POR:

David Miguel Ugsha Guanotasig

CC: 0503018640

Luis Javier Ugsha Guanotasig

CC: 0503156028

APROBADO POR:

Ing. José Bucheli

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICADO POR:

Dr. Rodrigo Vaca

SECRETARIO ACADÉMICO

UNIDAD ADMISIÓN Y REGISTRO