

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

**CONTROL DE INTERRUPTOR DE BARRA DE SINCRONISMO Y CONTROL DE
LLENADO PARA SUMINISTRO DE PETRÓLEO DE GRUPOS ELECTRÓGENOS**

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Ingeniería de Ejecución
en control e instrumentación Industrial

Alumno:
Iván Salgado Vergara

Profesor guía:
Sr. Ricardo Vera González

DEDICATORIA

“Quiero agradecer y dedicar el trabajo a Dios, que en momentos de angustias y tristeza me he fortalecido gracias a él.

A Katherine, mi esposa y a mi hijo Esteban les agradezco su por todo su amor, su comprensión, su paciencia y por disculparme las veces que me ausente por realizar este proyecto y poder terminar este proceso. A mis padres por sus consejos, el apoyo constante, por los buenos valores que me entregaron y por sus buenos ejemplos que han mostrado.

Finalmente quiero agradecer a quienes fueron participe de esta etapa, a quienes me enseñaron con humildad que es el trabajo, que a pesar de las dificultades hicieron del día a día la paz y la alegría. Gracias compañeros del taller de electricidad del Hospital Guillermo Grant Benavente por su amistad y todo su apoyo.”

RESUMEN

KEYWORDS: PROPUESTA. RESPALDO, CONFIABILIDAD, ABILIDAD, COMBUSTIBLE, ELECTRICIDAD, GENERADORES, HOSPITAL, REGIONAL.

En el siguiente trabajo se realizó el desarrollo de una propuesta de mejoramiento para el sistema de respaldo de energía eléctrica centrado en el funcionamiento del interruptor de la barra de sincronismo para optimizar la marcha de los grupos electrógenos y el suministro de petróleo de estos, en el centro de atención ambulatoria del hospital regional Guillermo Grant Benavente de la ciudad de Concepción.

Esto ya que en emergencias ocurridos en zonas aledañas a desabastecido eléctricamente al hospital y este a concurrido a su sistema de grupos electrógenos para energizar las dependencias clínicas, y que en ocasiones se ha retrasado el respaldo energético por falla de uno de sus generadores.

El sistema de suministro de combustibles se requiere una mejora debido a que no cumple con los requisitos de ministerio de vivienda y urbanismo.

Se realizó la recopilación de información y se determinó necesaria la modificación del control de la puesta en marcha de los grupos electrógenos realizado por la empresa representante de los equipos y también para realizar un control de suministro de petróleo que tenga por objetivo alertar siempre su nivel de combustible.

Para cumplir con el desarrollo de las propuestas se determinó como objetivo realizar un sistema de control distribuido, en donde se requiere configurar controladores lógicos para que actúen con líneas de programación en cascada.

Con este tipo de sistemas podemos hacer un control más sofisticado que puede activar alarmas o registrar la información automáticamente, sin necesidad de hacer registros manuales.

Además desde un ordenador central controlar automáticamente y a distancia todo un proceso productivo. Recibir información y controlar los instrumentos de campo conocidos como autómatas programables.

Las mejoras deben permitir un funcionamiento correcto de los equipos, el cual vaya de la mano con las necesidades de los usuarios del hospital regional, y que cumpla con todas las condiciones que implica control de procesos.

Para lograr lo anterior se llevaron a cabo diferentes puntos.

El primer paso fue realizar una descripción de los equipos para conocer su funcionamiento y tecnología, determinando la función principal de los equipos y sus componentes, además las condiciones de trabajo en las que estos se encuentran, luego se determinaron los modos de fallos que los equipos pueden presentar y que interfieren en el correcto funcionamiento de ellos y por

último se realizó un análisis de criticidad tomando como concepto la seguridad, salud y medio ambiente, con todos estos antecedentes que se analizaron en conjunto, se logró determinar una programación adecuada y no invasiva a los controladores existentes de la empresa representante de los grupos electrógenos, además de presentar una propuesta e instalación que mejor cumpla con las diferentes necesidades de cada equipo y componente, esta propuesta tiene como objetivo un correcto funcionamiento y mayor seguridad ante acontecimientos que puedan perjudicar la demanda de energía eléctrica del hospital y responder los requerimientos y respuestas del personal a cargo del sistema de respaldo energético.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
1 CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 SITUACIÓN ACTUAL	5
1.1.1 Centro de atención ambulatorio.....	5
1.1.2 Subestación eléctrica CAA – HGGB	5
1.1.3 Bunker generadores CAA – HGGB	6
1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON GRUPOS ELECTRÓGENOS DEL CAA.....	6
1.2.1 Respaldo de grupos electrógenos	6
1.2.2 Interruptor de barra de sincronismo.....	11
1.2.3 Activación de interruptor de barra de sincronismo.	12
1.2.4 Problema con el interruptor de barra de sincronismo	18
1.3 SITUACIÓN ESTANQUES DE COMBUSTIBLE	19
1.4 ACTUALIDAD DEL PROCESO DE LLENADO DE COMBUSTIBLE.....	19
1.4.1 Indicadores de nivel mecánico en espiral	20
1.4.2 Medición por vara graduada	21
1.4.3 Válvula de bola.....	23
1.5 JUSTIFICACIÓN	24
2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	25
2.1 CONTROL AUTOMÁTICO PARA PROCESOS INDUSTRIALES	26
2.1.1 Introducción al Control de Procesos.....	26
2.1.2 Supervisión y control.....	26
2.1.3 Control de Procesos	26
2.1.4 ¿Qué es un sistema de control?.....	27
2.1.5 Sistema de control a lazo abierto	29
2.1.6 Sistema de control en lazo cerrado	30
2.1.7 Elementos que conforman un sistema de Control Automático	30

2.1.8	Evolución del Control de Procesos.....	31
2.1.9	Variables en un Sistema Control Automático	34
2.1.10	Instrumentación	35
2.1.11	Controladores de Lazo.....	37
2.1.12	Controladores Lógicos Programables.....	37
2.1.13	Protocolo HART.....	42
2.1.14	Escalamiento.....	43
2.1.15	Sistemas de llenado de fluidos	44
2.1.16	Normas y estándares oficiales de protección.....	44
2.1.17	RS-LOGIX Y RS-LINX.....	46
2.1.18	Principios básicos del tia portal versión 14	50
2.1.19	Sincronización en sistemas de generación eléctrica.	50
2.1.20	Concepto de carga	52
2.1.21	Demanda eléctrica	52
2.1.22	Definición de OPC	53
2.1.23	KEPServerEX.....	53
3	CAPÍTULO III: DESARROLLO.....	54
3.1	PLC MICROLOGIX 1100.....	55
3.2	MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS	58
3.2.1	Módulo De Entradas Analógicas Micrologix 1762 – If4	58
3.2.2	Módulo de salida de relé MicroLogix 1762-OW8	61
3.3	Conexión de PLC Micrologix 1100 a PC	64
3.3.1	Comunicacion de PLC Micrologix 1100 a PC	64
3.3.2	Comunicación con RsLogix micro	69
3.3.3	Configuración de módulos 1762 – If4 y 1762-OW8.....	70
3.3.4	Lenguaje del diagrama de contactos (LD).....	72
3.3.5	Requerimientos de entradas/salidas.....	73
3.4	METODOLOGÍA.....	73
3.5	CONTROL DE INTERRUPTOR DE BARRA DE SINCRONISMO.....	74
3.5.1	Uso del interruptor de sincronismo	76
3.5.2	Pruebas con cargas.....	76
3.5.3	Señales a utilizar para control de distribución de cargas.....	76

3.6	PROGRAMACIÓN LADER PARA CONTROL DE SELECCIÓN DE CARGAS .78
3.7	Coneccion de variables de entradas y salidas a PLC para control de interruptor 82
3.8	CONTROL DE NIVEL PARA EL SUMINISTRO DE PETRÓLEO DE GRUPOS ELECTRÓGENOS 84
3.8.1	Estanque de combustible líquido.....84
3.8.2	válvula solenoide 86
3.8.3	Sensores ultrasónicos sin contacto 87
3.8.4	Sondas capacitivas de nivel con compensación de constante dieléctrica (DC)...88
3.8.5	Interruptor de flotador para montaje horizontal 90
3.8.6	Bomba extractora de combustible 91
3.8.7	Desagudo Automático Para Tanques De Hidrocarburos 92
3.8.8	Sensores de presencia de agua (WIF).....93
3.9	SOLUCIÓN AL SISTEMA DE LLENADO DE PETRÓLEO DEL ESTANQUE PRINCIPAL Y DE GENERADORES 95
3.9.1	Áreas de control.....96
3.9.2	Área funcional estanque de combustible generador 1, 2 y 3 97
3.9.3	Área funcional estanque de combustible principal.....98
3.9.4	Área funcional detección de agua en estanque principal.....99
3.9.5	Área funcional vaciado estanque de grupos electrógenos 100
3.9.6	Válvulas de seguridad.....101
3.9.7	Válvulas manuales.....101
3.9.8	Programación Lader para control de suministro de petróleo.....101
3.10	Conexión de variables de entradas y salidas a PLC para control de suministro de petróleo 112
3.11	CREACION DE PROYECTO PARA PANTALLA DE MONITOREO 114
3.11.1	Creacion de proyecto en Tia Portal v14 114
3.11.2	Conexión Opc 116
3.11.3	Crear Imágenes 117
3.11.4	Crear una variable.....120
3.12	SUPERVISIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS 122
3.12.1	PM800 Power meter 123
3.12.2	Tarjeta de comunicaciones Ethernet de la central de medida de la serie 800 de PowerLogic™ La PM8ECC.....124

3.12.3	Configuración de Ethernet.....	125
3.12.4	Configuración serial	131
3.12.5	Cableado RS485	137
3.12.6	Distancias máximas en una conexión en bus de comunicaciones serie	139
3.13	DESARROLLO PROGRAMACIÓN KEPSEVEREX 5	139
3.13.1	Creación de canal de comunicación - PM810	140
3.13.2	Creación de canal de comunicación para MICROLOGIX 1100	147
4	CAPITULO IV: SEGURIDAD.....	152
4.1	ALCANCES	153
4.1.1	Planes de Emergencia y Accidentes	153
4.1.2	Aspectos Básicos sobre Diseño	154
4.2	TERMINOLIGÍA.	154
4.2.1	Instalaciones eléctricas	154
4.2.2	Ambiente inflamable	154
4.2.3	Anclaje.....	155
4.2.4	Ventoe.....	155
4.2.5	Zona clasificada.....	155
4.2.6	Zona estanca de seguridad.....	155
4.3	CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD DEL PROYECTO.....	155
4.3.1	Seguridad intrínseca	156
4.3.2	Protección contra intemperie	156
4.3.3	Estanques de combustible.....	157
4.3.4	Distancia de seguridad.....	157
4.3.5	Zona estanca de seguridad.....	158
4.3.6	Ventoe de ignición.....	158
4.3.7	Prevención de sobre llenado	158
4.4	NCH Elec. 4/2003.....	158
4.4.1	Clasificación de los sistemas de emergencia.....	159
4.4.2	Consumos conectados a los sistemas de emergencia	160
4.5	NORMA TÉCNICA NTM 003	161
4.5.1	Período de emergencia.....	161
4.5.2	Autonomía energética total.....	161

5 CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES 163

5.1 CONCLUSIÓN.....164

5.2 RECOMENDACIONES.....165

6 BIBLIOGRAFÍA..... 166

6.1 BIBLIOGRAFIA 167

7 ANEXOS..... 169

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1: Grupo electrógeno FG Wilson PS450E3	8
Ilustración 1-2: EasYgen – 3200	9
Ilustración 1-3: Tmax t6 800A	10
Ilustración 1-4: Mando motor de energía acumulada para T6 – MOE.....	10
Ilustración 1-5: MOE montado sobre interruptor Tmax.....	11
Ilustración 1-6: Posicion de interruptor de sincronismo y de grupos electrogenos.....	11
Ilustración 1-7: Relés para activar interruptor de barra de sincronismo.	12
Ilustración 1-8: Relés salidas el easy gen 3200.	12
Ilustración 1-9: Diagrama simplificado de coneccion de bobinas y contactos.....	13
Ilustración 1-10: Representacion teorica de activacion de interruptor de b. de sincronismo. ...	14
Ilustración 1-11: Masterpact NW25HF.	17
Ilustración 1-12: Sistema de llenado actual.....	20
Ilustración 1-13: Indicador de nivel instalado en estanque de generador.	21
Ilustración 1-14: Indicadores de nivel mecánico en espiral.	21
Ilustración 1-15: Medición por vara graduada.	22
Ilustración 1-16: Vara graduada utilizada para la medición de estanques diésel.	22
Ilustración 1-17: Válvula de bola.	23
Ilustración 2-1: Diagrama de un sistema de control.	28
Ilustración 2-2: Diagrama de bloques de un sistema lazo abierto.	29
Ilustración 2-3: Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado.	30
Ilustración 2-4: Elementos de un sistema de control.....	31
Ilustración 2-5: Control manual.....	32
Ilustración 2-6: Variables de un sistema de control Automático.....	34
Ilustración 2-7: Diagrama de contactos.....	39
Ilustración 2-8: Puertas lógicas.....	40
Ilustración 2-9: Diagrama funcional.....	41
Ilustración 2-10: Diagrama de flujo.....	41
Ilustración 2-11: Escalamiento.	44
Ilustración 3-1: PLC Micrologix 1100	55
Ilustración 3-2: Regleta de conexiones plc Micrologic 1100	56
Ilustración 3-3: Diagrama de cableado de entrada tipo Sinking.....	56
Ilustración 3-4: Diagrama de cableado de entrada tipo sourcing.	57
Ilustración 3-5: Diagrama de cableado de salida.....	57
Ilustración 3-6: Cableado de los canales analógicos.	57
Ilustración 3-7: Conexión de diferentes topologías de trasmisor a micrologix 1100.....	58
Ilustración 3-8: Módulo De Entradas y salidas.	58
Ilustración 3-9: Módulo 1762 – IF4.	59

Ilustración 3-10: Interruptores del Módulo 1762 – IF4 para selección del tipo de entrada.	59
Ilustración-3-11: Bornera de conexión del Módulo 1762 – IF4.	59
Ilustración 3-12: Conexión para transmisor analógico.	60
Ilustración 3-13: Conexión de diferentes topologías de trasmisor a Módulo 1762 – IF4.	60
Ilustración 3-14: Esquema de direccionamiento módulo 1762 – If4.	61
Ilustración 3-15: Módulo 1762-OW8.	62
Ilustración 3-16: Cableado básico del 1762-OW8.	62
Ilustración 3-17: Esquema de direccionamiento módulo 1762-OW8.	63
Ilustración 3-18: Acceso a BootP-DHCP Tool.	64
Ilustración 3-19: Selección de interfaz de redes.	65
Ilustración 3-20: Ventana de Bootp DHCP para relacionar dispositivos	65
Ilustración 3-21: Configuración de PLC a relacionar.	66
Ilustración 3-22: Habilidad de PLC.	66
Ilustración 3-23: Acceso directo de RSLinx classic.	67
Ilustración 3-24: Configuración de PLC en RSLinx	67
Ilustración 3-25: Selección de tipo de Drivers para conectar PLC.	68
Ilustración 3-26: Host Name de PLC	68
Ilustración 3-27: PLC habilitado en RSLinx.	69
Ilustración 3-28: Acceso directo de RSLogix Micro.	69
Ilustración 3-29: Comunicación de plc a través de rs logix.	70
Ilustración 3-30: PLC habilitado en RSLogix	70
Ilustración 3-31: Pestaña de configuración IO	71
Ilustración 3-32: Detección automática de módulos de entrada o salida.	71
Ilustración 3-33: Módulos de entrada o salida detectados.	72
Ilustración 3-34: Red de diagrama de contactos.	73
Ilustración 3-35: Apertura de interruptor de barra de sincronismo por desenergización de bobina de mínima tensión.	74
Ilustración 3-36: Temporizador ON	75
Ilustración 3-37: Línea 0 y 1 control int. barra de sincronismo.	78
Ilustración 3-38: Línea 2 control int. barra de sincronismo.	78
Ilustración 3-39: Línea 3 y 4 control int. barra de sincronismo.	79
Ilustración 3-40: Línea 5 y 6 control int. barra de sincronismo.	80
Ilustración 3-41: Línea 7, 8 y 9 control int. barra de sincronismo.	80
Ilustración 3-42: Línea 10 control int. barra de sincronismo.	81
Ilustración 3-43: Conexión plc.	82
Ilustración 3-44: Válvula solenoide.	87
Ilustración 3-45: Sensor ultrasónico sin contacto.	88
Ilustración 3-46: Sonda capacitiva.	90
Ilustración 3-47: Interruptor flotador.	91
Ilustración 3-48: Bomba extractora de combustible.	92

Ilustración 3-49: Sensor de presencia de agua (WIF).....	93
Ilustración 3-50: Ubicación sensor WIF.....	94
Ilustración 3-51: Diagrama de conexión sensor WIF.....	94
Ilustración 3-52: Conexion transmisor ultrasonico.	102
Ilustración 3-53: Linea 0 sistema de llenado.	102
Ilustración 3-54: Linea 1 sistema de llenado.	103
Ilustración 3-55: Linea 2 sistema de llenado.	103
Ilustración 3-56: Linea 3 sistema de llenado.	104
Ilustración 3-57: Linea 6 sistema de llenado.	104
Ilustración 3-58: Linea 4 y 5 sistema de llenado.	105
Ilustración 3-59: Linea 25 sistema de llenado.	105
Ilustración 3-60: Linea 26 sistema de llenado.	106
Ilustración 3-61: Conexion transmisor capacitivo.....	106
Ilustración 3-62: Linea 7 sistema de llenado.	107
Ilustración 3-63: Linea 10 sistema de llenado.	108
Ilustración 3-64: Linea 11 sistema de llenado.	108
Ilustración 3-65: Linea 12 sistema de llenado.	109
Ilustración 3-66: Línea 8 sistema de llenado.	109
Ilustración 3-67: Línea 9 sistema de llenado.	109
Ilustración 3-68: Linea 27, 28 y 29 sistema de llenado.	110
Ilustración 3-69: Línea 30 sistema de llenado.	110
Ilustración 3-70: Línea 31 sistema de llenado.	111
Ilustración 3-71: Conexión plc control suministro de petróleo.	112
Ilustración 3-72: Icono TIA Portal V14.	114
Ilustración 3-73: Inicio y creación de proyecto.	115
Ilustración 3-74: Asignación de nombre y ruta de proyecto.	115
Ilustración 3-75: Agregar dispositivo al proyecto.	116
Ilustración 3-76: Asignar servidor OPC.	117
Ilustración 3-77: Imagen principal de proyecto.....	117
Ilustración 3-78: pestaña arbol de proyecto.....	118
Ilustración 3-79: Imagen estado de distribución electrica.	119
Ilustración 3-80: Estado de nivel de combustible Diesel.	120
Ilustración 3-81: Parámetros de red eléctrica	120
Ilustración 3-82: Despliegue de pestaña variables.	121
Ilustración 3-83: Muestra de tabla de variables.....	121
Ilustración 3-84: Plano ubicación de medidores de potencia.	123
Ilustración 3-85: PM800 Power meter.....	124
Ilustración 3-86: PM8ECC.	124
Ilustración 3-87: Conexión de medidor de potencia.....	125
Ilustración 3-88: Conexión ethernet PM8ECC a Pc.....	127

Ilustración 3-89: Página principal de PowerLogic PM800.	128
Ilustración 3-90: Ethernet y TCP/IP.	129
Ilustración 3-91: Página Configuración avanzada de Ethernet.	131
Ilustración 3-92: Página Configuración avanzada de puerto serie.	134
Ilustración 3-93: Topología dispositivos conectados en serie.	135
Ilustración 3-94: Página Lista de dispositivos.	136
Ilustración 3-95: Dispositivos de 4 hilos que no admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes	137
Ilustración 3-96: Dispositivos de 4 hilos que admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes.	137
Ilustración 3-97: Dispositivos de 2 hilos que no admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes.	138
Ilustración 3-98: Dispositivos de 2 hilos que admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes.	138
ilustración 3-99: Icono de KepServer.	140
Ilustración 3-100: Creación de nuevo canal para analizadores de red.	140
Ilustración 3-101: Asignación de nombre a canal de analizador de redes eléctricas.	141
Ilustración 3-102: Selección de controlador de dispositivo para canal de analizador de red.	141
Ilustración 3-103: Adaptador de red para canal de analizador de red eléctrica.	142
Ilustración 3-104: Creación de nuevo canal para analizador de red.	142
Ilustración 3-105: Asignación de nombre a canal de analizador de red.	143
Ilustración 3-106: Selección modelo de dispositivo para analizador de red.	143
Ilustración 3-107: Asignación de ID y dirección de red para analizadores de red.	144
Ilustración 3-108: Configuración de distintos analizadores de red con su respectivos ID para un solo canal.	144
Ilustración 3-109: Creación de tag para los analizadores de red.	145
Ilustración 3-110: Configuración de tag para los analizadores de red.	145
Ilustración 3-111: Configuración de escalamiento.	146
Ilustración 3-112: Conexión runtime de proyecto.	146
Ilustración 3-113: Creación de nuevo canal para control de suministro y de interruptor.	147
Ilustración 3-114: Asignación nombre de canal.	147
Ilustración 3-115: Selección driver para dispositivos.	148
Ilustración 3-116: Selección de adaptador de red.	148
Ilustración 3-117: Creación de nuevo dispositivos.	149
Ilustración 3-119: Asignación de nombre a dispositivo de control de selección de cargas eléctricas.	149
Ilustración 3-120: Asignación de nombre a dispositivo de control de suministro de petróleo.	149
Ilustración 3-121: Selección de modelo para el dispositivo.	150
Ilustración 3-122: asignación dirección de red para los dispositivos	150
Ilustración 3-123: Detalle de identificación de red de cada dispositivo para un solo canal.	151

Ilustración 3-124: Creación de tag. 151

Ilustración 3-125: Configuración de tag.....151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Tabla de verdad, activación del interruptor de b. de sincronismo.....	14
Tabla 1.2: Consumo del grupo electrógeno y capacidad de tu estanque.....	19
Tabla 2.1: Ejemplo de Interpretación de la señal 4-20mA.	43
Tabla 3.1: Posición bit datos de entrada módulo 1762 – If4.	61
Tabla 3.2: Posición bit datos de entrada módulo 1762-OW8.....	63
Tabla 3.3: Tabla que representa la activación del interruptor de barra de sincronismo	75
Tabla 3.4: Variables de salida.....	82
Tabla 3.5: Variables de entrada.	83
Tabla 3.6: Áreas de control.	96
Tabla 3.7: Variables de salida de control de suministro de petróleo.....	113
Tabla 3.8: Variables de entrada de control de suministro de petróleo.	114
Tabla 3.9: Configuración de TCP / IP y Ethernet de PM8ECC.	126
Tabla 3.10: Configuración de TCP / IP y Ethernet de PM8ECC mediante navegador web. ...	130
Tabla 3.11: Distancias máximas en una conexión en bus de comunicaciones serie.	139
Tabla 4.1: Distancias de seguridad para tanques que almacenan de CL.	157

SIGLA

AC	:	Corriente alterna
API	:	Instituto Estadounidense del Petróleo (API: American Petroleum Institute)
CAA	:	Centro de atención ambulatoria
CMOS	:	Semiconductor complementario de óxido metálico (CMOS: Complementary Metal Oxide Semiconductor)
CPU	:	Unidad Central de Procesamiento (CPU: Central Processing Unit)
DC	:	Corriente continua
DIN	:	Instituto alemán de normalización (DIN: Deutsches Institut für Normung)
FBD	:	diagrama de bloques de funciones (FBD: Function Block Diagram)
FdCO	:	Final de carrera de puerta abierta
FdCT	:	Final de carrera de puerta cerrada
HART	:	Transductor remoto direccionable de alta velocidad (HART: Highway Addressable Remote Transducer)
HGGB	:	Hospital Guillermo Grant Benavente
IEC	:	Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, International Electrotechnical Commission)
IP	:	Protocolo de internet (IP: Internet Protocol)
IPx	:	Protección de ingreso (IPx: Ingress Protection)
LCD	:	Pantalla de cristal líquido (LCD: liquid-crystal display)
LD	:	Lenguaje del diagrama de contactos
MA	:	Relé sólo magnético con umbral magnético fijo
MAC	:	Control de acceso a medios (MAC: Media Access Control)
MF	:	Relé sólo magnético con umbral magnético regulable
MINVU	:	Ministerio de vivienda y urbanismo
MN	:	Bobina de mínima tensión

MOE	:	Mando motor de energía acumulada
MX	:	Bobina de emisión de corriente
NA	:	Normalmente abierto
NC	:	Normalmente cerrado
NEMA	:	Asociación de fabricantes eléctricos (NEMA: National Electrical Manufacturers Association)
NTB	:	Normas técnicas básicas de autorización sanitaria para establecimientos de salud de atención cerrada o abiertas
ODBC	:	Conectividad de base de datos abierta (ODBC: Open DataBase Connectivity)
OLE	:	incrustación y enlazado de objetos (OLE: Object Linking and Embedding)
OPC	:	OLE para procesos de control (OPC: OLE for Process Control)
PC	:	Computador personal
PLC	:	Controlador lógico programable
POU	:	unidades de organización de programas (POU: Program Organization Units)
SEC	:	Super intendencia de electricidad y combustible
SNMP	:	Protocolo simple de administración de red (SNMP: Simple Network Management Protocol)
TI	:	Tecnologías de la información
TIA portal	:	Portal de automatización totalmente integrada (TIA portal: Totally Integrated Automation portal)
TMA	:	Relé termomagnético con umbral térmico y umbral magnético regulables
TMD	:	Relé termomagnético con umbral térmico regulable y umbral magnético fijo
TMG	:	Relé termomagnético para la protección de Generadores
TOF	:	Temporizador de retardo a la desconexión
TON	:	Temporizador de retardo a la conexión
TTL	:	lógica transistor-transistor (TTL: Transistor-Transistor Logic)

WAN	:	red de área amplia (WAN Wide Area Network)
WIF	:	Sensores de presencia de agua (WIF: Water-in-Fuel Sensor)
XF	:	Bobina de cierre
TCP	:	Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
ARP	:	Protocolo de resolución de direcciones (ARP: Address Resolution Protocol)

SIMBOLOGÍA

%	:	Porcentaje
&	:	Compuerta lógica And
=1	:	Compuerta lógica Xor
≥1	:	Compuerta lógica Or
A	:	Amperios
A/D	:	Análogo / digital
bits	:	Dígitos del sistema de numeración binario
bps	:	Bit por segundo
D/A	:	Digital/análogo
E/S	:	Entrada / salida
GND	:	Ground, nodo de referencia
gpm	:	Galones por minuto
Hz	:	Frecuencia
I	:	Intensidad de corriente eléctrica
Icm	:	Intensidad máxima es simultáneamente la capacidad nominal de cortocircuito
Icu	:	Intensidad de cortocircuito
Ie	:	Intensidad de empleo
In	:	Intensidad nominal
kA	:	Kilo amperios
km	:	Kilo metros
kVA	:	Kilo volt amperios
KW	:	Kilo watt
kWh	:	Kilo watt hora

Lts	:	Litros
Lts/h	:	Litros por hora
m	:	Metro
m ³	:	Metros cúbicos
m3/h	:	Metros cubico por hora
mA	:	Mili amperios
mm	:	Mili metros
P?	:	Pregunta
PSI	:	Libra por pulgada cuadrada
U	:	Tensión eléctrica
Ue	:	Tensión eléctrica de empleo
Uimp	:	Tensión asignada soportada al impulso
Un	:	Tensión eléctrica nominal
V	:	Voltaje
VAC	:	Voltaje de corriente alterna
Vb	:	Voltaje de alimentación
VDC	:	Voltaje de corriente directa
W	:	Watt
εr	:	Constante dieléctrica o permitividad relativa
Ω	:	Ohmio, unidad relativa de la resistencia

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La medición y el control automático de proceso es muy importante y hoy en día una actividad multidisciplinar, El mismo principio se usa en diversos campos, como control de procesos químicos y del petróleo, control de hornos en la fabricación del acero, control de máquinas herramientas en la que hay que tener en cuenta varios aspectos técnicos.

En este caso se utilizará el control automático en un interruptor de una barra de sincronismo y control y monitoreo de combustible de un sistema de respaldo de energía eléctrica.

El hospital regional Guillermo Grant Benavente ubicado en el centro de la ciudad de concepción, cuenta con dos sistemas de respaldo de energía eléctrica uno para el edificio centro de atención ambulatorio y el otro para el monoblock y torre de paciente crítico. Estos sistemas de respaldo o también llamado grupos electrógenos son el principal respaldo de energía eléctrica para el complejo hospitalario.

Debido a la importancia que posee el desarrollo general del hospital es necesario que ante cualquier acontecimiento que perjudique el abastecimiento eléctrico los equipos funcionen correctamente, por lo cual, es de suma relevancia tener un control fiable para cumplir con el tiempo necesario para respaldar la demanda eléctrica.

El Sistema de respaldo Eléctrico del CAA tiene déficit en el control para abrir el interruptor de la barra de sincronismo y, además, su sistema de abastecimiento de combustible es de monitoreo y llenado manual por lo que no permite saber con exactitud la cantidad del diésel que contiene el estanque o cantidad que se está vertiendo. Estos sistemas no cuentan con un control que permita la monitorización remota por lo que se dificulta la toma decisiones en casos de emergencia.

Debido a esta problemática es que se considera relevante la implementación de un control automático que genere confiabilidad, que asegure el correcto funcionamiento, aumente la vida útil de los equipos. Este sistema pretende modernizar y automatizar una actividad que actualmente se realiza en forma manual, además se debe considerar aspectos tales como la protección medioambiental y seguridad de la planta, un sistema que opere durante las 24 horas del día prolongando el funcionamiento de la máquina eléctrica que lo se requiere, que son los grupos electrógenos. Estos son unidades motrices compuestos por un motor diésel y un alternador que produce energía eléctrica secundaria trifásica a los valores nominales de frecuencia, tensión y potencia.

Para comenzar se realizará un estudio general del sistema de respaldo energético, describiendo sus equipos antiguos y nuevos, con el fin de conocer su función y la importancia que estos equipos tienen en la continuidad de servicios generales para el hospital. Luego de realizar los diferentes estudios continuará el diseño de solución, que consta de una propuesta centrado en la confiabilidad el cual abarca, cumpliendo la normas y estándares que se requieran.

OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar una propuesta para mejorar el control y la autonomía de los grupos electrógenos, la creación de sistemas automático para controlar el nivel de combustible en los tanques de petróleo para disminuir las fallas del sistema de respaldo de energía eléctrica.

Objetivos específicos

- a. Describir el funcionamiento, parámetros de control y tecnología de los equipos.
- b. Determinar las fallas de los sistemas para corregir y que se realice un buen funcionamiento.
- c. implementar un sistema de visualización integrado centralizado que contenga la información de los equipos y generación eléctrica.
- d. implementar un sistema de visualización integrado centralizado que contenga la información del sistema suministro de combustible.
- e. Analizar las normas que se exigen para cumplimiento y seguir los estándares de seguridad para un buen desempeño.

1 CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 SITUACIÓN ACTUAL

1.1.1 Centro de atención ambulatorio

El centro de atención ambulatorio, es un edificio que se construyó para prestar servicios del área de la salud que permiten colaborar con diversos procedimientos clínicos, pero para desarrollar esta actividad se necesita una implementación de equipos o maquinas que hacen que los tratamientos sean más fáciles de tratar y mejorar la salud del paciente o usuario.

Estas máquinas, sean clínicas o industriales son dependientes de la electricidad, un recurso energético indispensable, pero no obstante el CAA puede quedar sin este suministro, por fallas o problemas externos y sin responsabilidad del personal que administra este.

Los procedimientos que se ejecutan en el CAA pueden ser de carácter bajo, medio, alto o crítico, así también los implementos y la salud de los pacientes. El bienestar de estos es considerado lo primordial, por ello este edificio cuenta con un sistema de respaldo energético eléctrico, un sistema de grupos electrógenos controlados.

1.1.2 Subestación eléctrica CAA – HGGB

Una subestación eléctrica es una instalación destinada a establecer los niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal son dos transformadores.

los transformadores son en seco y la capacidad de estos son de 15000kva, también en esta sala se encuentran los interruptores de control motorizado de barra de sincronismo, el interruptor general de carga CAA, celdas de media tensión y los interruptores de distribución de carga.

La infraestructura es principalmente de hormigón, la puerta y las escotillas son de acero, este es construido subterráneamente.

1.1.3 Bunker generadores CAA – HGGB

La estación de generación de energía está conformada por tres grupos electrógenos FG Wilson.

Los generadores son de considerable importancia, porque si la energía que proviene de la red pública deja de operar, todos los procesos que se llevan a cabo en el Centro de atención ambulatoria CAA se paralizan provocando considerables pérdidas y atención a los pacientes.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON GRUPOS ELECTRÓGENOS DEL CAA

1.2.1 Respaldo de grupos electrógenos

Ese sistema consta de 3 grupos electrógenos de la marca FG Wilson modelo, cada uno con un sistema de control easygen 3200, al existir un corte de suministro eléctrico entran en marcha los generadores, los interruptores se cierran al estar estos en sincronismo.

Estos interruptores permiten la alimentación eléctrica a una barra de sincronismo, llamada así por el motivo de que es el nodo en donde los generadores están en la misma frecuencia, voltaje y ángulo de fase.

La configuración actual del sistema de respaldo energético establece que los tres grupos electrógenos estén en funcionamiento, ya que solo un grupo eléctrico no puede suministrar el consumo total del edificio, por lo tanto, es fundamental que con la capacidad que consume el edificio al menos dos estén en funcionamiento, pero la configuración actual establece que sean tres.

1.2.1.1 Grupo eléctrico FG Wilson PS450E3

La generación de todo el sistema se centra en tres grupos electrógenos de la serie PS450E3 con una potencia nominal de 450,0 kVA/360,0 kW, los cuales actualmente están entregando al sistema alrededor de 200KVA cada uno, trabajando aproximadamente a un 44%.

Los grupos electrógenos están provistos de un generador de energía eléctrica y un motor de combustión interna, acoplados de tal manera proporcione la potencia emanada por el sistema de generación.

Generalmente los motores diésel son los más utilizados en los grupos electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.

Este grupo electrógeno ha sido diseñado con un motor diésel que proporciona confianza y por el hecho de que se ha diseñado específicamente para accionar grupos electrógenos lo que hace ser una buena unidad autónoma para proporcionar un rendimiento y fiabilidad excelentes.

Este también contiene un sistema de refrigeración para el motor, que consta de un radiador, un ventilador de gran capacidad y un termostato.

El alternador tiene su propio ventilador interior para enfriar sus propios componentes internos.

La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador acoplado con precisión a la salida del grupo electrógeno.

El motor y el alternador están acoplados y montados sobre un bastidor de acero de gran resistencia.

Cada grupo electrógeno lleva una placa de datos normalmente fijada en la carcasa del alternador o del panel. Esta placa contiene la información necesaria para identificar el grupo electrógeno y sus características de operación.

Este equipo no tiene límite para las horas anuales de operación y este modelo puede suministrar un 10% de potencia de sobrecarga durante 1 hora en 12 horas en caso de un fallo de alimentación de la red pública y no permite ninguna sobrecarga, el alternador en este modelo es de pico continuo.

Se ha diseñado e instalado un sistema de control electrónico puntero para controlar y vigilar el grupo electrógeno. Dependiendo de las necesidades se puede instalar uno de los diferentes sistemas de control estándar. Se pueden instalar otros sistemas más especializados para instalaciones específicas. Estos sistemas de control están formados por tres componentes principales que funcionan juntos:

a. Cuadro de control

Proporciona un medio para arrancar y parar el grupo electrógeno, vigilando su funcionamiento y su salida y apagándolo de forma automática en caso de estado crítico, como pudieran ser la baja presión de aceite o la alta temperatura del refrigerante del motor, con el fin de evitar daños graves en el motor/alternador.

b. Módulo de la interfaz del motor

Proporciona relés de conmutación para el solenoide del motor de arranque, la bujía de precalentamiento y el solenoide de combustible. Cada uno de estos circuitos está protegido con fusibles independientes montados en el módulo. También cuenta con LED individuales que se iluminan cuando el circuito correspondiente recibe alimentación.

c. Interruptor de potencia

Sirve para proteger el alternador, desconectando la carga de forma automática en caso de sobrecarga o cortocircuito. También proporciona un medio para conmutar la salida del grupo electrógeno.



Ilustración 1-1: Grupo electrógeno FG Wilson PS450E3

1.2.1.2 Easygen serie 3000 Woodward

El easygen de la serie 3000 es un módulo de control para la gestión de aplicaciones de grupos electrógenos. Al tener numerosas entradas y salidas, junto con su software, permite utilizarlo en múltiples aplicaciones como: emergencia, grupos en paralelo, paralelo con la red, cogeneración, reserva, etc.

El módulo easYgen-3000 resulta apropiado para realizar la sincronización de hasta 32 grupos electrógenos en modo isla, operaciones en paralelo con gestión automática de arranque/parada en función de la carga.



Ilustración 1-2: EasYgen – 3200

Fuente: Easygen 3000 series Brouchere

1.2.1.3 Interruptor TMAX T6 800 A

Este interruptor es que se usa para controlar la alimentación que entregan los grupos electrógenos.

Es un interruptor automático en caja moldeada, conformes a la Norma IEC 60947-2, tiene un poder de corte (Icu) a100 kA (a 380/415 VAC).

El interruptor está provisto de relés termomagnéticos TMA con umbral térmico regulable ($I1= 0,7...1 \times In$) y umbral magnético regulable ($I3= 5...10 \times In$);

El campo de uso en corriente alterna es de 800 A con tensiones hasta 690 V. EL interruptor puede estar equipado con TMF, TMD y TMA se utilizan también en instalaciones de corriente continua, con un campo de aplicación entre 1 A y 800 A y una tensión mínima de funcionamiento de 24 VDC, según los diagramas de conexionado correspondientes.



Ilustración 1-3: Tmax t6 800A

1.2.1.3.1 Mando motor de energía acumulada para TMAX T6 (MOE)

Con el mando motor de energía acumulada es posible accionar la apertura y el cierre del interruptor. Durante la apertura, el sistema de resortes se carga automáticamente. La energía así acumulada se utiliza para cerrar el interruptor. El mando motor se suministra siempre con conectores macho- hembra y cables de 1 m de longitud; además, está siempre provisto de bloqueo por candados en condición de abierto que inhabilita cualquier mando, tanto en local como a distancia. Los conectores, una vez insertados en la cavidad situada en el costado izquierdo del interruptor, sobresalen respecto al perfil de éste y son compatibles únicamente con accesorios eléctricos precableados. El mando motor siempre está equipado con un contacto para la señalización de “auto” o “manual” (no conmutado).



Ilustración 1-4: Mando motor de energía acumulada para T6 – MOE

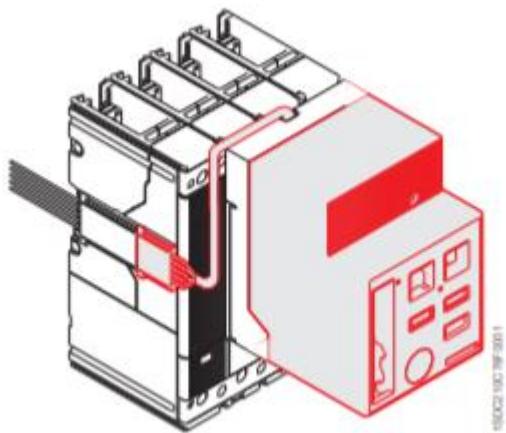


Ilustración 1-5: MOE montado sobre interruptor Tmax

1.2.2 Interruptor de barra de sincronismo

Como el sistema depende de la totalidad de los generadores se necesita un interruptor en común, este lleva por nombre interruptor de barra de sincronismo debido a que la etapa donde está ubicado, es alimentada de la barra de sincronismo, y es accionado cuando los 3 interruptores de generador estén cerrados, por lo tanto, se energiza la barra de sincronismo con los tres generadores, se cierra el interruptor de sincronismo y permite que las cargas posean energía eléctrica

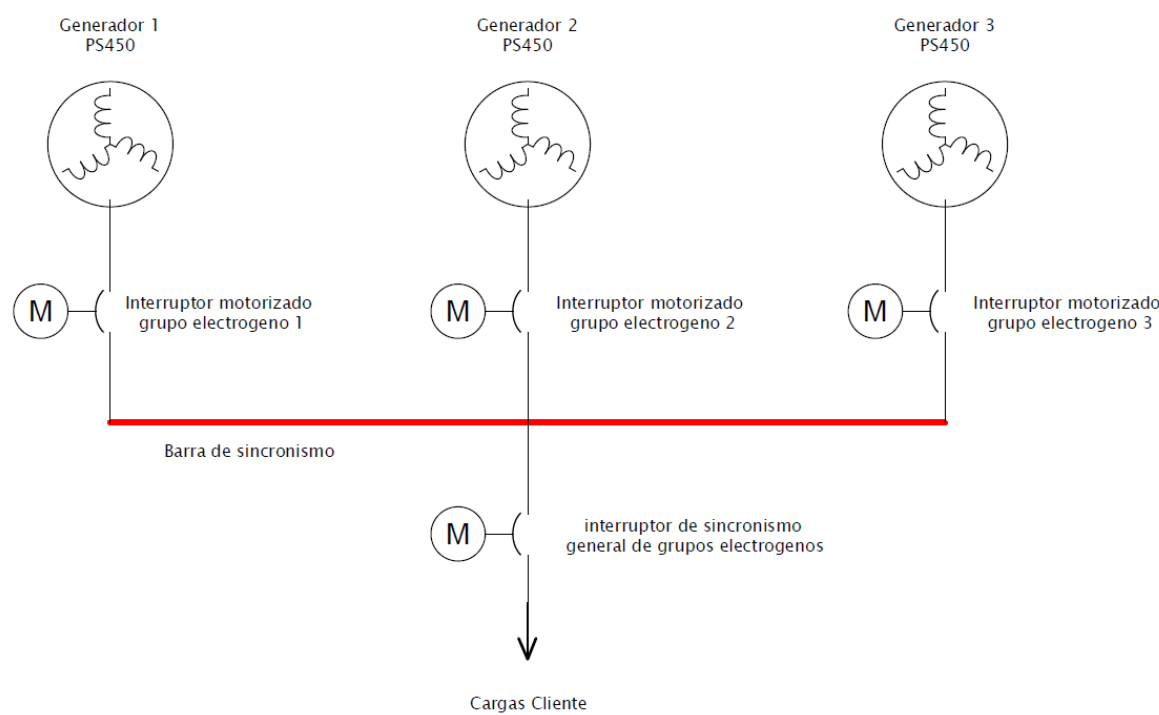


Ilustración 1-6: Posicion de interruptor de sincronismo y de grupos electrogenos.

1.2.3 Activación de interruptor de barra de sincronismo.

Relés para activación de interruptor de barra de sincronismo, estos son dispositivos electromagnéticos que funcionan como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.



Ilustración 1-7: Relés para activar interruptor de barra de sincronismo.

Los relés son capaces de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada.



Ilustración 1-8: Relés salidas el easy gen 3200.

Para la activación del interruptor de la barra de sincronismo es necesario que cada interruptor de grupo electrógeno este cerrado, cada grupo electrógeno tiene un contacto auxiliar que se

cerrara al producirse ese efecto, y cada uno energizara con 24VCD a la bobina de un relé (1GR) también uno por generador, se cerraran su respectivos contactos para energizar relés ubicados en la sala de la subestación eléctrica del CAA, estos relés tienen sus contactos normalmente abiertos y en serie que al cerrar energizan con 24VCD a un relé que en su contacto energiza con 220 VAC a la bobina xf que es la que cierra el interruptor de la barra de sincronismo.

La siguiente Ilustración 1-9 muestra un simplificado de conexión de bobinas y contactos para la activación de interruptor de barra de sincronismo.

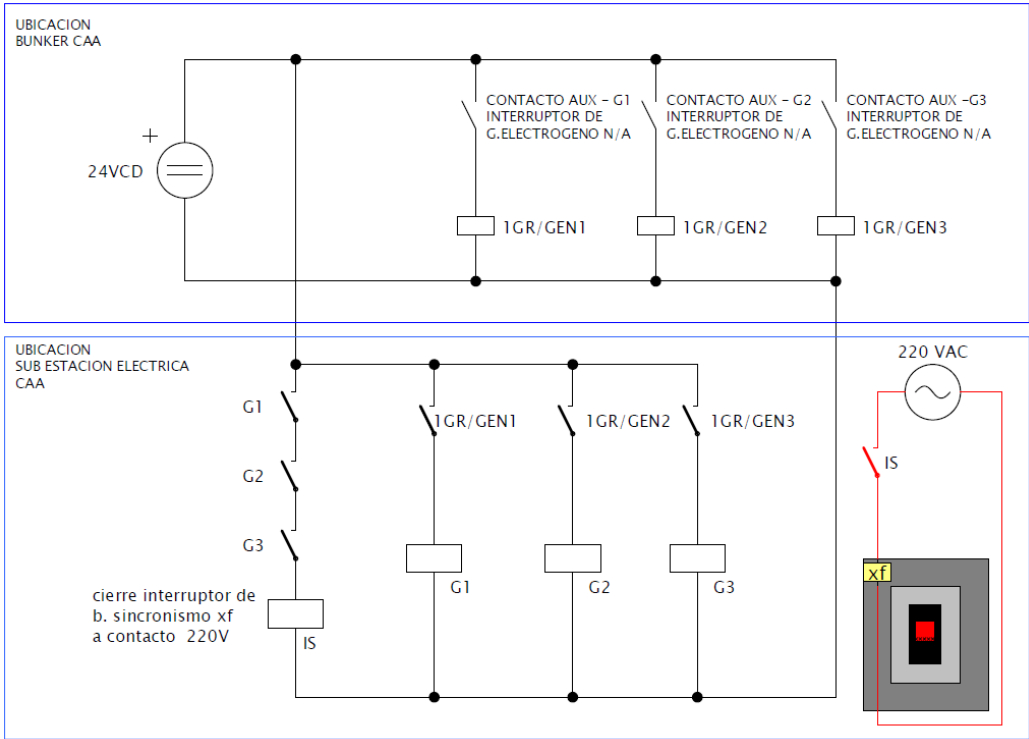


Ilustración 1-9: Diagrama simplificado de conexión de bobinas y contactos.

En la Ilustración 1-9 se detalla 3 contactos G1, G2 y G3 que representan a los contactos de los interruptores de los generadores y al final de línea la salida o bobina que representa a la bobina de cierre del interruptor de sincronismo.

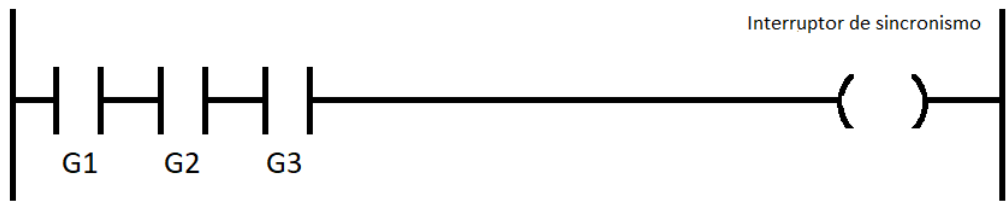


Ilustración 1-10: Representacion teorica de activacion de interruptor de b. de sincronismo.

En la siguiente Tabla 1.1 se indica el estado binario de los interruptores, estado alto en 1 = interruptor cerrado, estado bajo en 0 = interruptor abierto, que en respuesta si todos los valores de los contactos de interruptor de grupo electrógeno están en estado alto (contacto de generador cerrado) el estado del interruptor de sincronismo también es alto.

G1	G2	G3	I.S.
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Tabla 1.1: Tabla de verdad, activación del interruptor de b. de sincronismo.

1.2.3.1 Breaker motorizado Masterpact NW25HF

El interruptor motorizado es el dispositivo utilizado como interruptor de red y de barra de sincronismo en donde el sistema alimenta cargas críticas y por cual es necesario tener dos o más fuentes de alimentación, una funcionando como fuente principal y la otra como fuente de respaldo, de manera que cuando la fuente principal falle la transferencia realice la conmutación hacia la fuente de respaldo y retorne hacia la fuente principal cuando se encuentre habilitada.

El Masterpact NW25HF es un interruptor seccionador, que cuenta con 3 polos utilizado en red alterna con frecuencia de 50/60 hz, posee una [Ie] intensidad de funcionamiento nominal 2500 A AC en tensión de 690 V, su tensión nominal de aislamiento es de 1000v AC 50/60 Hz conforme a la IEC 60947-3, la [Uimp] Resistencia a picos de tensión 12 kV conforme a IEC 60947-3, la [Icm] Capacidad nominal de cortocircuito 187 kA 220...690 V AC 50/60 Hz, la [Ue] tensión de funcionamiento nominal 690 V AC 50/60 Hz conforme a IEC 60947-3 es apto para seccionamiento conforme a IEC 60947-3.

Este además protege aparatos eléctricos y Posee unidades de control electrónicas. Las unidades de control ofrecen amplias funciones de protección y señalización, desde la protección estándar contra cortocircuito y contra sobrecargas hasta la gestión de energía con teletransmisión de datos.

Masterpact NW25HF cuenta con bobinas de disparo MX o MN se utilizan para disparar el interruptor automático. Sirven principalmente para comandos de desconexión de emergencia remotos.

1.2.3.1.1 Bobina de mínima tensión MN

La bobina MN abre el interruptor automático cuando su tensión de suministro se reduce a un valor por debajo del 35% de su tensión nominal U_n .

El control por mínima tensión, combinado con un botón de desconexión de emergencia, ofrece un control a prueba de defectos. La bobina MN está alimentada de forma constante, p. ej., si el suministro se interrumpe:

- voluntariamente, por el botón de desconexión de emergencia,
- o accidentalmente, por la pérdida de alimentación o un cableado defectuoso, la bobina ocasiona la apertura del interruptor automático.

1.2.3.1.2 Condiciones de apertura

El control del interruptor automático por una bobina MN cumple los requisitos de la norma IEC 60947-2.

- La apertura automática del interruptor automático queda garantizada cuando el suministro de tensión continuo a la bobina es $0,35 \times U_n$.

-Si la tensión de suministro oscila entre 0,35 y 0,7 U_n , la apertura es posible, pero no está garantizada. Por encima de 0,7 U_n , la apertura no es posible.

1.2.3.1.3

1.2.3.1.4 Condiciones de cierre

Si no existe suministro a la bobina MN, no podrá cerrarse el interruptor automático, ya sea de forma eléctrica o manual. El cierre queda garantizado cuando el suministro de tensión a la bobina U es $0,85 \times U_n$. Por debajo de este umbral, el cierre no está garantizado.

1.2.3.1.5 Las bobinas MX y XF

Son idénticas (la misma bobina) pero cambian su designación en función de la función que realicen (lugar de instalación en el aparato).

electroimán de cierre XF, Asociado el botón pulsador de cierre eléctrico. permite el cierre a distancia del aparato.

Utilizar el electroimán de cierre XF ($0,85$ a $1,1 U_n$).

En un Masterpact esta bobina trabaja por impulsos o por orden mantenida, si utilizamos la orden mantenida se debe tener especial cuidado con la temperatura que pueda alcanzar la bobina que puede quemarla. Siempre que se trabaje con bobinas de disparo a emisión de corriente y con órdenes mantenidas se aconseja, si es posible, colocar en serie un contacto OFF. El que estas bobinas admitan órdenes mantenidas, junto con la función antibombeo de los Masterpacts, permite la realización de enclavamientos eléctricos de tal forma que no se podrá maniobrar el aparato si éste está sometido a una orden de apertura o cierre.



Ilustración 1-11: Masterpact NW25HF.

1.2.4 Problema con el interruptor de barra de sincronismo

Al producirse un corte eléctrico, el controlador easygen 3200 abre el interruptor de red, en la bobina de mínima tensión (MN) se ausenta de energía eléctrica y se abre el interruptor de barra de sincronismo, debido a que esa bobina al estar sin energía eléctrica inicia la apertura del interruptor y se impide el paso de energía, al tener voltaje este puede ser cerrado.

Aun así, los dos interruptores por seguridad inician apertura, el de red por la eventualidad de que retorne la energía eléctrica y no esté sincronizada con la producida por los generadores por lo que si eso sucede provocaría la destrucción del sistema de respaldo. El interruptor de la barra de sincronismo se abre con la finalidad de esperar a los grupos electrógenos inicien marcha y se sincronicen, con la finalidad de que estos no se detengan por la falta de potencia en el caso de que solo uno entre en marcha, un solo grupo eléctrico no tiene la potencia necesaria para energizar el edificio, en ese caso se produce un calentamiento en el motor o se genera una falla en su sistema de enfriamiento.

Al estar abierto el interruptor de red y de la barra de sincronismo y sincronizados los grupos electrógenos se cierran sus interruptores y da el paso nuevamente al interruptor de la barra de sincronismo para que cierre y energice la carga del CAA.

El problema que se presenta en el interruptor de barra de sincronismo es a causa de una nula discriminación de corte eléctrico, debido a que cuando se presenta un corte tres o cinco segundos aproximados el sistema de control del easygen 3200 espera esa cantidad de tiempo en decidir si realmente en un corte prolongado o uno pequeño, al ser de corta intensidad el sistema lo reconoce como uno corte eléctrico insignificante y no abre el interruptor de red y sigue funcionando de forma normal de lo contrario este lo abre y el sistema de respaldo entra en funcionamiento, no así el interruptor de la barra de sincronismo que al detectar un micro corte este no tiene un sistema de discriminación, ya que la bobina MN cuando se desenergiza abre el interruptor, esto provoca un error, el controlador easygen 3200 reconoce a este interruptor como abierto y lo representa como falla, este no se cierra de forma controlada y además de que se hizo uso de la carga del mecanismo para abrir o cerrar automáticamente el interruptor, este se deberá reestablecer de forma manual por maniobra en cuanto sea supervisado por el personal técnico del área.

1.3 **SITUACIÓN ESTANQUES DE COMBUSTIBLE**

Un grupo electrógeno por diseño contempla para su funcionamiento un estanque de combustible que se ubica contiguo a éste y constituye su fuente de abastecimiento de petróleo para su uso diario, con una capacidad de 880 litros y considerando generalmente una autonomía de 11 horas. A dicho depósito se le denomina estanque diario e incluye un indicador de aguja de nivel, para recargar este se abastece de un estanque principal exterior que por razones de llenado se instala más alejado de la instalación ya que el terreno es complejo y tiene una capacidad de 1000 litros de combustible prolongando la autonomía por 4 horas más con un total de 15 horas.

A continuación, se especifican los grupos electrógenos, su ubicación y consumo por hora y capacidad de combustible con la que cuentan.

MARCA	MODELO	POTENCIA	CONSUMO			CAPACIDAD ESTANQUE	
			100%	75%	50%	INTERNO	EXTERNO
FG WILSON	PS450E3	450 KVA	79,9 lts/h	60,7 lts/h	41 lts/h	880 Lts.	1000 Lts.
FG WILSON	PS450E3	450 KVA	79,9 lts/h	60,7 lts/h	41 lts/h	880 Lts.	
FG WILSON	PS450E3	450 KVA	79,9 lts/h	60,7 lts/h	41 lts/h	880 Lts.	

Tabla 1.2: Consumo del grupo electrógeno y capacidad de tu estanque.

1.4 **ACTUALIDAD DEL PROCESO DE LLENADO DE COMBUSTIBLE**

El proceso consiste en cuatro estanques. Tres estanques diarios que alimentan con petróleo diésel a 3 grupos electrógenos de 450 KVA, ubicados en Bunker de grupos electrógenos del CAA.

Los grupos electrógenos son de marca FG Wilson, se encuentran conectados en paralelo y actualmente respaldan las cargas del CAA. El abastecimiento a los estanques diarios se realiza mediante el accionamiento manual de una válvula desde un estanque principal. Las válvulas que están al lado de cada estanque de los generadores son abiertas directamente.

También se dispone de una abertura con respiradero para el llenado del estanque principal desde un camión-tanque que es eventualmente y cuando se requiera.

La medición del estanque principal se realiza con una vara que indica el nivel, vacío, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ y lleno. Los estanques diarios de cada grupo se realizan de una forma visual a través de un indicador de nivel mecánico.

El llenado de los estanques es de forma manual y sin control automático ni sistemas de alarma.

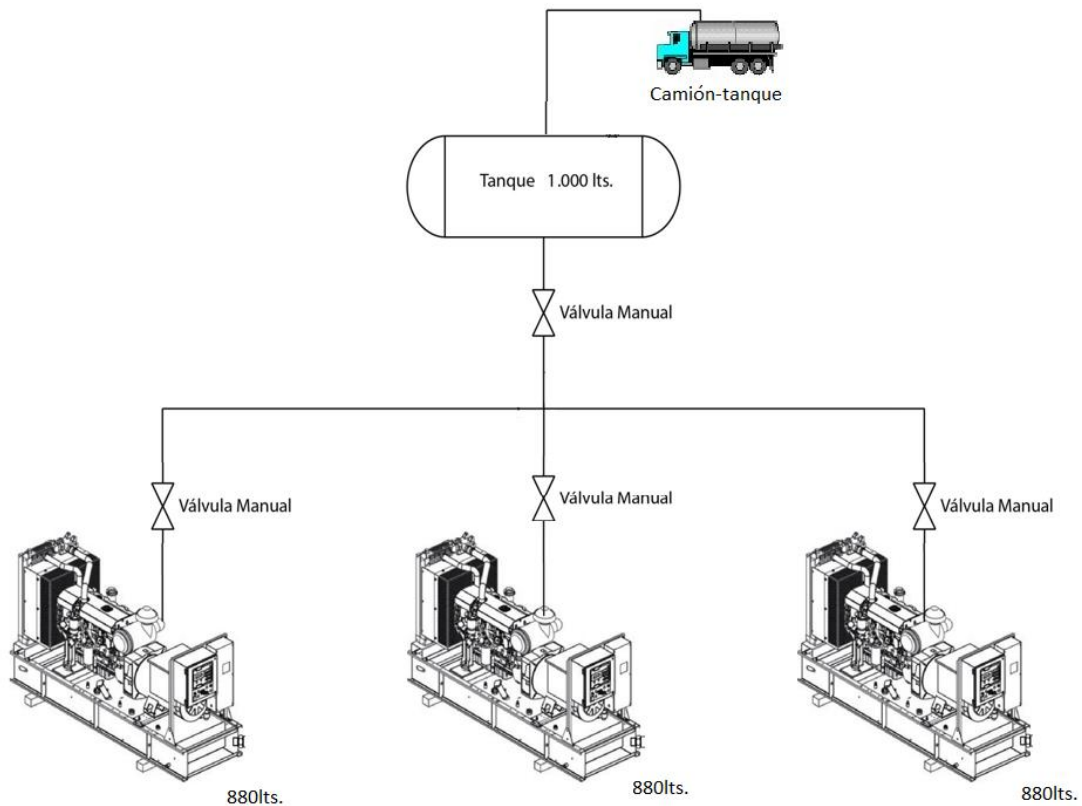


Ilustración 1-12: Sistema de llenado actual.

1.4.1 Indicadores de nivel mecánico en espiral

Estos indicadores de nivel de líquido son completamente mecánicos y no requiere energía para el funcionamiento, este proporciona la medición y muestra cuánto líquido está en su depósito.

Estas unidades son ideales para tanques de grupo electrógeno, lugares peligrosos, o áreas remotas donde no hay electricidad. La pequeña pantalla muestra una escala de vacío $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ y completo para las versiones calibrados de fábrica, lo que permite al usuario identificar rápidamente el nivel del tanque aproximada.



Ilustración 1-13: Indicador de nivel instalado en estanque de generador.

Este indicador de nivel posee un flotador y tres ejes, dos barras que le sirven de guías para el flotador y una vara en espiral que pasa por el centro del flotador conectado a un indicador, cuando el flotador sube la vara en espiral gira moviendo también el indicador.

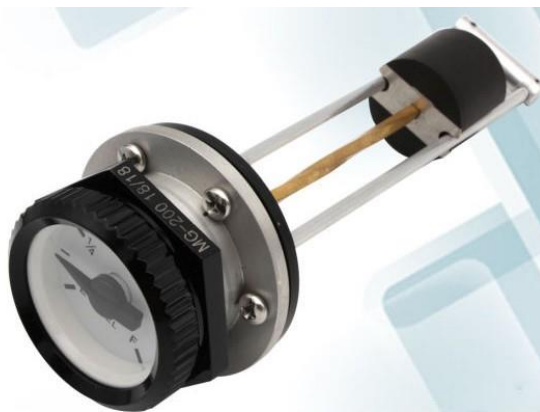


Ilustración 1-14: Indicadores de nivel mecánico en espiral.

1.4.2 Medición por vara graduada

La vara graduada se inserta verticalmente hacia el fondo del tanque como se muestra en la Ilustración 1-15, el nivel se determina leyendo directamente la longitud de la regla mojada

por el combustible. En el momento de realizar la medición, el tanque debe estar a presión atmosférica.

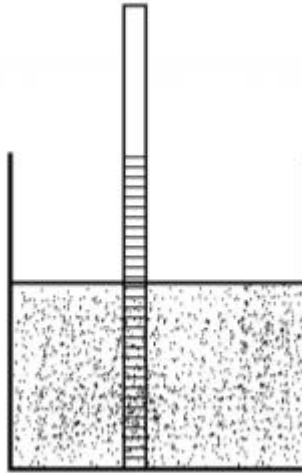


Ilustración 1-15: Medición por vara graduada.



Ilustración 1-16: Vara graduada utilizada para la medición de estanques diésel.

1.4.3 Válvula de bola

Una válvula de bola o válvula de esfera, es un mecanismo de llave de paso que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza por que el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o bola perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. La posición de la manilla de actuación indica el estado de la válvula (abierta o cerrada).

Este tipo de válvulas no ofrecen una regulación precisa al ser de $\frac{1}{4}$ de vuelta. Su ventaja es que la bola perforada permite la circulación directa en la posición abierta con una pérdida de carga bastante más reducida que las de asiento, y corta el paso cuando se gira la maneta 90° y cierra el conducto.



Ilustración 1-17: Válvula de bola.

1.5 **JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad el Sistema de respaldo eléctrico del CAA no tiene un sistema de redundancia efectivo, en si los 3 grupos electrógenos comparten la carga, no obstante, al momento de una falla en cualquiera de uno de los grupos electrógenos en el instante en que estos suministren energía al recinto el interruptor de la barra de emergencia también llamada barra de sincronismo no responderá y por lo tanto no suministrara energía a las cargas.

el cambio de control sobre el interruptor de barra de sincronismo al momento en que falla uno electrógeno hace que las practicas más críticas que se desarrollan en el CAA puedan efectuarse sin problemas tanto para los equipos y el personal médico.

El sistema de llenado de petróleo a los tanques principales desde el auxiliar es manual y no cuenta con un sistema de alarmas en caso de rebalse, fuga o escases del combustible. la inspección de los tanques principales es supervisada 6 veces dentro de las 24 horas por los operarios, solo se obtiene la información de lo que se lee en el indicador tipo reloj aguja. La inspección del tanque auxiliar es una vez a la semana y se observa el nivel a través de una vara.

La autonomía del sistema de respaldo es de 11 horas con los respectivos tanques de cada grupo electrógeno, y de 4 horas más aproximado con el tanque auxiliar. La norma exige una autonomía de 72 horas.

En la actualidad el Sistema de respaldo eléctrico del CAA no puede ser monitorizado ni controlado, en lo que respecta a la generación y los datos de parámetros eléctricos. La recolección de datos de operación de los generadores y la lectura de parámetros del sistema se realiza de modo control personal.

Con la implementación de un sistema de visualización eléctrico integrado centralizado que contenga la información de la generación eléctrica, así como de la demanda de energía del CAA, se facilitará la toma de decisiones del operador en caso de fallas del sistema ya que podrá conocer en tiempo real como está operando el edificio clínico.

2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 CONTROL AUTOMÁTICO PARA PROCESOS INDUSTRIALES

2.1.1 Introducción al Control de Procesos

La medición y el control en la industria son muy importantes. El control automático de procesos industriales es hoy en día una actividad multidisciplinar, en la que hay que tener en cuenta aspectos técnicos (electrónica, informática de sistemas, etc.), científicos (investigación de nuevos criterios y materiales, etc.) y económicos (mejora de los márgenes comerciales sin perder calidad y competitividad). Los sistemas de control sofisticados del tipo de los instalados mediante complejos elementos de instrumentación, no se han creado de la noche a la mañana, aunque el auge que viven actualmente así lo pueda parecer. Son el resultado de más de cien años de trabajo de fabricantes y usuarios, quienes no han dejado de buscar las mejores soluciones al control industrial automatizado.

2.1.2 Supervisión y control

La supervisión es el hecho de tomar nota a distancia de las variables en los procesos industriales, de forma remota y computarizada, un usuario o una máquina controla las diferentes variables que se dan en un proceso de una fábrica.

La principal función de la supervisión es la centralización del control de procesos fuera del área de control o fuera de máquina a controlar, en donde pueden actuar tanto las personas como las máquinas.

De esta separación del control hombre máquina podemos ver las dos diferencias claras de la supervisión, la supervisión activa o control manual donde el hombre a través de una pantalla simulador controla los procesos en mayor o menor grado de se están realizando, también está la supervisión pasiva o automática, es decir el computador o PC a través de su aplicación controla las variables del sistema y solo avisa a la persona cuando encuentra un error.

2.1.3 Control de Procesos

Independientemente del tipo de control que se utilicen, los objetivos del control de procesos pueden resumirse en:

- a. Operar el proceso en forma segura y estable.

- b. Diseñar sistemas de control que el operador pueda vigilar, comprender y, cuando sea necesario, manipular en forma selectiva.
- c. Evitar desviaciones importantes respecto a las especificaciones de productos durante las perturbaciones.
- d. Permitir que el operador cambie un valor deseado o punto de consigna (valor de referencia) sin perturbar indebidamente otras variables controladas.
- e. Evitar cambios considerables y rápidos en variables manipuladas que podrían incumplir restricciones de operación, o perturbar unidades integradas o situadas en escalafones inferiores.
- f. Operar el proceso en forma congruente con los objetivos de calidad de cada producto. Así, las desviaciones en la calidad podrían ser menos permisivas (mucho más costosas) en un producto que en otro.
- g. Controlar las cualidades del producto en valores que maximicen su utilidad cuando se consideren índices y valores de productos y además, minimicen el consumo de energía.

2.1.4 ¿Qué es un sistema de control?

Desde el punto de vista de la teoría de control, un sistema o proceso está formado por un conjunto de elementos relacionados entre sí. Estos ofrecen señales de salida en función de señales o datos de entrada, ver figura 3. Es importante resaltar el hecho de que no es necesario conocer el funcionamiento interno, o cómo actúan entre sí los diversos elementos, para caracterizar el sistema. Para ello, sólo se precisa conocerla relación que existe entre la entrada y la salida del proceso (principio de caja negra). El aspecto más importante de un sistema es el conocimiento de su dinámica, es decir,

cómo se comporta la señal de salida frente a una variación de la señal de entrada. Un conocimiento preciso de la relación entrada/salida permite predecir la respuesta del sistema y seleccionar la acción de control adecuada para mejorarla.

De esta manera, el diseñador, conociendo cuál es la dinámica deseada, ajustará la acción de control para conseguir el objetivo final. En vista de todo lo expuesto, se puede definir un sistema de control como el conjunto de elementos que interactúan para conseguir que la salida de un proceso se comporte tal y como se desea, mediante una acción de control.

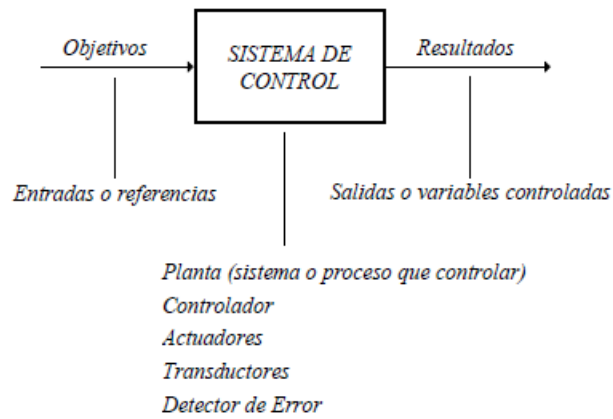


Ilustración 2-1: Diagrama de un sistema de control.

2.1.4.1 Características principales de un sistema de control

En un sistema de control automático las tareas se suelen dividir en cuatro niveles o grupos. A continuación, se describen cada una de ellas:

a. Interfaz con el proceso

Este nivel está constituido básicamente por unidades de captación de señales de entrada/salida de datos del proceso o de un operador local. Su conexión a la red permite la comunicación con sensores, captadores, accionamientos y el control manual del proceso.

El enlace entre unidades de este nivel suele efectuarse mediante redes simples o buses de campo, cuya estructura suele ser del tipo maestro esclavo o en algunos casos de maestro flotante.

b. Mando y regulación

Constituido por unidades de control, tales como Controladores Lógicos Programables (PLC por sus siglas en inglés) y programas propios, que se encargan del control automático de partes del proceso. La integración en red de estas unidades permite que se intercambien datos e información que son de utilidad para el control global del proceso.

Estas unidades suelen ejercer el papel de maestro en la comunicación con el nivel inferior, pero a su vez permiten el enlace con los niveles superiores. Dicho enlace que suele requerir redes con protocolos más elaborados.

c. Supervisión y mando centralizados

Este nivel incluye una serie de unidades destinadas al control global del proceso, terminales de diálogo, sinópticos, terminales de enlace con oficina técnica, entre otros.

Desde estas unidades se tiene acceso a la mayor parte de variables del proceso, generalmente con propósito de supervisar, cambiar consignas, alterar programas y obtener datos con vista a su posterior procesamiento.

d. Gestión y documentación

Este nivel incluye la comunicación con ordenadores de gestión y se encarga del procesamiento de los datos obtenidos para efectos estadísticos, tal como el control de la producción, y control de calidad.

En cada uno de los grupos podemos distinguir dos tipos de bloques: bloque de procesamiento y bloque de comunicación. Ambos presentan funciones distintas. Los primeros serán responsables del control propiamente dicho y del diálogo con los operadores, mientras que los bloques de comunicación tienen a su cargo asegurar las transferencias de información con la máxima rapidez y fiabilidad.

2.1.5 Sistema de control a lazo abierto

En este tipo de sistemas, la salida del proceso no tiene efecto alguno sobre la acción de control. Como se muestra en la Ilustración 2-2.

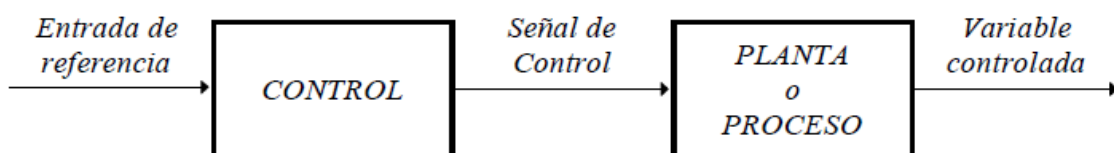


Ilustración 2-2: Diagrama de bloques de un sistema lazo abierto.

En un sistema en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia, por ello cada entrada corresponderá a una operación prefijada sobre la señal de salida. Se puede asegurar entonces que la exactitud del sistema depende en gran manera de la calibración del mismo y,

por tanto, la presencia de perturbaciones en la cadena (señales indeseadas) provocará que éste no cumpla la función asignada.

Para poder considerar una topología en lazo abierto, es necesario conocer la relación entrada/salida y garantizar la inexistencia de perturbaciones externas o de variaciones de los parámetros internos del sistema. Esto es, en general, difícil de cumplir en la práctica, y su realización implica sistemas excesivamente caros.

2.1.6 Sistema de control en lazo cerrado

En los sistemas de control en lazo cerrado, la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control. A este efecto se le denomina realimentación, ver Ilustración 2-3.

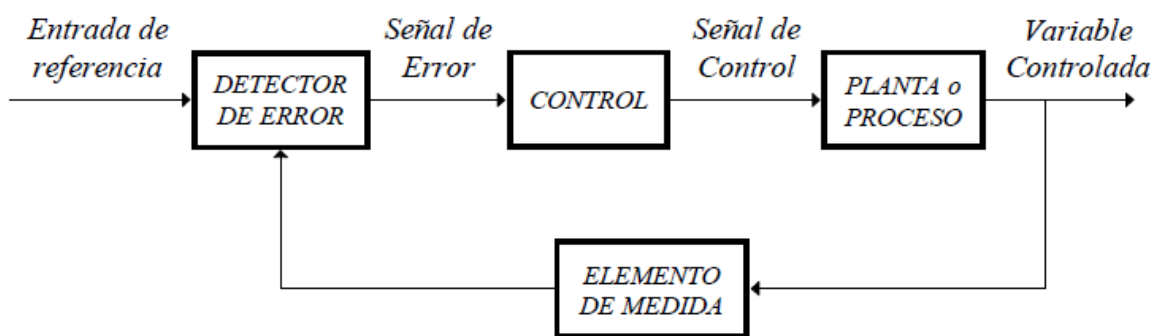


Ilustración 2-3: Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado.

La señal controlada debe realimentarse y compararse con la entrada de referencia. Para ello se envía, a través del sistema, una señal de control, que será proporcional a la diferencia encontrada entre la señal de entrada y la señal medida a la salida con el objetivo de corregir el error o desviación que pudiera existir.

2.1.7 Elementos que conforman un sistema de Control Automático

La Ilustración 2-4 se detallan los elementos que componen a un sistema de control realimentado. Seguidamente se describen, de manera elemental, cada uno de ellos:

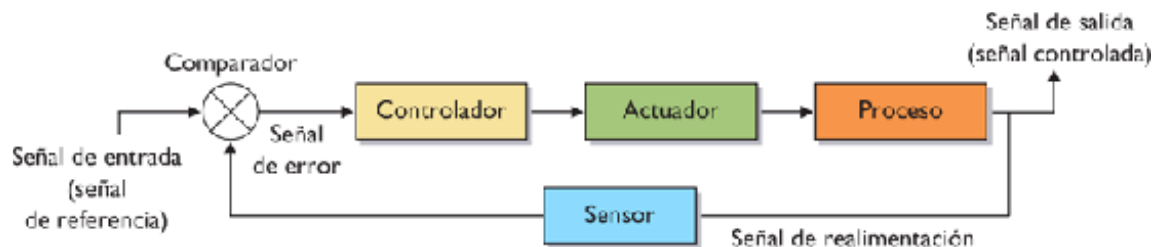


Ilustración 2-4: Elementos de un sistema de control.

a. El sensor

Detecta las variaciones de la señal de salida y, a través del lazo de realimentación, envía esta información al comparador. El elemento sensor será de distinta naturaleza en función de la magnitud que se quiera controlar (sensores de temperatura, de presión, de luz, de caudal, etc.).

b. El comparador o detector de error

Es un dispositivo que compara la señal de salida, captada por el sensor, con la señal de entrada. A partir de la diferencia entre ambas, el comparador produce una señal de error, y la envía al controlador.

c. El controlador o regulador

Interpreta el error que se ha producido y actúa para anularlo. Mientras no se detecten variaciones en la señal de salida, el controlador no realiza ninguna acción, pero si la señal de salida se aparta del valor establecido, el controlador recibe la señal de error del comparador y manda una orden al actuador para corregir la desviación.

d. El actuador

Actúa sobre la máquina o proceso modificando su funcionamiento, según las órdenes del controlador. Cuando se detecta un error en la salida del sistema, el actuador recibe y ejecuta las órdenes para llevar el proceso al funcionamiento adecuado.

El sensor y el comparador han de tener una respuesta rápida, de forma que el tiempo transcurrido desde que se detecta un cambio hasta que se actúa en consecuencia sea el mínimo posible.

2.1.8 Evolución del Control de Procesos

El control de procesos ha evolucionado históricamente hacia la consecución de un grado de automatización lo más elevado posible, pasando por:

2.1.8.1 **Control Manual**

Al principio, los procesos industriales fueron controlados manualmente por un operador. El operador observaba lo que sucedía (una bajada de temperatura, por ejemplo) y hacía ajustes (manipular una válvula) basados en las instrucciones de operación y en el propio conocimiento que el operador tenía del proceso (Ilustración 2-5). Este “lazo de control” (proceso > sensor > operador > válvula > proceso) ilustra un concepto básico en el control de procesos.

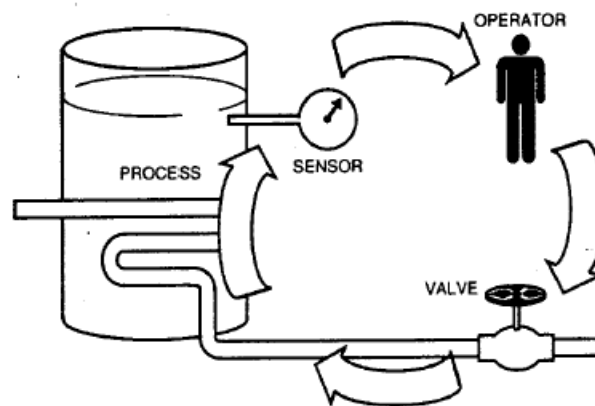


Ilustración 2-5: Control manual.

Control manual: un lazo de control que incluye el proceso, un sensor, el operador y un elemento final de control (válvula).

Con el control manual, por tanto, sólo la adecuada reacción de un operador experimentado mediaba entre una evolución normal del proceso y otra errática. Además, un operador sólo podrá observar y ajustar unas pocas variables del proceso, limitando la complejidad de las estrategias de control que puedan ser usadas bajo control manual. A todo lo anterior, habría que añadir el hecho de que la recolección de datos para un proceso controlado manualmente puede requerir una ardua labor, ya que el operador está, normalmente, demasiado ocupado para escribir “tiras de números”. Por todo ello, los datos recogidos manualmente pueden ser inexactos, incompletos y difíciles de usar.

2.1.8.2 **Controladores Locales**

Un controlador local permite a un operador llevar el control de varios “lazos” del proceso. Como un regulador de la presión del gas doméstico, un controlador local usa la energía del proceso o el aire comprimido de la planta para ajustar la posición de una válvula de control o cualquier otro elemento final de control. Los controladores locales eran muy utilizados como dispositivos de control robustos, aunque simples.

Con los controladores locales haciendo el control rutinario, un solo operador puede manejar, como se dijo antes, varios lazos de control puesto que su función sería más supervisora, ya que siempre tendrá una visión más amplia y menos exclusiva que el control manual. Por otro lado, como los controladores locales atacaban directamente al proceso, debían estar repartidos a través de la planta. Esta distribución de los controladores ocasionaba pérdidas de tiempo en ajustes, que se hacían de forma aleatoria y con más frecuencia de la deseada. Además, los controladores locales no hacían nada para eliminar la necesidad de la captación de datos manualmente y las limitaciones que esto suponía. Por todo lo anterior, se puede concluir diciendo que los controladores locales permitían el control de un mayor número de variables del proceso, pero no solucionaban los problemas que planteaba el hecho de la presencia física del operario en los lugares y momentos necesarios para hacer muchas de las operaciones.

2.1.8.3 Control Secuencial

Desde el surgimiento de los primeros sistemas de control automático, éstos realizan tareas que están compuestas por un número de pasos o estados que se ejecutan de forma secuencial. La característica fundamental de estos sistemas automáticos que trabajan con lógica secuencial, y que la diferencia de la lógica combinacional, es que sus salidas no dependen solamente del estado actual de las entradas sino también de los estados anteriores por los que transita.

El objetivo de estos sistemas de control automático no es el de minimizar el error entre un valor de referencia y el valor de la variable controlada. Ellos ejecutan una secuencia, compuesta por estados, que varía en función del valor actual de las entradas, de sus valores anteriores y, por tanto, de los estados anteriores. Cada uno de los estados tiene asociado una o varias salidas que toman valores prefijados, y pueden activar o modificar parámetros de un esquema de regulación.

2.1.8.4 Control Distribuido

El control distribuido es el paso siguiente en la evolución de los sistemas de control que se han expuesto en el punto anterior. Así, en los sistemas centralizados, ya clásicos, su potencia de tratamiento se concentra en un único elemento (el ordenador central), mientras que en el

control distribuido la potencia de tratamiento de la información se encuentra repartida en el espacio. Podríamos decir que los sistemas de control distribuido fueron desarrollados para proporcionar las ventajas del control por ordenador, pero con más seguridad y flexibilidad.

2.1.9 Variables en un Sistema Control Automático

La Ilustración 2-6 brinda un esquema de las variables implicadas en un sistema de control.

Éstas se pueden clasificar en la siguiente forma:

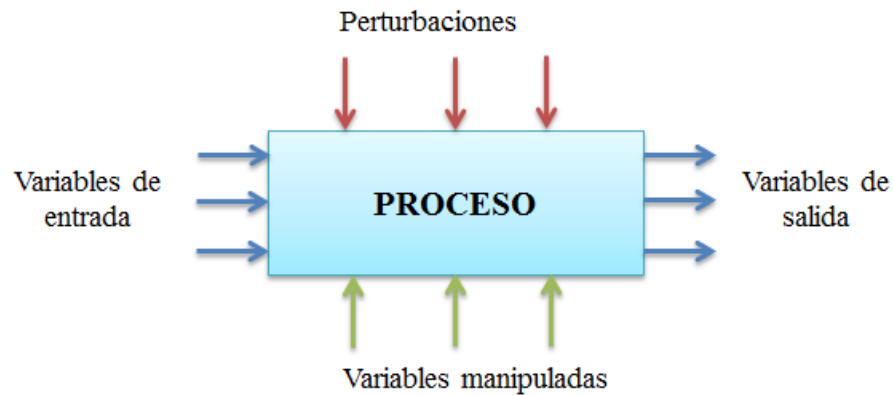


Ilustración 2-6: Variables de un sistema de control Automático.

I. Clasificación según la naturaleza de la señal

a. Entradas al proceso (Variables manipuladas o variables de control)

Son aquellas variables sobre las cuales se ejerce una acción directa y mediante estas se influye en el comportamiento del proceso.

b. Salidas del proceso (Variables controladas)

Son aquellas variables de las cuales interesa que mantengan un comportamiento determinado y la acción sobre ellas se logra a través de las variables de control.

c. Perturbaciones

Una perturbación es una señal que tiende a afectar adversamente el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema, se le denomina *interna*, al contrario de una perturbación *externa* que se genera fuera del sistema y constituye una entrada para el mismo.

II. Clasificación según el tipo de señal

a. Señales Digitales

Este tipo de señales no tiene una variación continua como las señales análogas, sino que su evolución se rige por un determinado conjunto finito de valores posibles. Según donde tome este conjunto de valores, se podrá distinguir entre señales discretas en amplitud o discretas en tiempo.

b. Señales Analógicas

Son variables eléctricas que evolucionan en el tiempo en forma análoga a alguna variable física. Estas variables pueden presentarse en la forma de una corriente, una tensión o una carga eléctrica. Varían en forma continua entre un límite inferior y un límite superior. Cuando estos límites coinciden con los límites que admite un determinado dispositivo, se dice que la señal está *normalizada*. La ventaja de trabajar con señales normalizadas es que se aprovecha mejor la relación señal/ruido del dispositivo.

2.1.10 Instrumentación

2.1.10.1 Sensores y detectores

Con los sensores y transmisores se realizan las operaciones de medición en el sistema de control. En el sensor se produce un fenómeno mecánico, eléctrico o similar, el cual se relaciona con la variable de proceso que se mide. El transmisor, a su vez, convierte este fenómeno en una señal que se puede transmitir y, por lo tanto, ésta tiene relación con la variable del proceso.

Existen tres términos importantes que se relacionan con la combinación sensor transmisor: la escala, el rango y el cero del instrumento. A la escala del instrumento la definen los valores superior e inferior de la variable a medir del proceso. Por ejemplo, si se considera que un sensor-transmisor se calibra para medir la presión entre 20 psi y 50 psi de un proceso, se dice que la escala de la combinación sensor-transmisor es de 20-50 psi. Por su parte, el rango del instrumento es la diferencia entre el valor superior y el inferior de la escala. Para el instrumento citado en el ejemplo anterior el rango es de 30 psi. El valor inferior de la escala se conoce como cero del instrumento. Este valor no necesariamente debe ser cero para llamarlo así.

2.1.10.2 Actuadores

Es aquel equipo que sirve para regular la variable de control y ejecutar la acción de control. Es conocido como el elemento final de control. Estos pueden ser de tres tipos:

Actuadores Eléctricos: Usados para posicionar dispositivos de movimientos lineales o rotacionales. Por ejemplo, motores, relés, interruptores, electroválvulas.

Actuadores neumáticos: Trabajan con señales de presión. Estas señales son convertidas a movimientos mecánicos. Por ejemplo, pistones neumáticos, válvulas.

Actuadores hidráulicos: Operan igual a los neumáticos, son empleados en tareas que requieren mayor fuerza como acciones de levantar compuertas, mover grúas, elevadores, entre otras.

2.1.10.3 Válvulas de control

Las válvulas de control son los elementos finales de control más usuales y se les encuentra en las plantas de proceso, donde manejan los flujos para mantener en los puntos de control las variables que se deben controlar. La válvula de control actúa como una resistencia variable en la línea de proceso. Mediante el cambio de su apertura se modifica la resistencia al flujo y, en consecuencia, el flujo mismo. Las válvulas de control no son más que reguladores de flujo. Y se clasifican en diferentes tipos tales como: Válvulas de globo, Válvulas de Compuerta, Válvulas de Retención, Válvulas de Bola, Válvulas de Paso macho, Válvulas de Aguja, y Válvulas de Mariposa, entre las más importantes que se pueden mencionar.

2.1.11 Controladores de Lazo

2.1.11.1 Controlador On/Off

La salida del controlador ON-OFF, o de dos posiciones, solo puede cambiar entre dos valores al igual que dos estados de un interruptor. El controlador no tiene la capacidad para producir un valor exacto en la variable controlada para un valor de referencia dado pues el controlador produce una continua desviación del valor de referencia.

La acción del controlador de dos posiciones tiene un simple mecanismo de construcción.

Por esa razón este tipo de controladores posee un amplio espectro de uso en aplicaciones industriales. Los controles ON-OFF son comúnmente utilizados en sistemas de regulación de temperatura.

Los controladores mecánicos de dos posiciones normalmente poseen algo de histéresis. Por el contrario, los controladores electrónicos usualmente funcionan sin histéresis. La histéresis está definida como la diferencia entre los tiempos de apagado y encendido del controlador.

El usar un controlador de acción de dos posiciones da como resultado una oscilación de la variable controlada. Para determinar la regulación del controlador, son importantes los parámetros amplitud y período de tiempo de la oscilación. La oscilación depende de muchos factores, el período de tiempo está en función del tiempo muerto del sistema y la posible histéresis del controlador. La histéresis también está directamente influenciada por la amplitud de la oscilación la cual es adicionalmente dependiente de los valores del factor de histéresis y la magnitud del escalón en la variable de entrada.

El empleo de controladores electrónicos analógicos o digitales con histéresis ajustable, permite eliminar o reducir las oscilaciones a la salida del controlador, definiendo el valor de la Banda de Histéresis adecuado para el proceso a controlar.

2.1.12 Controladores Lógicos Programables

Los PLC, en sus inicios, se concibieron como circuitos electrónicos basados en un microprocesador que tenían que funcionar como una lógica estática, pero de manera que las funciones a realizar fuesen programadas y, por tanto, fácilmente modificables.

A fin de que la programación y el mantenimiento fuesen posibles sin una formación del personal, la inmensa mayoría de los equipos permitían una programación a base de reproducir un

diagrama de relés. Un autómatas programable industrial es una máquina electrónica, históricamente programable por personal no informático, preparada para realizar, en ambiente industrial, automatismos combinatorios y secuenciales en tiempo real.

Se trata pues, de un ordenador pensando, tanto en los aspectos de software, para la automatización industrial. Actualmente, dada la evolución de estos equipos, y a pesar de que pueden ser programados por personal no informático resulta muy conveniente que el personal encargado tenga ciertos conocimientos de dicha materia.

2.1.12.1 Características del PLC

Algunas características fundamentales de este componente son las siguientes:

- Constituyen elementos inteligentes de control, potentes, de alta fiabilidad y robustez.
- Presentan estructura modular, expandible.
- Alta flexibilidad en la configuración tanto del software como del hardware.
- Emplean lenguajes de programación de alto nivel, con lenguajes estructurados, programación sencilla y elementos de programación bien diseñados acorde a las aplicaciones industriales.
- Alta capacidad de realización de tareas (multitareas) y operación en tiempo real.
- Adaptabilidad máxima gracias a diferentes tipos y gran número de módulos de entrada/salidas configurables, garantizando alta versatilidad según el tipo de aplicación, incluyéndose módulos con funciones inteligentes (comunicación, regulación PID, control de motores, entre otros).
- Permiten la realización del tratamiento primario de la información (filtraje, conversión A/D y D/A y linealización).
- Amplias facilidades de comunicación (a través de procesadores de comunicación) con elementos periféricos de todo tipo (computadoras, impresoras, instrumentación digital, autómatas).
- Capaces de formar redes de comunicación de alto nivel que garantizan la transmisión de información segura y transparente a todos los niveles dentro de la jerarquía de automatización.
- Conforman familias de grado de potencialidad y prestaciones ascendentes, garantizando niveles de funcionalidad escalonada.

2.1.12.2 Lenguajes y sistemas de programación

Para preparar un automatismo se debe diseñar primero la lógica que este tiene que seguir y, una vez acabado el diseño de dicha lógica, se tiene que explicarlo al autómeta a fin de que éste pueda entenderlo y llevarlo a la práctica. El método que use para crear el automatismo no tiene ninguna importancia mientras después sea capaz de traducirlo a alguna forma inteligible para el autómeta. Los métodos de entrar el automatismo al autómeta (lenguajes de programación) son diversas.

2.1.12.3 Diagrama de contactos

Esta técnica es también conocida como diagramas de relés. Es la forma más corriente de programar un autómeta. En ella se trata de realizar un esquema como si se tuviese que hacer un automatismo con relés. Esto se entra gráficamente en el software del autómeta.

Este lenguaje tiene la ventaja de que los técnicos de mantenimiento están

acostumbrados a dibujar circuitos lógicos con relés. En la mayor parte de los autómetas el circuito se dibuja según el método americano en símbolos son diferentes y las líneas lógicas van horizontales con las salidas a la derecha, tal como se ve en la Ilustración 2-7.

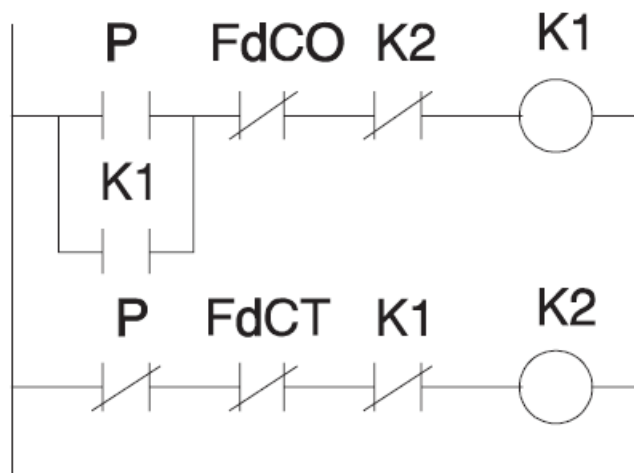


Ilustración 2-7: Diagrama de contactos.

2.1.12.4 Puertas Lógicas.

Consiste en hacer un esquema como si tuviese que hacer un automatismo electrónico.

Este método tiene la ventaja de ser sencillo para aquellos que han trabajado antes con puertas lógicas tal como se visualiza en la Ilustración 2-8.

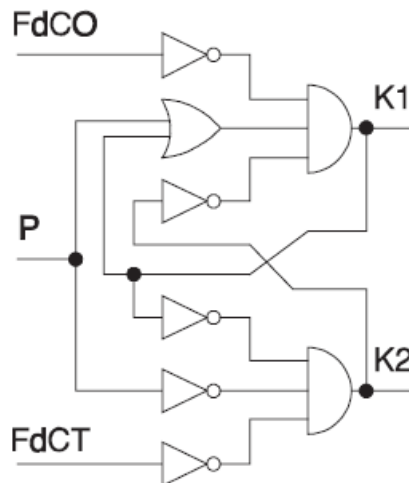


Ilustración 2-8: Puertas lógicas.

2.1.12.5 Diagrama funcional

Consiste en hacer un circuito similar al de las puertas lógicas como se muestra en la Ilustración 2-9, pero con bloques funcionales. Los símbolos que se usan habitualmente en los bloques funcionales son:

- & Función y (AND).
- O Función o (OR).
- =1 Función o-exclusiva (EXOR).
- = Función igual.

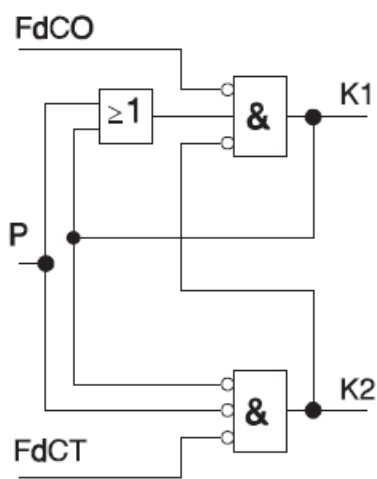


Ilustración 2-9: Diagrama funcional.

2.1.12.6 Diagrama de Flujo

Es un método parecido a los árboles de decisión que se usan también en algorítmica. Consta de cajas en forma de rombo y de rectángulo como se ve en la Ilustración 2-10. Los rombos son preguntas con respuestas *sí* o *no* y los rectángulos son acciones consecuentes.

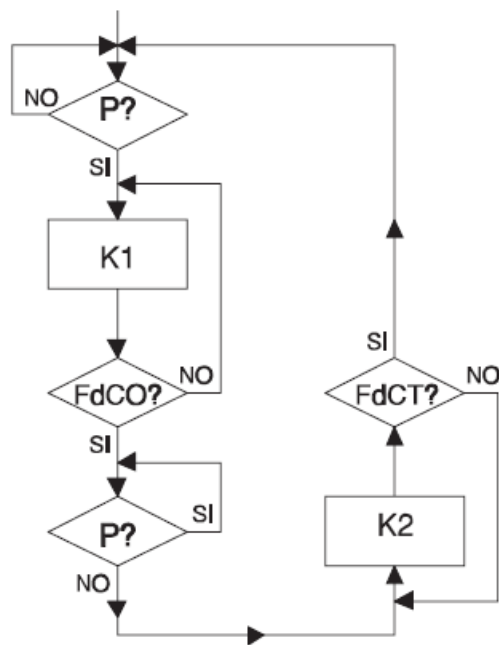


Ilustración 2-10: Diagrama de flujo.

2.1.12.6.1

2.1.12.7 Comunicaciones digitales

Desde el punto de vista del operario de planta, la automatización no es más que un medio económico y de cierto nivel de calidad de controlar el proceso. Los grandes instrumentos con indicadores de agujas, los volantes de cierre manuales, las válvulas y las mirillas estuvieron al orden del día hasta la década de los años cincuenta. La inteligencia de un plan de producción dependía de las mentes de empleados experimentados que disponían etiquetas por todas partes. La medición y el control se efectuaban “a ojo” a medida que se necesitaba. Sin embargo, la aparición de los transmisores, con su capacidad para convertir variables de proceso en corriente eléctrica transmisible, posibilitó a los propietarios la automatización progresiva de sus plantas de proceso. Actualmente, la presencia de ordenadores, PLC y sistemas de distribuidos de control e instrumentación se han convertido en herramientas habituales del paisaje que configuran los entornos de proceso, para la ayuda y conveniencia en la optimización de procesos y en la productividad de alto nivel.

Los primeros elementos de automatización significaron el tener que hallar métodos y medios de registro y transmisión de todas las variables de proceso importantes, como la temperatura, presión, el caudal, el nivel, etc. El paso siguiente consistió en sustituir por reguladores, servo válvulas, posicionadores y válvulas de control remoto los actuadores de tipo antiguo, volantes de cierre, válvulas de corredora, etc. Evidentemente, la calidad del resultado del proceso depende en gran medida de la precisión de los equipos decampo.

2.1.13 Protocolo HART

El protocolo HART (acrónimo en inglés de highway addressable remote transducer) es un protocolo abierto de uso común en los sistemas de control, que se emplea para la configuración remota y supervisión de datos con instrumentos de campo. Este protocolo aun no siendo un bus de campo, pues los instrumentos se cablean a los módulos de entrada/salida de un sistema de control, tiene una funcionalidad asimilable, en cuanto a la gestión y configuración que permite sobre los equipos.

2.1.13.1 Funcionamiento

Este protocolo permite comunicar con un instrumento de campo sobre un lazo de corriente 4-20 mA, tanto los datos de configuración y parámetros como las medidas de proceso como temperatura, caudal, presión o cualquier otra. La información de control del instrumento

se modula digitalmente sobre el lazo de corriente y por tanto no hay interferencias entre ellas. Su velocidad es de 1200 bps, de forma que el equipo maestro puede actualizar la información varias veces por segundo.

En ausencia de un estándar de comunicaciones aceptable en la industria, se fue estableciendo, más o menos por omisión, la señal analógica 4 – 20mA, que es la señal que se emplea incluso hoy en día en la mayoría de plantas para transmitir información entre los equipos de medición y los actuadores, a pesar de que esta señal carece intrínsecamente de la capacidad de trabajo por red. La magnitud de 4mA corresponde al valor inicial y 20 mA al valor de fondo de escala, de modo que el campo de valores total se comprime en un manejable intervalo de 16 mA.

Los equipos a dos hilos requieren una corriente de alimentación de 4mA de intensidad.

Las dos principales ventajas de emplear señales de 4-20 mA son: que resulta intrínsecamente seguro y que es de fácil transmisión por dos hilos. Estos dos aspectos le han conferido su aceptación universal. La configuración también permite la detección inmediata de circuitos abiertos en la Tabla 2.1 se lee su interpretación.

Tipo de valor	medición	señal
Valor inicial	0 m3/h (0 gpm)	4 mA
Valor de fondo	100 m3/h (440 gpm)	20 mA
Valor medio	50 m3/h (220 gpm)	12 mA

Tabla 2.1: Ejemplo de Interpretación de la señal 4-20mA.

2.1.13.1.1

2.1.14 Escalamiento

Para conocer la salida o la entrada de un transmisor se usan los escalamientos. Mediante el escalamiento se puede convertir una señal dentro de un rango a otro rango, esto se hace buscando la relación entre la entrada y la salida del transmisor. La mayoría de los transmisores son lineales, por esta razón, la relación corresponde a la ecuación de una línea recta. Para el ejemplo de un tanque, si el transmisor tiene una salida de 16,8 mA (suponiendo el rango de 4 a 20 mA) y se quisiera encontrar el porcentaje de nivel del tanque (en el rango de 0 a 100%) el valor correspondiente sería de 80%, como se ilustra en la figura.

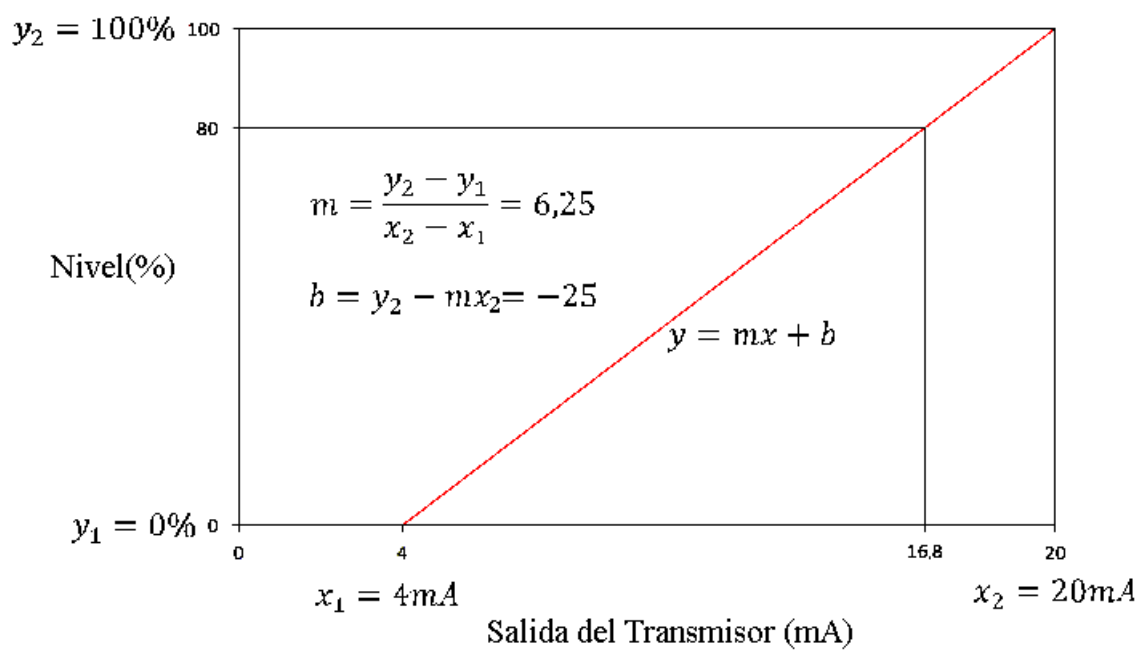


Ilustración 2-11: Escalamiento.

2.1.15 Sistemas de llenado de fluidos

En las industrias se requiere por lo general tener una producción continua de un producto, si dicho producto requiere tener el control del volumen de agua dentro de su proceso de fabricación o en cuyo caso se desea evitar que un líquido se derrame o se pierda dentro del proceso, se debe tener un control para la medición del nivel del líquido que se esté tratando dentro de un recipiente contenedor, sin embargo, a nivel industrial se torna más compleja su resolución.

Los sistemas de llenado de agua o algún fluido son indispensables en las industrias y estos son controlados a través de sensores y actuadores de forma automática a través de un programador lógico controlado o un circuito de control eléctrico común. Los sensores envían una señal al controlador para que la bomba arranque o pare dependiendo del nivel que se requiera en el tanque, los sensores más comunes empleados para controlar el rebose de un tanque son los sensores de boya o flotadores, los cuales envían un pulso al PLC.

2.1.16 Normas y estándares oficiales de protección

Los estándares oficiales obligan a los fabricantes a producir sus productos según un estándar específico. Estos estándares hacen referencia a aspectos tales como el aislamiento, las distancias entre conductores, las corrientes y los voltajes máximos, etc., para componentes

específicos. Cada fabricante debe ser capaz de establecer, por lo menos, con qué estándares se aviene su producto. Muchos fabricantes aplican sus propios criterios de estandarización que superan los estándares que exige la industria.

Estos estándares adicionales pueden referirse al empleo de los componentes de esa marca y a la disponibilidad de circuitos integrados y transistores. El empleo de resistores de película metálica, condensadores de tantalio y contactos con baño de oro han aumentado la fidelidad de los equipos y los niveles de confianza. Las verificaciones nacionales independientes y las organizaciones de certificación certifican los equipos fabricados y también contribuyen a los estándares oficiales. Uno de los estándares más conocidos es el de la protección contra intrusión de material sólidos y/o prevención de penetración de agua, es decir, el Ingress Protection. Los estándares disponibles son el EN 60529 = DIN VDE 0470 europeo y el NEMA No. 250 americano.

El estándar IP es la descripción de medidas diseñadas para proteger tanto los cabezales como el equipo que hay en el interior. También presta atención a la protección contra influencias o condiciones externas tales como impactos mecánicos, corrosión disoluciones cáusticas (por ejemplo, líquidos refrigerantes y líquidos de corte refrigerantes), moho, plagas (insectos), exposición a la radiación solar o hielo.

IP x. El primer dígito indica: protección contra impacto y penetración por cuerpos extraños. El segundo dígito indica: protección contra agua. IP (International Protection).

2.1.17 RS-LOGIX Y RS-LINUX.

2.1.17.1 Generalidades

Los programas necesarios para programar el PLC SLC 500 son: RSLogix y RSLinx, propiedad de Allen Bradley. Estos programas son diseñados para un PC con una plataforma Windows de 32 bits versión 95 ó superior.

En la aplicación RSLogix el usuario puede configurar el PLC y programar el *algoritmo de control*. Configurar el PLC es importante, pues se debe corroborar que las direcciones de las variables de entrada/salida que se utilizan en el *programa* corresponden realmente a los módulos conectados al chasis. RSLogix permite escribir el programa y descargarlo en el PLC.

El programa RSLinx es una aplicación de comunicación entre los sistemas operativos Windows de 32 bits versión 95 ó superior y una serie de aplicaciones creadas por Rockwell Software para Allen Bradley, entre ellas, RSLogix.

2.1.17.2 Tiempo de ciclo del PLC SLC 500

La operación básica del CPU es ejecutar, de forma repetitiva, el *programa* que fue cargado por el usuario en la memoria del PLC. El tiempo de ciclo es el tiempo que requiere el CPU para ejecutar ese programa una sola vez. Este tiempo se divide en:

- a. Tiempo de actualización de entradas: Durante esta etapa, el CPU lee los datos de entrada y genera una imagen de entrada que almacena en un espacio de la memoria.
- b. Tiempo de ejecución de programa: Aquí el CPU ejecuta, línea por línea, las instrucciones del programa.
- c. Tiempo de actualización de las salidas: Durante este intervalo el CPU escribe los nuevos datos obtenidos del algoritmo de control en la imagen de salida.
- d. Tiempo de configuración: Es el tiempo utilizado por el CPU para operaciones internas propias de su operación.

2.1.17.3 Programación del PLC mediante la aplicación RSLogix

La aplicación RSLogix permite crear y cargar un programa en el PLC. Además, permite actualizarlo y modificarlo según lo requiera el usuario. Para realizar un programa se deben seguir los siguientes pasos:

- I. Abrir el programa RSLogix, previamente instalado en un computador personal.

- II. Crear un proyecto nuevo. En el cuadro de diálogo que se despliega, se debe dar un nombre al procesador ó CPU, escoger el tipo de CPU. En manipulador “Driver”, se debe escoger el manipulador creado en la aplicación RSLinx. Además, se debe escoger un nodo “Processor Node” de comunicación que se asignará al PLC.

- III. En la ventana del proyecto, seleccionar la opción configurar IO “IO Configuration” en la carpeta Controlador “Controller”. Aquí, se deben configurar los módulos que están instalados en el PLC, especificando el modelo y el número de ranura que ocupan. Se debe escoger, también, el modelo de la fuente instalada en el chasis. La configuración de los componentes del PLC es muy importante, pues identifica las direcciones de entrada o salida válidas, y, dependiendo del CPU instalado, las funciones que puede realizar el PLC.

- IV. En el menú “Comms” y en la opción Comms de sistema “System Comms” se debe escoger el Nodo de Procesador “Processor Node” definido en el paso 2. Además, en última configuración “Last Configured” se debe escoger el nombre de la estación con que se está trabajando según RSLinx. Después se debe presionar Aplicar “Apply”. Si la configuración está bien realizada, en el espacio Manipulador “Driver” deberá aparecer: AB_DF1-1.

- V. Ahora se puede proceder a crear el programa que especificará el algoritmo de control. El área de programación está a la derecha, en la ventana del proyecto. Para introducir instrucciones de programa en una línea, ésta se debe seleccionar, marcándola en rojo.

Las instrucciones están disponibles en una barra deslizable sobre el área del programa. Estas instrucciones serán colocadas en la fila seleccionada en el orden que el usuario las seleccione.

- VI. Una vez que se ha terminado de introducir la lógica del algoritmo de control, se debe corroborar que no se han cometido errores de sintaxis. Para ello, se puede seleccionar la opción verificar programa “verify program” en el menú Editar “Edit”.

- VII. Si el *programa* no tiene errores, puede ser guardado con un nombre adecuado en un directorio del PC, bajo la extensión “.RSS”. Una vez guardado se descarga al PLC. Para ello conecte el PLC a la computadora, mediante el cable serial. En el botón que dice Fuera de línea “OFFLINE” en la esquina superior izquierda de la ventana del proyecto, escoja la opción Descargar “DOWNLOAD”. El *programa* será transferido al PLC. Una vez terminada la descarga, RSLogix preguntará si se quiere Estar en línea “go on line”, esto significa que el *programa* puede ser monitoreado y modificado desde el PC. Si escoge NO, la computadora queda desconectada del PLC. Si se escoge SI “YES”, la función en línea queda activa.

- VIII. Una vez que todo el equipo ha sido conectado y revisado, se puede poner en marcha la ejecución del programa. Para ello se debe girar la llave en el panel frontal del PLC a la posición CORRER “RUN”.

2.1.17.4 Elementos Básicos de los programas escritos en la aplicación RSLogix

El programa contiene el algoritmo que utiliza el PLC para obtener las salidas a partir de una configuración de entradas dada.

La serie de procesadores SLC 500 tiene un set de instrucciones, codificadas en lenguaje escalera, que especifican todas las operaciones que el PLC puede realizar. Los objetos sobre los que las instrucciones actúan se llaman elementos de lenguaje.

Estos elementos residen en la memoria interna del PLC. La memoria está estructurada en archivos, cada uno con una capacidad de 256 elementos. Cada elemento está formado de 16 bits, 32 bits o 48 bits dependiendo del tipo de archivo. Existen archivos de datos y de programa.

2.1.17.5 Elementos de Lenguaje

Dependiendo del tipo, los archivos de dato se pueden clasificar en: salida, entrada, estado, bit, temporizador, contador, control, entero y punto flotante. Existen 256 archivos de dato disponibles. El tipo de archivo específico es definido por el usuario, excepto para los primeros 9, los cuales están definidos con un tipo predeterminado. La forma en que el CPU direcciona un elemento dentro de un archivo depende de la clase de archivo que se trate. Un elemento, entonces, es caracterizado por el archivo en donde se encuentra. Para el caso de los archivos de programa existen solamente dos tipos: de sistema y de programa.

2.1.17.6 Configuración de las comunicaciones mediante el programa RSLinx

Para poder tener una comunicación entre el PLC y el computador donde se utilizarán RSLogix, se debe ejecutar y configurar RSLinx. Para ello, abra RSLinx mediante el vínculo en el apartado ROCKWELL SOFTWARE, en el submenú programas del menú inicio en Windows.

Seguidamente se debe configurar el controlador de la comunicación entre el PC y el PLC. En el menú Comunicaciones “Communications” se debe escoger la opción Configurar controlador “Configure Driver”. En el recuadro controladores disponibles “Available Drivers” escoger el controlador RS-232 DF1 Devices, presionando agregar nuevo “Add New”.

En la pantalla que se despliega, configure lo siguiente:

- Nombre del artefacto “Device Name”: AB_DF1-1.
- Puerto Comm “Comm Port”: COM1.
- Artefacto “Device”: SLC-CH0/Micro/PanelView.
- Tasa de baudios “Baud Rate”:19200.
- Número de Estación “Station Number”: 00.
- Paridad “Parity”: None.
- Revisión de Error “Error Checking”: BCC.
- Bits de Parada “Stop Bits”: 1.
- Protocolo “Protocol”: Full Duplex.

Una vez hecho esto, presionar OK.

De esta manera queda configurada la aplicación RSLinx. El programa no debe cerrarse hasta que se termine de utilizar la comunicación entre el PLC y el PC.

2.1.18 Principios básicos del tia portal versión 14

El Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) integra diferentes productos SIMATIC en una aplicación de software que le permitirá aumentar la productividad y la eficiencia del proceso. Dentro del TIA Portal, los productos TIA interactúan entre sí, ofreciéndole soporte en todas las áreas implicadas en la creación de una solución de automatización. Una solución de automatización típica abarca lo siguiente:

- Un controlador que controla el proceso con la ayuda del programa.
- Un panel de operador con el que se maneja y visualiza el proceso

En TIA Portal se configura tanto el control como la visualización en un sistema de ingeniería, los componentes de programación (STEP 7) y visualización (WinCC) no son programas independientes, sino editores de un sistema que accede a una base de datos común. Todos los datos se guardan en un archivo de proyecto común.

2.1.19 Sincronización en sistemas de generación eléctrica.

Es el término empleado cuando se operan dos o más fuentes de CA en paralelo, para alimentar una carga común.

- Dos o más generadores entre sí.
- Un generador con la compañía suministradora de energía eléctrica.
- Dos o más generadores con la compañía suministradora de energía eléctrica.

Un sincronizador automático tiene que comparar la tensión, frecuencia, secuencia de fases y diferencia entre fases de los dos sistemas que se desean sincronizar,

permitiendo la conexión en paralelo, únicamente dentro de los límites preestablecidos por las normas en cuestión. Además, tiene que tomar en consideración el tiempo propio del interruptor y eventualmente también el de un relevador auxiliar para cerrar el circuito principal de corriente,

en el momento en que exista una coincidencia de parámetros dentro de las tolerancias permitidas por las normas.

La compañía suministradora de energía eléctrica, tiene muchas tarifas basadas en la demanda de carga del cliente. En algunos casos, si se excede un nivel específico de carga, durante ciertas épocas del año ó en horarios pico, las tarifas se pueden incrementar. Una solución para ahorrar dinero y energía es sincronizando el ó los equipos electrógenos a la red comercial de suministro de energía eléctrica.

Una planta de emergencia estándar que se desee trabajar para aplicaciones de:

cogeneración, operación en horas pico (con alto costo de las tarifas eléctricas), reducción de la demanda máxima, exportar energía a la red normal o simplemente para eliminar los transitorios que se generan en el momento de la retransferencia, se requiere sincronizar con la red comercial de suministro de energía eléctrica, estableciendo la potencia a suministrar por la planta a la carga en forma constante.

En caso de fallar de la red comercial de suministro de energía eléctrica, la(s) planta(s) que conforman el sistema de emergencia, arrancan y se sincronizan automáticamente a un bus de emergencia y después se efectúa la transferencia en forma normal (transición abierta). Durante la operación de los equipos, la carga se reparte automáticamente en forma proporcional, dependiendo de la capacidad de los mismos y se controla el arranque y paro de equipos en función de la demanda de la carga. Una vez que se restablece el suministro de energía eléctrica de la red comercial, se efectúa la Re transferencia de la carga, quedando los equipos en operación en vacío para enfriamiento; transcurrido el periodo de enfriamiento, los equipos se paran esperando una nueva señal de arranque.

Beneficios

Los actuales sistemas de control permiten emplear una planta de emergencia para sincronizarse con la red, obteniendo los siguientes beneficios:

- Disminución de un 50% de las interrupciones a la carga cuando se efectúan las transferencias.
- Realizar pruebas con carga cuando se requiera, sin provocar interrupciones.
- Operar en horario punta (autoabastecimiento) o en máxima demanda.
- Disminuir los picos de demanda de la carga (Peak Shaving)
- Ahorros considerables en el costo de la energía.
- Evitar los cobros por consumo excesivo (máxima demanda).

2.1.19.1 Requisitos para sincronizar

- a. Tener un gobernador de Frecuencia: Todos los grupos electrógenos deben estar equipados con un sistema para mantener la frecuencia del generador de salida dentro de límites aceptables.

El grado de precisión varía con los requerimientos de la implementación. La selección del gobernador será determinada por los límites de la precisión requerida, las características de la carga, la necesidad de una operación en paralelo, el grado de automatización y el capital disponible para la instalación.

- b. Tener un regulador de Voltaje: Contar con un regulador de voltaje para que la salida no varíe en más del 2% con variaciones de carga que van de cero a carga plena.
- c. Mantener una diferencia de voltaje de $\pm 10\%$
- d. Mantener una diferencia de Angulo menor a ± 10 grados
- e. Mantener un deslizamiento de frecuencia menor a 0.1 Hertz
- f. Compensar el tiempo de cierre del contactor

2.1.20 Concepto de carga

En un sistema de distribución de energía eléctrica es la parte terminal del sistema que convierte la energía eléctrica a otra forma de energía. Por ejemplo, un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Más aún, este concepto incluye a todos los artefactos que requieren de energía eléctrica para funcionar o realizar un trabajo. La suma de las intensidades o potencias de placa de todos los artefactos de consumo dependientes del sistema de distribución de energía eléctrica, o de una parte de él, constituye su carga conectada y representa la máxima demanda posible de una instalación.

2.1.21 Demanda eléctrica

En un sistema es la intensidad de corriente, o potencia eléctrica, relativa a un intervalo de tiempo específico, que absorbe su carga para funcionar. Ese lapso se denomina intervalo de demanda, y su indicación es obligatoria a efecto de interpretar un determinado valor de demanda.

2.1.22 Definición de OPC

El OPC (OLE for Process Control) es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales, basado en una tecnología Microsoft, que ofrece una interfaz común para comunicación que permite que componentes de software individuales interactúen y compartan datos OPC es el estándar de interoperabilidad para el intercambio seguro y confiable de datos en el espacio de automatización industrial y otras industrias. Es independiente de la plataforma y garantiza el flujo continuo de información entre los dispositivos de múltiples proveedores.

OPC crea un idioma estándar que incluso permite la interconexión de diferentes sistemas y dispositivos.

El cliente (OPC Client) solicita. El servidor (OPC Server) traduce un protocolo del propietario, por ejemplo, el protocolo de Siemens S7 para hablar con el estándar OPC.

2.1.23 KEPServerEX

Es una plataforma de conectividad industria que proporciona una única fuente de datos de automatización industrial para todas sus aplicaciones. El diseño de la plataforma permite a los usuarios conectar, administrar, monitorear y controlar diversos dispositivos de automatización y aplicaciones de software a través de una interfaz de usuario intuitiva. KEPServerEX aprovecha OPC (el estándar de la industria de la automatización para la interoperabilidad) y los protocolos de comunicación centrados en TI (como SNMP, ODBC y servicios web) para proporcionar a los usuarios una única fuente de datos industriales. Esta plataforma se caracteriza por el desarrollo intuitivo para cumplir con los requisitos de rendimiento, confiabilidad y facilidad de uso de los usuarios.

3 CAPÍTULO III: DESARROLLO

3.1 PLC MICROLOGIX 1100

Este capítulo contiene las generalidades del PLC Micrologix 1100, además, se revisan aspectos de funcionamiento del proceso y programación del sistema.

Un PLC (Programable Logic Controller - controlador lógico programable) es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar secuencialmente procesos en tiempo real en un ámbito industrial. El PLC utilizado de numero de catálogo 1763-L16BBB, marca Allen-Bradley, es del tipo compacto. En su panel frontal tiene pantalla LCD con teclas para poder navegar y configurar de forma básica, que además para su configuración muestra la dirección MAC y después de configurado en una computadora se detalla el número de IP. También nos permite ver los estados de las entradas/salidas y con led se detalla el estado del PLC (POWER/RUN/FAULT Y FORCE).



Ilustración 3-1: PLC Micrologix 1100

Fuente: Rockwell Automation, 2011.

Este PLC tiene 12 entradas (10 entradas digitales, 6 de 24 VCC, 4 de 24 VCC de alta velocidad, 2 entradas analógicas de voltaje de 0 a 10 VCC), tiene 6 salidas digitales (2 relé (aisladas), 2 FET de 24 VCC y FET de 24 VCC de alta velocidad) su alimentación es con una tensión de 24 VCC, tiene 2 puertos de comunicación (1 puerto RS-232/485 combinado aislado y 1 puerto ethernet).

El MicroLogix 1100 está diseñado para ampliar la cobertura de aplicaciones mediante entradas analógicas incorporadas, comunicaciones Ethernet y capacidades de visualización. Este controlador es más sencillo para las aplicaciones que requieren de hasta 80 E/S digitales. Cada MicroLogix 1100 contiene dos entradas analógicas incorporadas, con 10 entradas digitales y 6 salidas digitales. Este controlador también permite expandir sus capacidades de E/S. Se pueden utilizar hasta cuatro de los módulos de 1762 E/S con un solo controlador MicroLogix 1100. Incluso en lo que respecta a sus capacidades de edición en línea. Cada controlador admite un puerto integrado combinado RS-232 / RS-485 para comunicación en serie y en red, así como un segundo puerto integrado EtherNet/IP, que admite mensajería Ethernet de igual a igual. La pantalla de cristal líquido incorporada le permite monitorear el estado de las E/S y del controlador, así como hacer cambios a datos de enteros y de bits.

La distribución de sus bornes de conexión se muestra en las siguientes figuras.

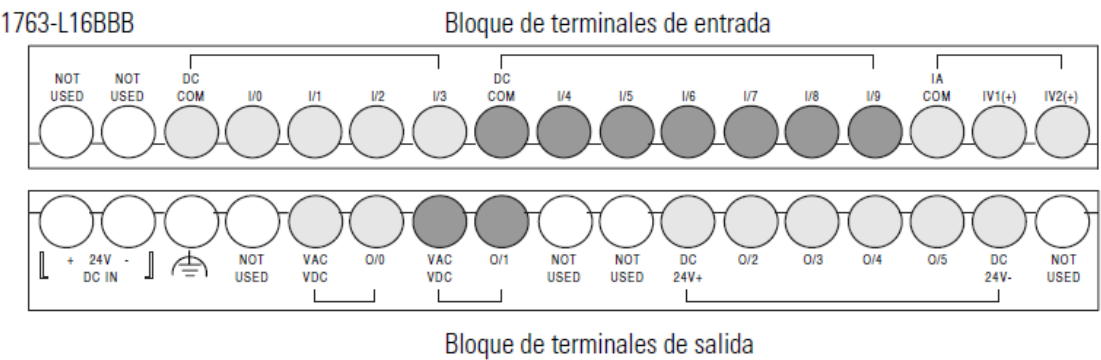


Ilustración 3-2: Regleta de conexiones plc Micrologic 1100

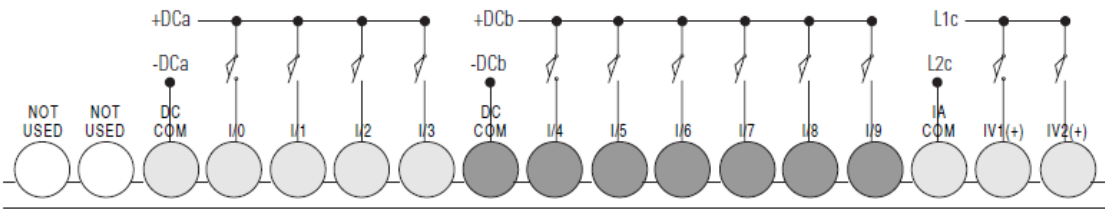


Ilustración 3-3: Diagrama de cableado de entrada tipo Sinking.

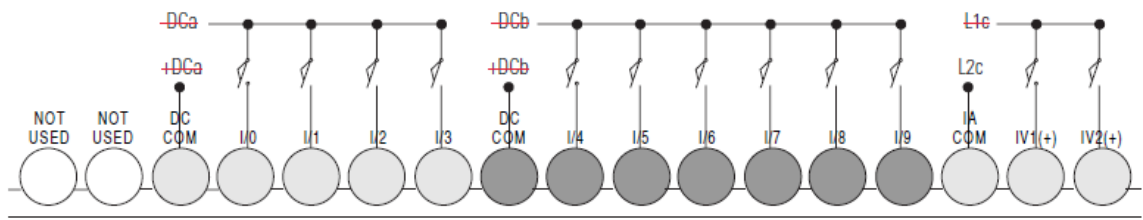


Ilustración 3-4: Diagrama de cableado de entrada tipo sourcing.

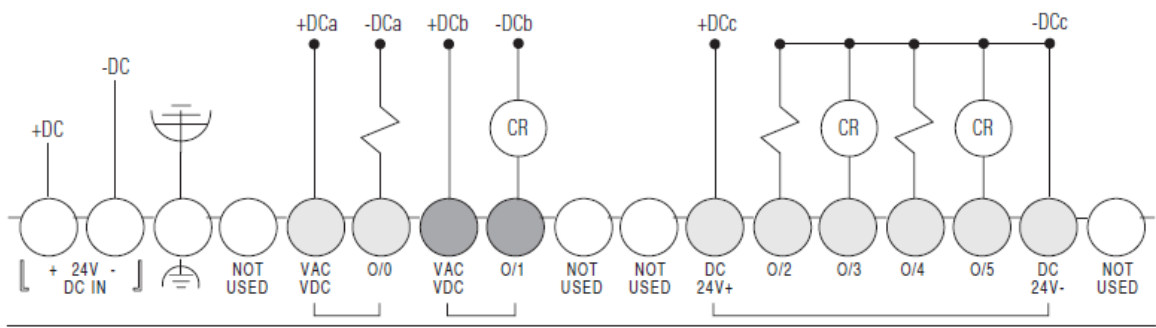


Ilustración 3-5: Diagrama de cableado de salida.

3.1.1.1 Cableado de los canales analógicos

Los circuitos de entrada analógica pueden monitorear señales de voltaje y convertirlas a datos digitales en serie.

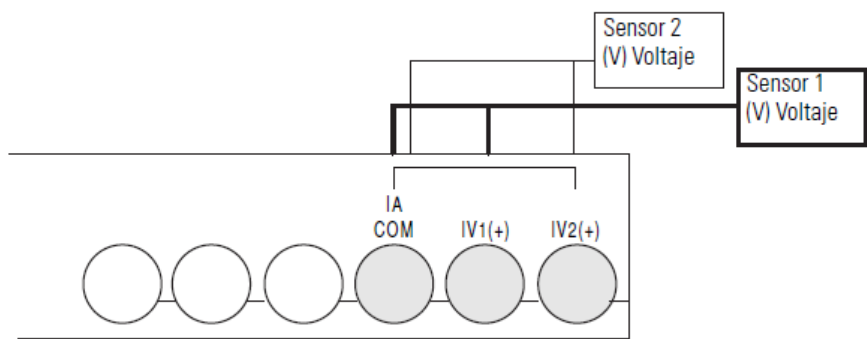


Ilustración 3-6: Cableado de los canales analógicos.

El controlador no proporciona alimentación de lazo para las entradas analógicas. Se debe utilizar una fuente de alimentación eléctrica apropiada según las especificaciones del transmisor, como se muestra a continuación.

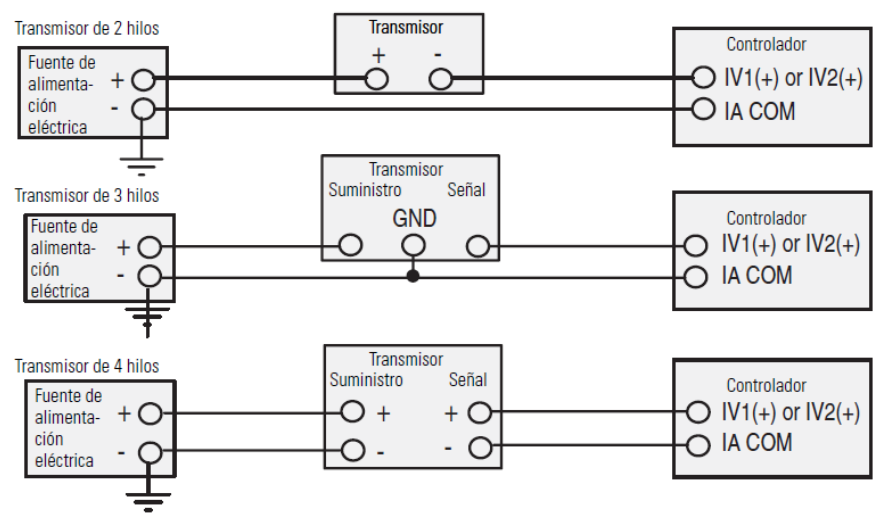


Ilustración 3-7: Conexión de diferentes topologías de trasmisor a micrologix 1100.

3.2 MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS

Los módulos de E/S de expansión se conecta al controlador o a otro módulo de E/S mediante un cable plano, tal como se muestra en la siguiente figura.

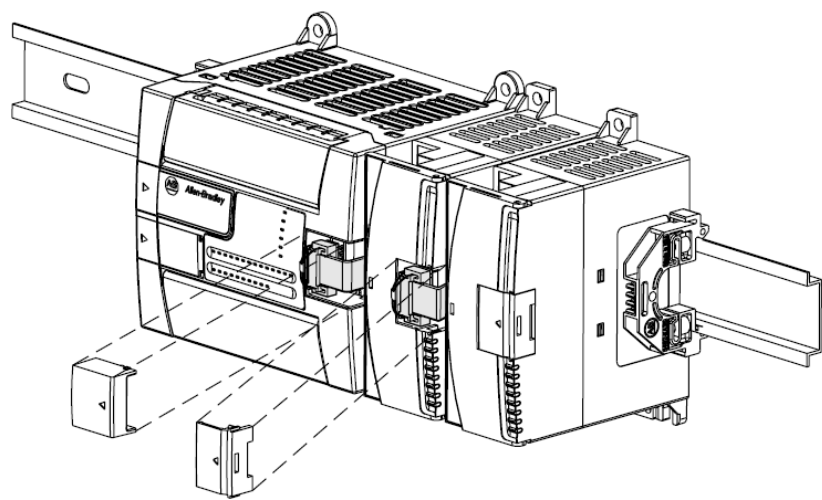


Ilustración 3-8: Módulo De Entradas y salidas.

3.2.1 Módulo De Entradas Analógicas Micrologix 1762 – If4

Este módulo tiene 4 entradas analógicas que puede ser de corriente continua de 4 a 20mA. o de voltaje continuo de -10V a +10V.

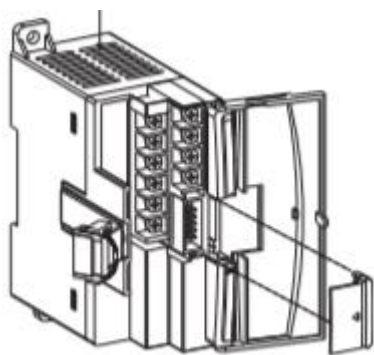


Ilustración 3-9: Módulo 1762 – IF4.

Este módulo cuenta con interruptores para seleccionar el tipo de entrada que puede ser de corriente o de voltaje:

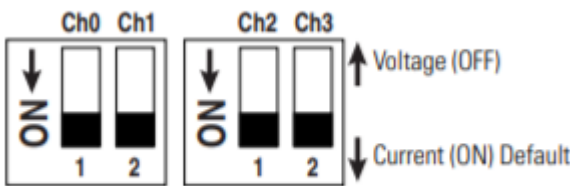


Ilustración 3-10: Interruptores del Módulo 1762 – IF4 para selección del tipo de entrada.

La conexión de las entradas con los sensores o transmisores es:

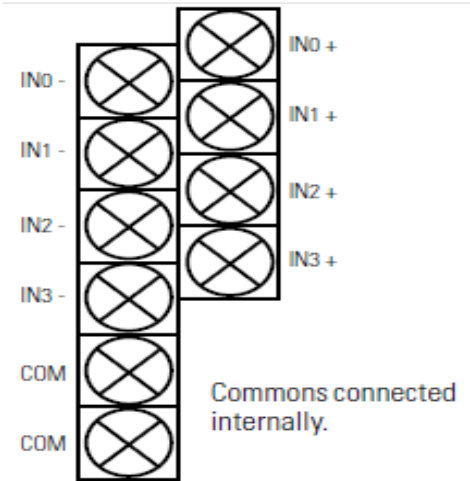


Ilustración-3-11: Bornera de conexión del Módulo 1762 – IF4.

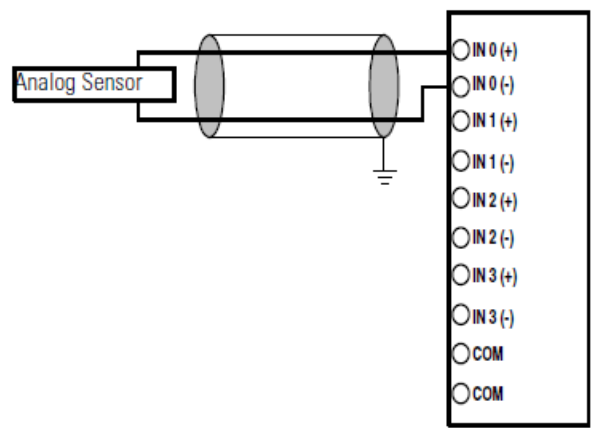


Ilustración 3-12: Conexión para transmisor analógico.

El módulo no proporciona alimentación de lazo para las entradas analógicas.

Se debe utilizar una fuente de alimentación eléctrica apropiada según las especificaciones del transmisor, como se muestra a continuación.

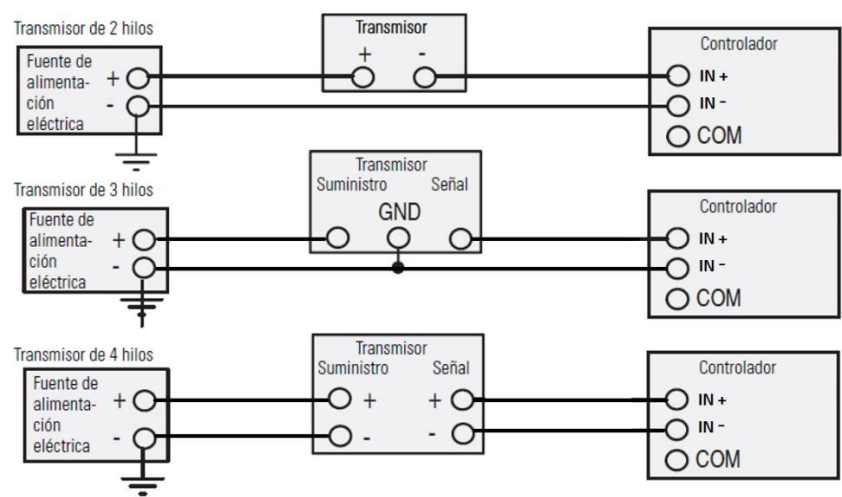


Ilustración 3-13: Conexión de diferentes topologías de trasmisor a Módulo 1762 – IF4.

Para cada módulo de entrada, el archivo de datos de entrada contiene el estado actual de los puntos de entrada. Las posiciones de los bits de 0 a 7 corresponden a os terminales de entrada 0 a 7.

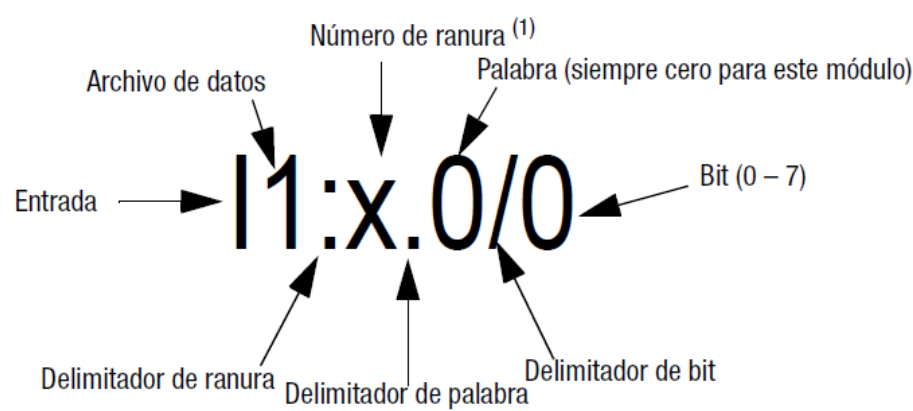
Palabra	Posición de bit															
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	r	r	r	r	r	r	r	r

Tabla 3.1: Posición bit datos de entrada módulo 1762 – If4.

r = de sólo lectura, 0 = siempre en 0 o en estado OFF (desactivado)

3.2.1.2 Direccionamiento

El esquema de direccionamiento para el módulo de expansión de E/S 1762 figura a continuación.



(1) Las E/S situadas en el controlador (E/S incorporadas) corresponden a la ranura 0. Las E/S añadidas al controlador (E/S de expansión) comienzan por la ranura 1.

Ilustración 3-14: Esquema de direccionamiento módulo 1762 – If4.

3.2.2 Módulo de salida de relé MicroLogix 1762-OW8

Este módulo tiene 8 salidas que puede ser de corriente continua o alterna.

Rango de voltaje operativo de 5 a 125 VCC o 5 a 265 VCA, Corriente continua por terminal común (máx.) 8A y corriente continua por módulo (máx.) 16A.

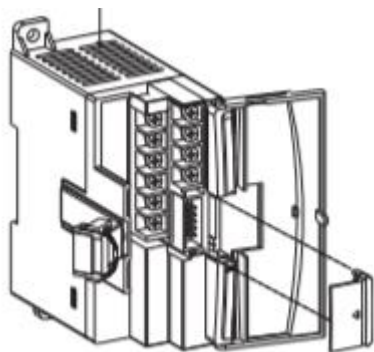


Ilustración 3-15: Módulo 1762-OW8

El cableado básico del 1762-OW8 se muestra a continuación.

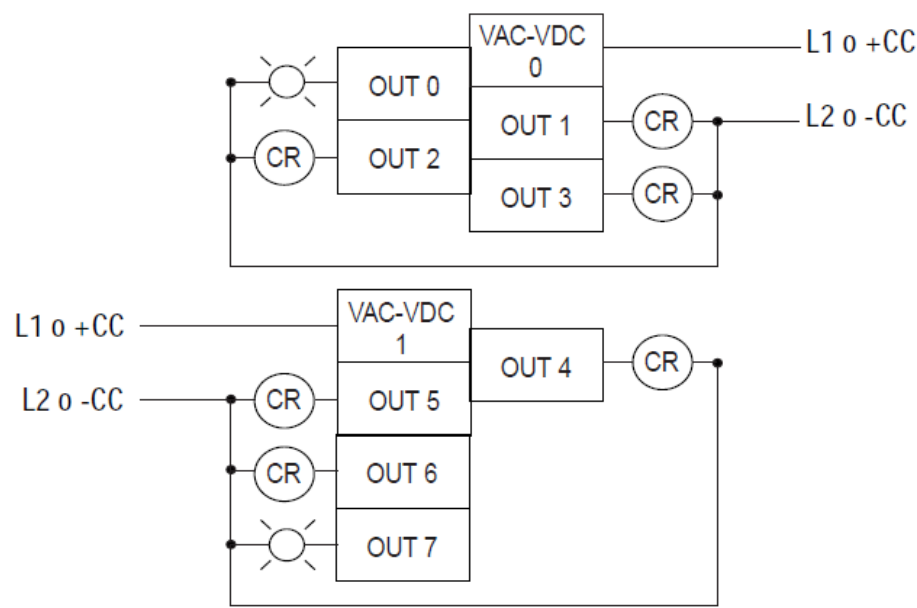


Ilustración 3-16: Cableado básico del 1762-OW8.

3.2.2.1 Archivo de datos de salida

Para cada módulo de salida, el archivo de datos de salida contiene el estado dirigido por el controlador de los puntos de salida discreta. Las posiciones de los bits de 0 a 7 corresponden a los terminales de salida 0 a 7.

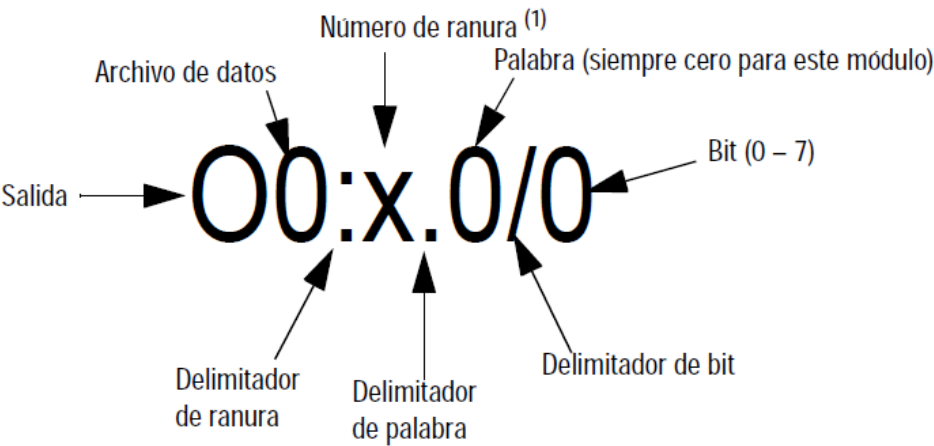
Palabra	Posición de bit															
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	w	w	w	w	w	w	w	w

Tabla 3.2: Posición bit datos de entrada módulo 1762-OW8.

w = de sólo escritura, 0 = siempre en 0 o en estado OFF (desactivado)

3.2.2.2 Direccionamiento

El esquema de direccionamiento para el módulo de expansión de E/S 1762 se muestra a continuación.



(1) Las E/S situadas en el controlador (E/S incorporadas) corresponden a la ranura 0. Las E/S añadidas al controlador (E/S de expansión) comienzan por la ranura 1.

Ilustración 3-17: Esquema de direccionamiento módulo 1762-OW8.

3.3 Conexión de PLC Micrologix 1100 a PC

3.3.1 Comunicacion de PLC Micrologix 1100 a PC

Para realizar las propuestas de control se requiere tener comunicación entre el PLC Micrologix 1100 y el PC, y al tener acceso al programa RsLogix 500 se podrá cargar el programa realizado en el PLC.

Para realizar lo anterior se requiere configurar una IP en el PLC Micrologix 1100 y realizar la comunicación entre computador y PLC.

Se deben realizar todas las conexiones del PLC, fuente principal, conectar el cable Ethernet y las tarjetas de entradas y salidas necesarias.

Revisar si el PLC cuenta con dirección IP, para ello:

- Pulsar “ESC”
- ↓ bajar hasta Advance set
- Pulsar “OK”
- ↓bajar hasta ENET cfg
- Pulsar “OK”
-

Aparecerá el número de MAC, y al costado el número de IP; si el IP no aparece, se deben seguir los pasos para asignar IP al PLC.

Para lo anterior abrir el acceso BootP-DHCP Tool.

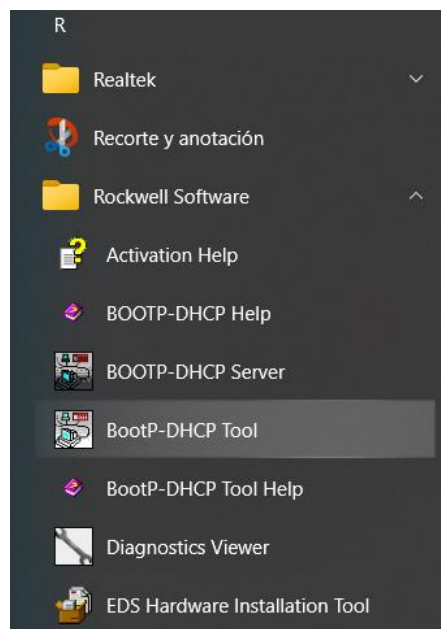


Ilustración 3-18: Acceso a BootP-DHCP Tool

La primera vez que se abre el BootP-DHCP Tool se pide seleccionar una interfaz de red o configurar la red.

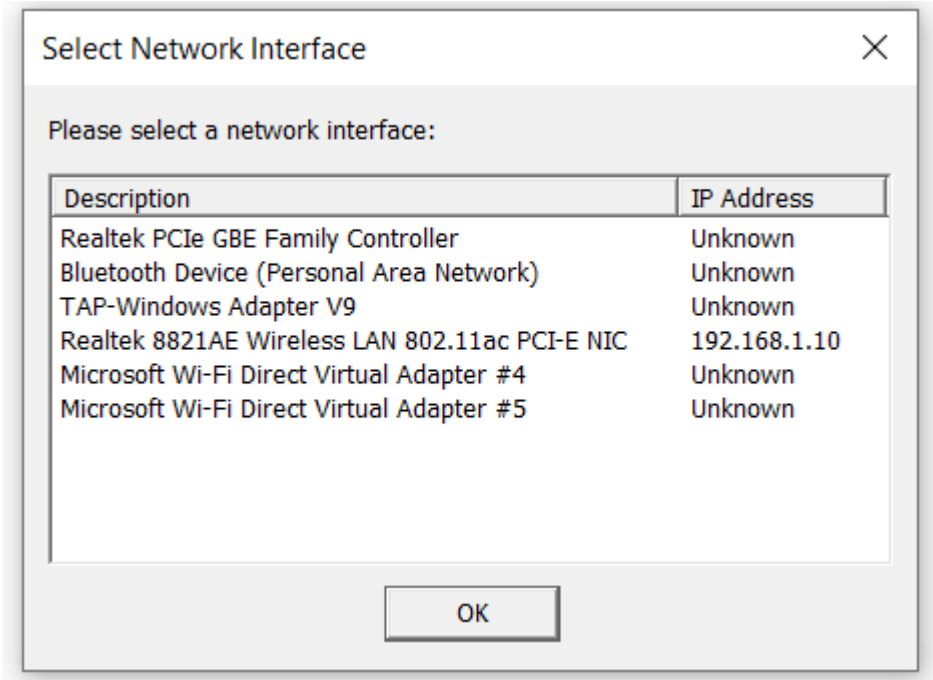


Ilustración 3-19: Selección de interfaz de redes.

El PLC puede estar conectado directamente por un cable ethernet al pc o a un enrutador y luego al pc por conexión por cable o inalámbrica. En caso de utilizar la conexión con enrutador y utilizar una red inalámbrica, se selecciona la interfaz Wireless.

A continuación, aparecerá la siguiente ventana y se debe agregar la relación entre los equipos en Add Relation.

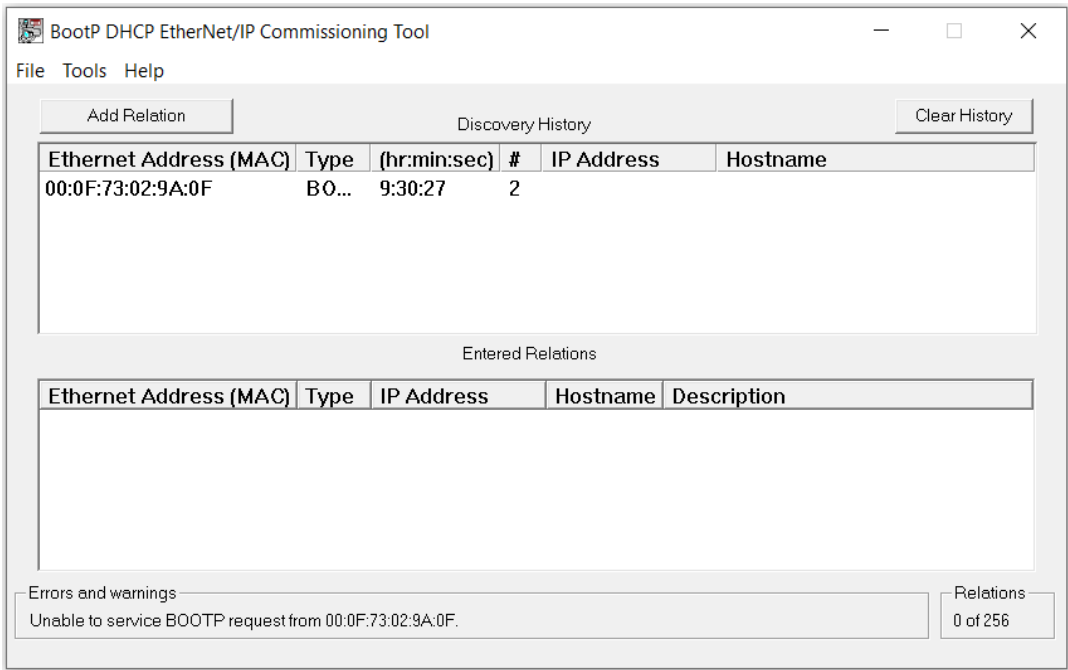


Ilustración 3-20: Ventana de Bootp DHCP para relacionar dispositivos

Luego agregar dirección MAC, dirección IP, nombre y descripción. (recordar que la dirección IP no debe ser idéntica a la del PC).

New Entry

Server IP Address:

192.168.1.10

Client Address (MAC):

Client IP Address:

0 . 0 . 0 . 0

Hostname:

Description:

OK

Cancel

Ilustración 3-21: Configuración de PLC a relacionar.

Luego aparecerá la relación establecida entre plc y pc, seleccionar y habilitar en la casilla Enable BOOTP/DHCP.

BootP DHCP EtherNet/IP Commissioning Tool

File Tools Help

Add Relation

Discovery History

Clear History

Ethernet Address (MAC)	Type	(hr:min:sec)	#	IP Address	Hostname
54:E1:AD:9E:D6:11	DHCP	9:45:46	9		
00:0F:73:02:9A:0F	BO...	9:41:10	1	169.254.53.179	plc

Delete Relation

Entered Relations

Enable BOOTP/DHCP

Disable BOOTP/DHCP

Ethernet Address (MAC)	Type	IP Address	Hostname	Description
00:0F:73:02:9A:0F	BO...	169.254.53.179	plc	

Errors and warnings

Unable to service DHCP request from 54:E1:AD:9E:D6:11.

Relations

1 of 256

Ilustración 3-22: Habilidad de PLC

Para confirmar la relación establecida y la habilitación del plc en el pc, el servidor de BOOTP-DHCP mostrará la dirección asignada en la parte superior (Request History). Luego de un tiempo, la dirección IP configurada anteriormente en la Ilustración 3-21 debe de aparecer en la pantalla PLC bajo la configuración de Ethernet (Advance Set > ENET Cfg). Revisar si la IP esta establecida, de lo contrario la comunicación aún no está realizada.

Al asegurar la conexión del PLC, se debe verificar que se esté comunicando con la PC, para eso, se hace doble clic en el icono RSLinx Classic.



Ilustración 3-23: Acceso directo de RSLinx classic

Al ingresar aparecerá la siguiente ventana, y se hará clic en el ícono *configure drivers*.

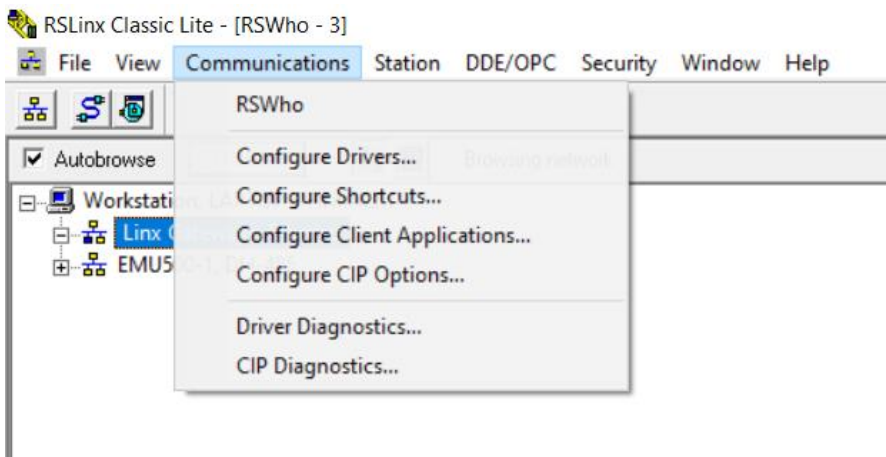


Ilustración 3-24: Configuración de PLC en RSLinx

Seleccionar *Ethernet devices* y *Add new*, luego se configura el nombre.

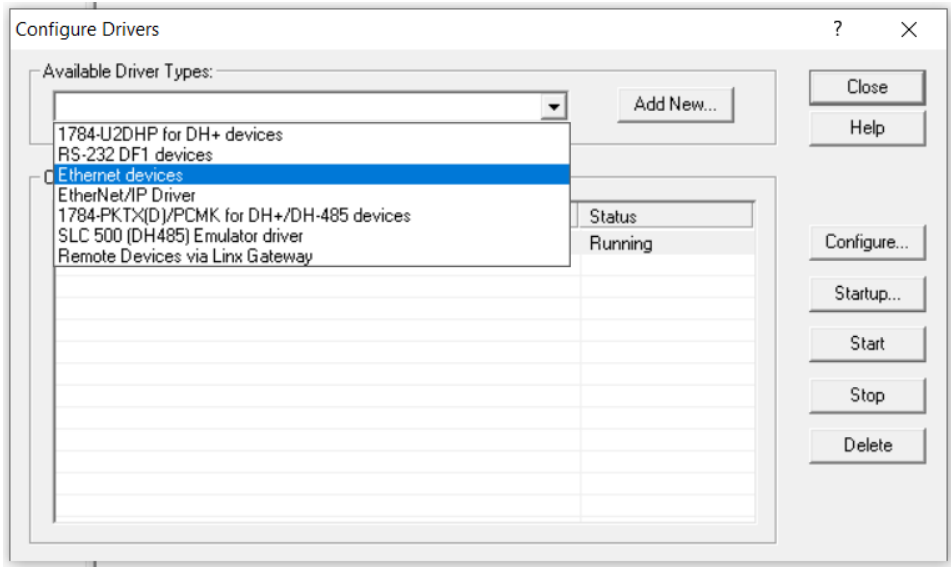


Ilustración 3-25: Selección de tipo de Drivers para conectar PLC

En Host Name agregar la IP configurada para el plc, aplicar y aceptar.

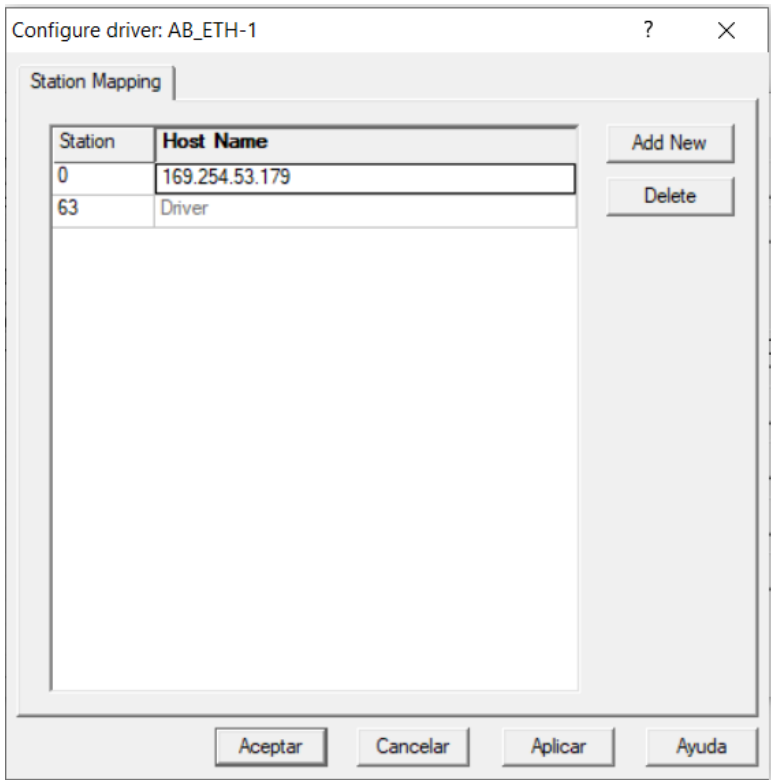


Ilustración 3-26: Host Name de PLC

Si el PLC está correctamente conectado, el ícono del PLC aparece habilitado, es decir que no lleva la X o el signo de interrogación encima.

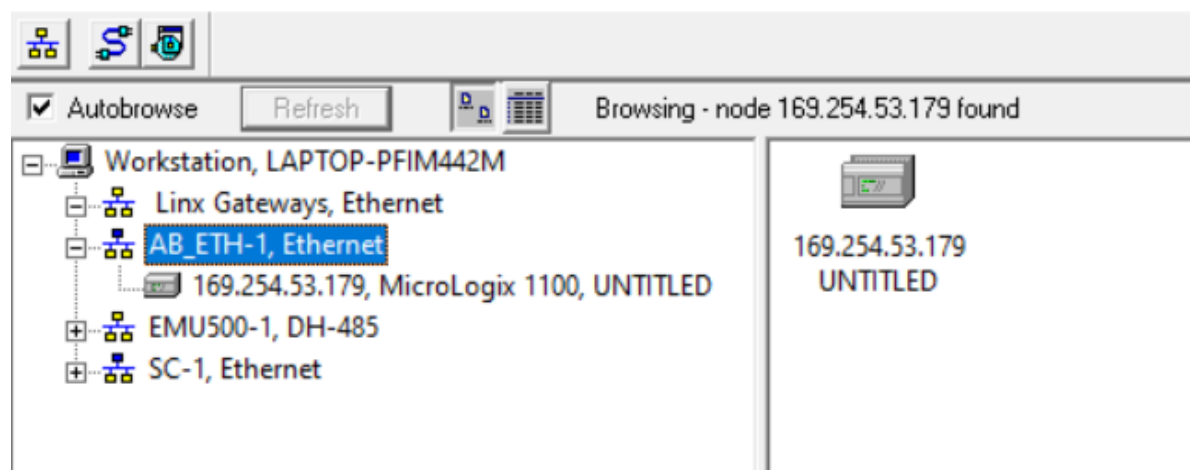


Ilustración 3-27: PLC habilitado en RSLinx.

3.3.2 Comunicación con RsLogix micro

Clic en el Ícono RSLogix micro.

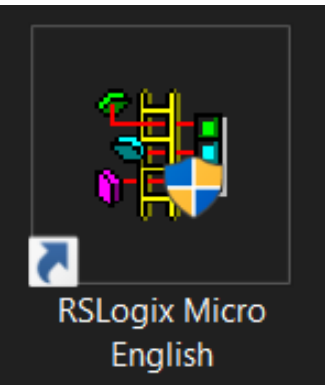


Ilustración 3-28: Acceso directo de RSLogix Micro

Al hacer doble clic se abre la siguiente ventana, allí se debe hacer clic en Comms y luego en “System Comms”, y se selecciona el plc configurado ver Ilustración 3-29:

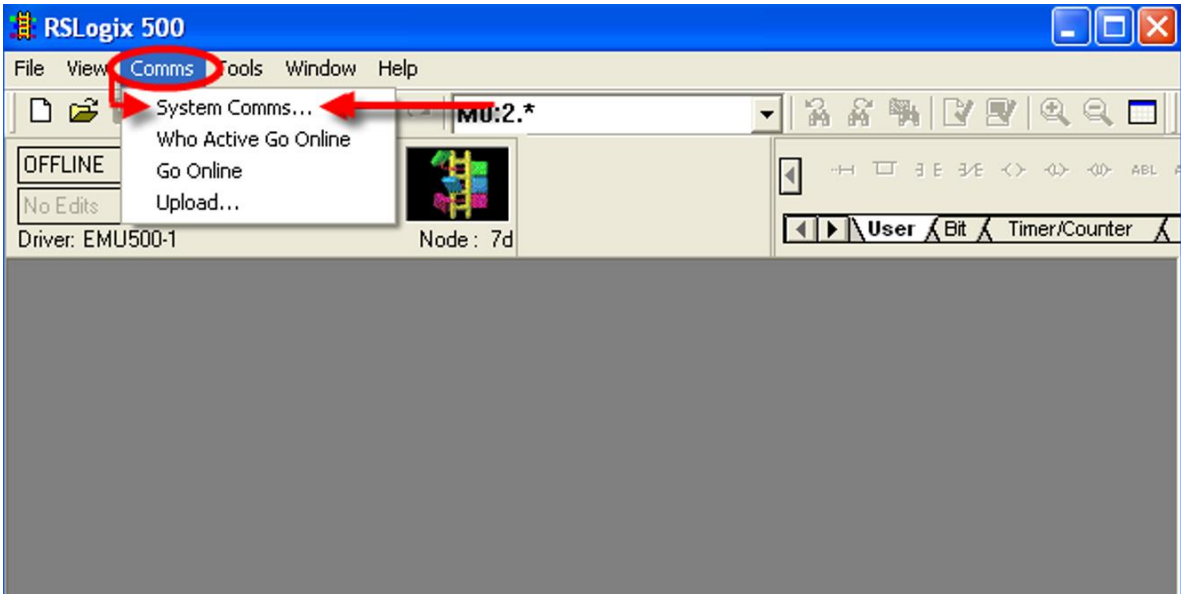


Ilustración 3-29: Comunicación de plc a través de rs logix.

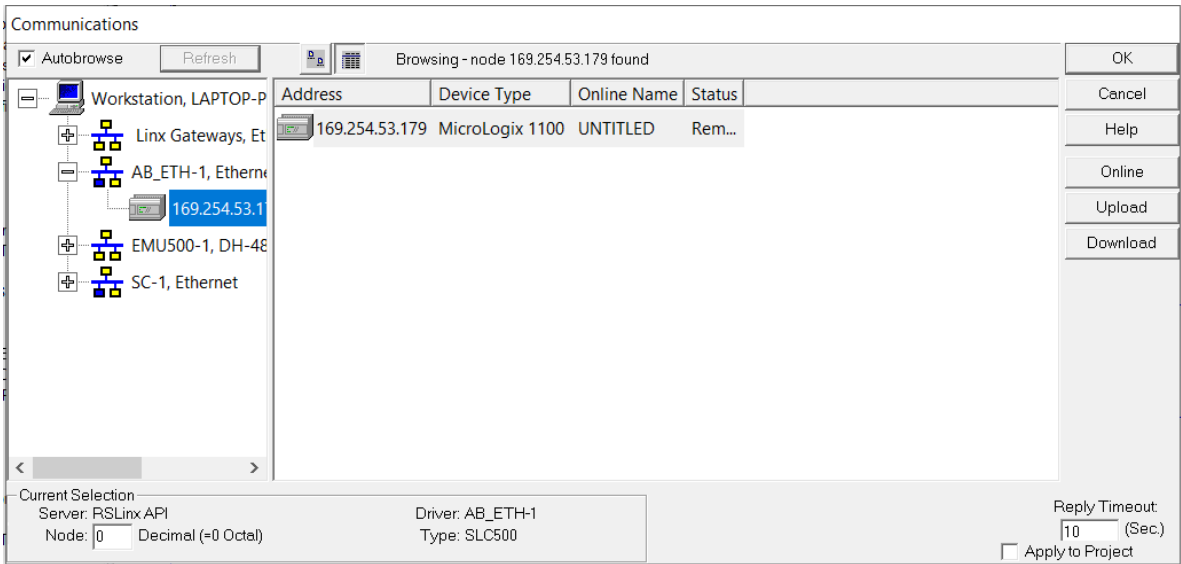


Ilustración 3-30: PLC habilitado en RSLogix

Con el plc habilitado ya es posible descargar la programación en escalera desde el pc al plc o cargar un programa ya ingresado al plc hacia el pc.

3.3.3 Configuración de módulos 1762 – If4 y 1762-OW8

Conectar el PLC Micrologix 1100 B en el que se encuentran instaladas los módulos de entradas y salidas analógicas 1762-IF4 y 1762-OW8, con el computador mediante el cable de

comunicación, seguidamente vuelva al programa principal MicroLogix 500, de la ventana izquierda elija:

- I/O Configuration

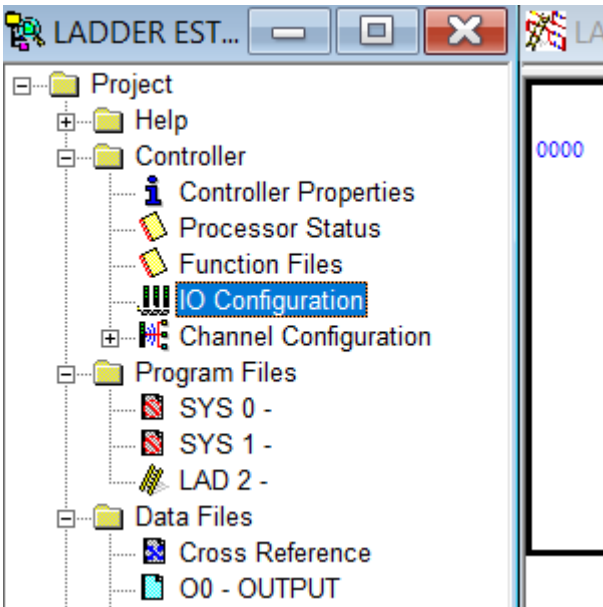


Ilustración 3-31: Pestaña de configuración IO

A continuación se presiona: **Read IO Config**

Mediante esta opción se configura automáticamente los módulos 1762-IF4 y 1762-OW8, como se aprecia en la siguiente pantalla:

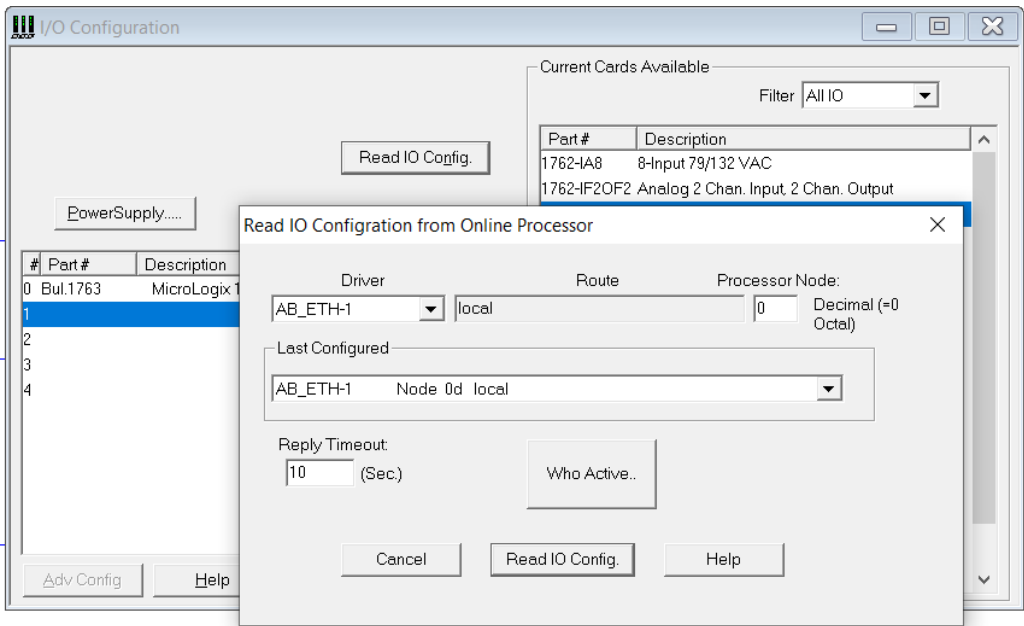


Ilustración 3-32: Detección automática de módulos de entrada o salida.

Detectados los módulos aparecen en la columna izquierda de la ventana de configuración I/O.
(ver la siguiente Ilustración 3-33).

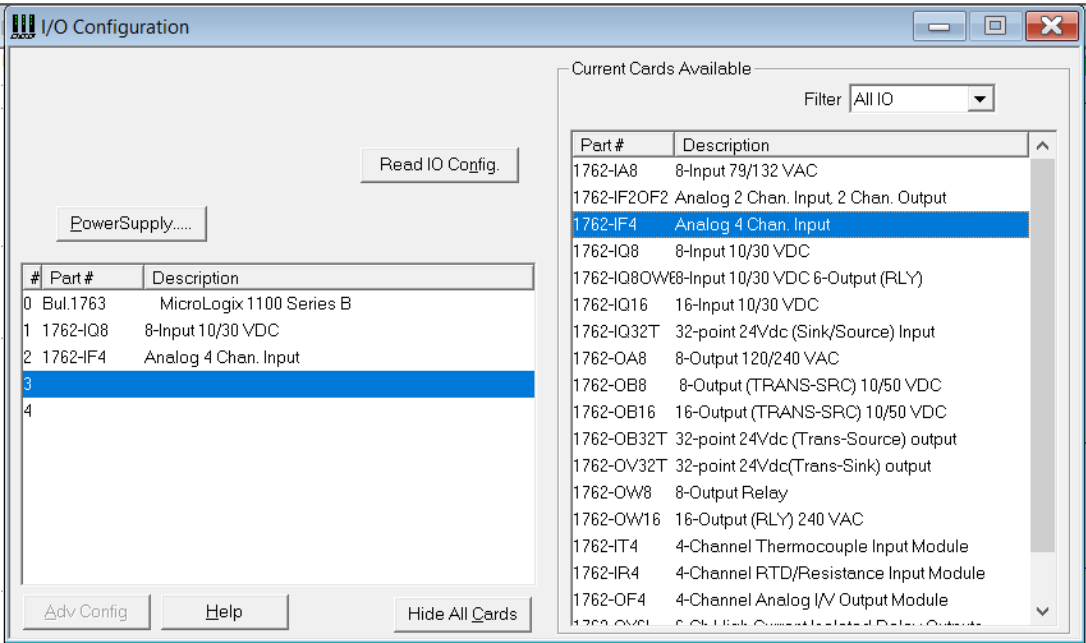


Ilustración 3-33: Módulos de entrada o salida detectados.

3.3.4 Lenguaje del diagrama de contactos (LD)

El diagrama de contactos es un lenguaje de programación orientado a gráficos que se asemeja a la estructura de un circuito eléctrico.

Por un lado, el diagrama de contactos es adecuado para la confección de interruptores lógicos y, por otro lado, también permite crear redes como en diagrama de bloques de funciones (FBD). Por lo tanto, el LD es útil para controlar la llamada de otras unidades de organización de programas (POU).

El diagrama de contactos se compone de una serie de redes, cada una limitada por una línea de corriente vertical (raíl de alimentación) a la izquierda. Una red contiene un diagrama de circuito formado por contactos, bobinas, POU adicionales opcionales (módulos) y líneas de conexión.

En el lado izquierdo, hay 1 contacto o una serie de contactos que transmiten de izquierda a derecha la condición ON u OFF, que corresponde a los valores booleanos TRUE y FALSE. A cada contacto se le asigna una variable booleana. Si esta variable es TRUE, la condición se transmitirá de izquierda a derecha a lo largo de la línea de conexión. De lo contrario, se transmitirá OFF. Por lo tanto, las bobinas colocadas en la parte derecha de la red reciben un ON u OFF proveniente de la parte izquierda. En consecuencia, el valor TRUE o FALSE se escribirá en una variable booleana asignada.

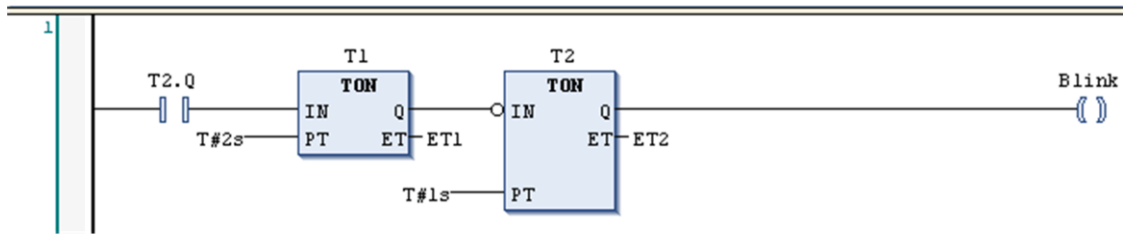


Ilustración 3-34: Red de diagrama de contactos.

3.3.5 Requerimientos de entradas/salidas

Las entradas y salidas del PLC deben ser las suficientes para conectar todas las señales y líneas de control para el proceso. La lógica de funcionamiento que es almacenada y ejecutada por el PLC es implementada hacia el proceso a través de las entradas y salidas. Las entradas y salidas del PLC están cableados hacia los sensores de nivel, actuadores y lámparas de señalización para crear un sistema de control total. Las entradas y salidas utilizadas son del tipo digital o analógicas, o sea permiten conectar al autómatas captadores y accionadores de terreno del tipo todo o nada y además recopilar información variable.

3.4 METODOLOGÍA

El proceso diseñado corresponde a un control para optimizar el funcionamiento del respaldo de energía eléctrica del Centro de atención ambulatorio con una secuencia lógica.

Mediante un PLC Micrologic 1100 se lleva el mando de todo el sistema y se programara para activar o desactivar las bobinas de control del interruptor de la barra de sincronismo, el control de prueba con carga de los grupos electrógenos y la supervisión de los parámetros eléctricos.

Para prevenir los problemas que puedan surgir al no tener un buen control del interruptor de la barra de sincronismo de forma continua se implementará un sistema automático que pueda detectar micro cortes eléctricos o cortes de gran lapso de tiempo y no se produzcan errores en caso de arranques en falso de los grupos electrógenos, ya que al ser cortes muy pequeños solo será necesario el respaldo de sistemas de alimentación ininterrumpidas (SAI).

Para este nuevo sistema automatizado se reemplazará el control por contactos y relés por un controlador lógico programable y su sistema de instalación eléctrico correspondiente.

3.5 CONTROL DE INTERRUPTOR DE BARRA DE SINCRONISMO

Como se ha mencionado el centro de atención ambulatoria atiende a pacientes con patologías críticas, como así también con tratamientos leves, aparatos clínicos o también las especialidades de este complejo hospitalario también posee las características de ser críticos y no críticos, es debido a estas condiciones que se planteara la mejora en el control de interruptor de la barra de sincronismo para una partida con menos tasas de errores.

Este planteamiento mantendrá las normas vigentes de electricidad que se rigen en Chile, como la super intendencia de electricidad y combustible (SEC) y las normas técnicas básicas de autorización sanitaria para establecimientos de salud de atención cerrada o abiertas (NTB).

Al producirse un corte de suministro eléctrico se desenergiza la barra de carga y la de sincronismo, el controlador easygen 3200 detectará dicha situación y permitirá la apertura del breaker de red, el interruptor de barra de sincronismo tiene instalada una bobina de mínima tensión, el interruptor se abrirá si esta es desenergizada. La bobina de mínima tensión se energizará atreves de un relé en la barra de sincronismo y también en la barra de carga alimentando en paralelo.

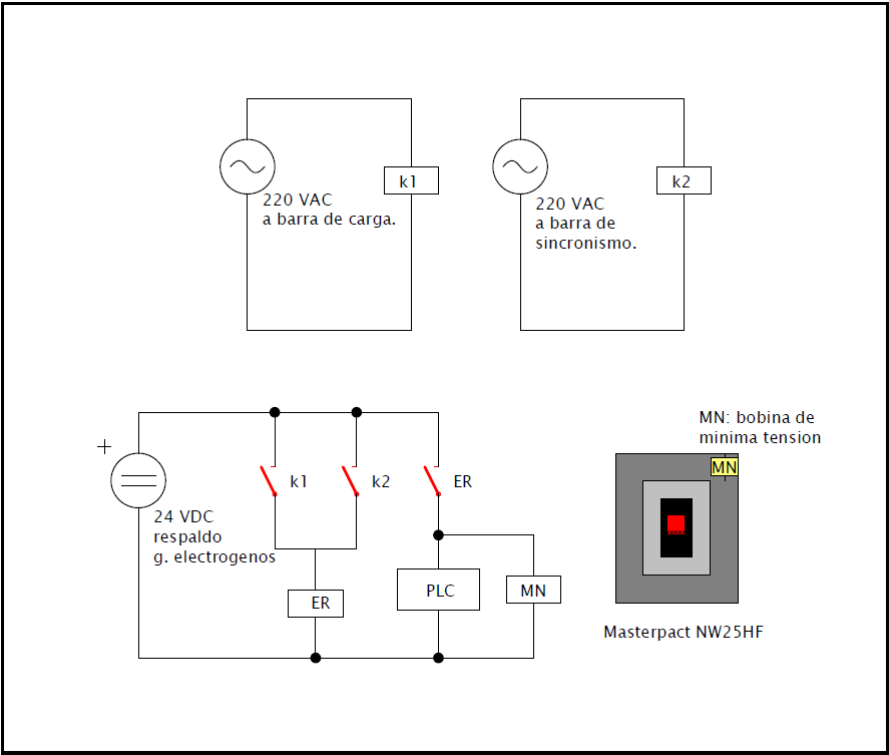


Ilustración 3-35: Apertura de interruptor de barra de sincronismo por desenergización de bobina de mínima tensión.

Para discriminar si es un micro corte se implementará en la programación ladder un temporizador de 5 segundos, si en ese tiempo la red pública retorna el interruptor de sincronismo se cierra.

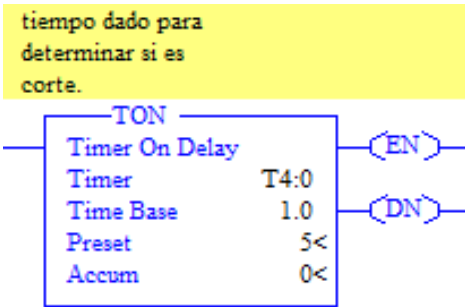


Ilustración 3-36: Temporizador ON

Transcurrido el tiempo se discriminación de micro corte y cuando entren en funcionamiento dos grupos electrógenos, los que puedan partir en normal funcionamiento, se enviara una señal al controlador lógico programable (PLC), este leerá y ejecutara el cierre del interruptor de barra de sincronismo, cuando se acople el tercer grupo electrógeno se tendrá una mayor seguridad en respaldo y el alivio de carga.

G1	G2	G3	Interruptor de barra de sincronismo
0	0	0	0 – abierto
0	0	1	0 – abierto
0	1	0	0 – abierto
0	1	1	1 – cerrado
1	0	0	0 – abierto
1	0	1	1 – cerrado
1	1	0	1 – cerrado
1	1	1	1 – cerrado

Tabla 3.3: Tabla que representa la activación del interruptor de barra de sincronismo

la primera pareja que se forme activará el cierre del interruptor de barra de sincronismo, cuando estén activos todos los grupos electrógenos se distribuirá la carga entre los tres. El mecanismo de maniobra será rearmado o cargado por cada cierre del interruptor de barra de sincronismo.

3.5.1 Uso del interruptor de sincronismo

La razón por la cual se instaló el interruptor de sincronismo es para que los tres grupos electrógenos funcionando en simultaneo puedan cubrir la demanda eléctrica y poseer la potencia energética necesaria para cubrir el edificio CAA. Un solo grupo electrógeno no puede dar abasto necesario para respaldar, debido a que la capacidad no es lo suficiente para respaldar lo que provocaría una saturación y el sistema de seguridad del grupo electrógeno accionaría de inmediatamente el breaker de protección, por lo tanto, deberá esperar a un segundo generador.

3.5.2 Pruebas con cargas

Las pruebas con cargas son realizadas una vez a la semana y sirven para comprobar un buen funcionamiento de todo el sistema de respaldo. Esta prueba se podrá iniciar desde el tablero de control ubicado en bunker de grupos electrógenos y desde la pantalla de control y monitoreo

La activación del interruptor de barra de sincronismo dependerá del cierre de dos interruptores de generador, enviando la señal de cierre por contactos al PLC y posteriormente este activará la bobina de cierre (xf).

3.5.3 Señales a utilizar para control de distribución de cargas

Para realizar el control del interruptor de barra de sincronismo será necesario la señal de contactos de relé que ya están instalados en el panel de control de cada grupo electrógeno y son comandados por easygen 3200 y además tener presente las nuevas señales que provenientes del plc micrologic 1100 para activar el interruptor.

RED: indica el estado de energía de la red pública, se energiza un relé si hay energía de la red pública, esta normalmente abierto, si se cierra el contacto de relé significa que no hay tensión, por lo tanto, indica corte de suministro eléctrico público, caso contrario si esta abierto el contacto se indica que si hay tensión y el complejo hospitalario esta energizado por la red pública.

Selector prueba con carga: si el selector está en ON: el sistema procede a realizar prueba con cargas, si está en OFF el sistema está en funcionamiento normal.

GR de generador 1, 2 y 3: los tres generadores tienen en su sistema de control este relé con este nombre, estos contactos de relé son normalmente abiertos cuando están activos indican que el interruptor de su respectivo generador está cerrado, cuando están desactivado, indica que el interruptor está abierto.

Señal de cierre interruptor de red: es la señal que proviene de un contacto de un relé que normalmente abierto cuando está activo indica que el interruptor de red está cerrado, cuando está desactivado, indica que el interruptor está abierto.

Señal de cierre interruptor de barra de sincronismo: es la señal que proviene de un contacto de un relé que normalmente abierto cuando está activo indica que el interruptor de red está cerrado, cuando está desactivado, indica que el interruptor está abierto.

Bobina de cierre de interruptor de sincronismo xf: señal de salida que energiza la bobina de cierre del interruptor de barra de sincronismo.

Salida prueba con carga: señal de salida que energiza una bobina de un relé para activar el contacto de inicio de prueba con carga

3.6 PROGRAMACIÓN LADER PARA CONTROL DE SELECCIÓN DE CARGAS

En la primera línea (dirección 0000) cuando el contacto (I:0/0) que es contacto de señal de energía en la red presenta ausencia de energía en la red este se activa dando inicio a la cuenta de un temporizador TON (T4:0), que da un tiempo de 5 segundos para discriminar si es un corte o un micro corte.

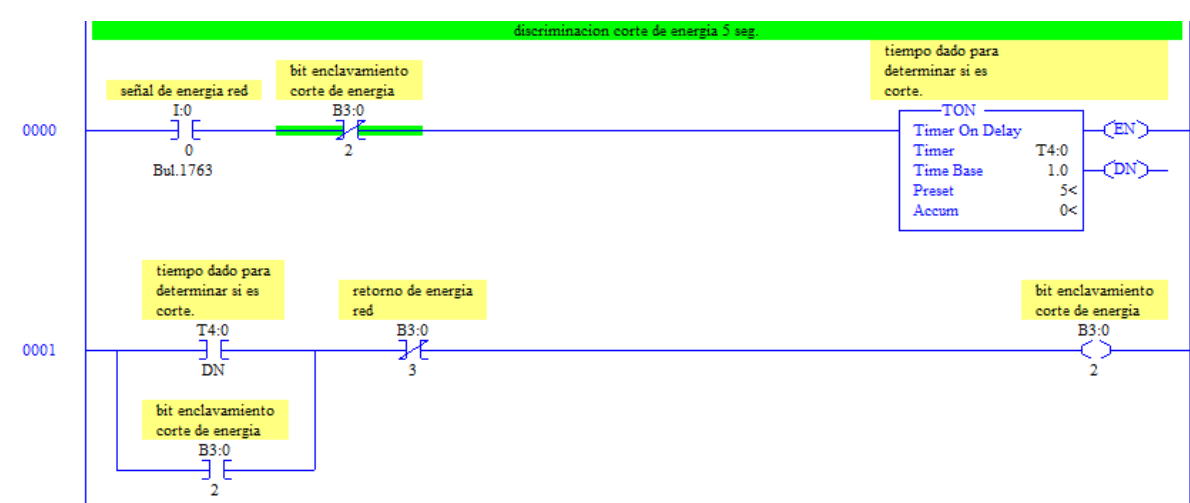


Ilustración 3-37: Línea 0 y 1 control int. barra de sincronismo.

Si se superan los 5 segundos el sistema lo reconoce como un corte prolongado y entra en proceso el respaldo de energía de lo contrario todo el funcionamiento es normal.

En la dirección 0001 un bit de memoria quedará enclavado (B3:0/2) y solo se desenclavará si hay retorno de red, es decir hay energía proveniente de la red pública y el interruptor de red está cerrado, programado en la dirección 02.

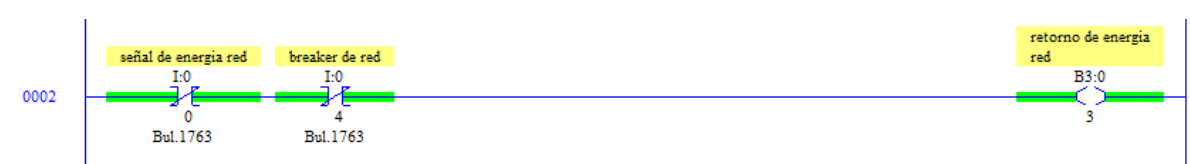


Ilustración 3-38: Línea 2 control int. barra de sincronismo.

En la dirección 0003 cuando dos de los tres generadores estén en modo marcha y se cierre sus contactos estando el corte eléctrico confirmado (B3:0/2), activara un bit de memoria (B3:0/4) que en la dirección 0004 esta como normalmente cerrado.

En 0004 Se activara un pulso cumpliéndose 3 condiciones: no realizar prueba con carga (I:0/5), ausencia de energía de la red pública (I:0/0) y tener dos de los tres grupos electrógenos en marcha con el corte de energía de la red pública confirmado (B3:0/4).

Este pulso se genera utilizando la instrucción OSF, que guarda un pulso reservado en la dirección de bit de memoria B3:0/13 y se activa el pulso en la dirección de bit de memoria B3:0/14 como salida.

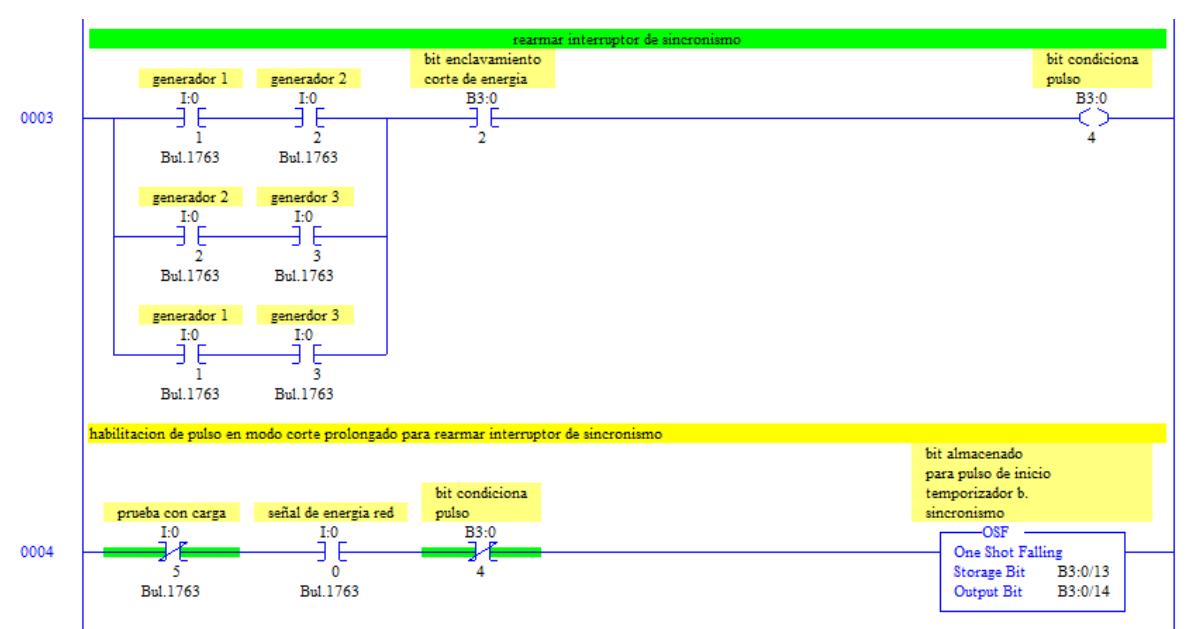


Ilustración 3-39: Línea 3 y 4 control int. barra de sincronismo.

En la dirección 0005 se activa la salida 0:0/4 que activa el inicio de prueba con carga con un selector que se ubica en el tablero de control de los grupos electrógenos, además se podrá activar de forma remota desde la pantalla de control.

La dirección 0006 se genera un pulso al realizar una prueba con carga, pero además se debe cumplir que los 3 grupos electrógenos estén en funcionamiento, el pulso se genera con la instrucción ONS, que se almacena en la dirección de memoria B3:0/8, esta instrucción hace que solo se genere un pulso a la salida siempre y cuando todos los contactos de la línea en la que

esta se encuentren cerrados. En este caso el pulso de salida está en la dirección de memoria B3:0/15.

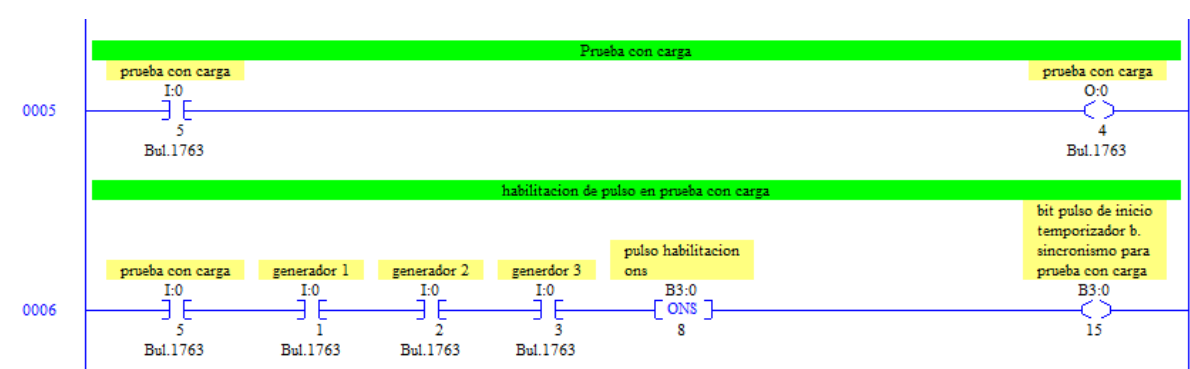


Ilustración 3-40: Línea 5 y 6 control int. barra de sincronismo.

En la dirección 0007 los pulsos generados en las líneas 0004 y 0006 inicia un enclavamiento en el bit (B3:0/1) para activar el temporizador TON (T4:2) de línea 0008, que es para activar la bobina de cierre o xf (O:0/2) del interruptor de barra de sincronismo en 2 segundos de la línea 0009. Se desactiva el enclavamiento al terminar el temporizador, el interruptor se cierra y ya se estará entregando energía eléctrica a los generadores.

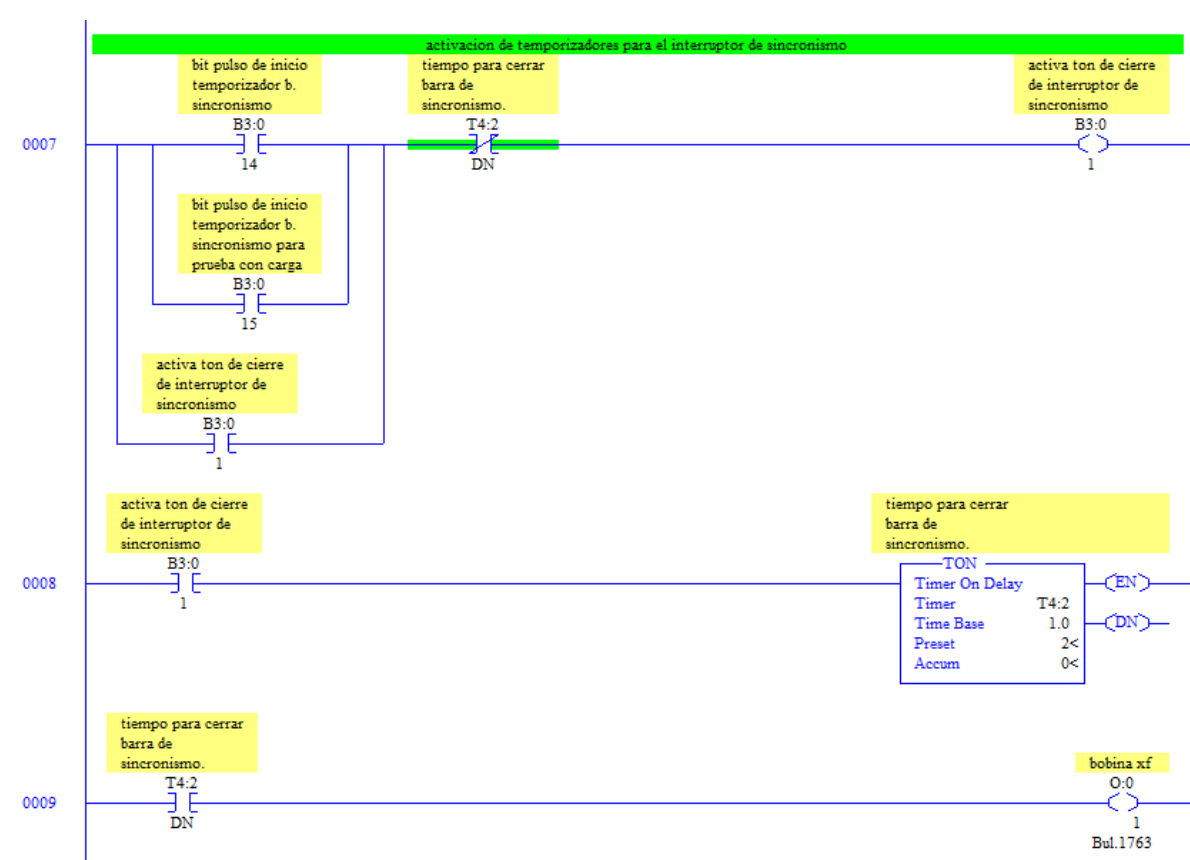


Ilustración 3-41: Línea 7, 8 y 9 control int. barra de sincronismo.

Antes de la propuesta de este proyecto en el caso de un micro corte era lo suficiente para el interruptor de la barra de sincronismo operará y se abriera, ahora con esta implementación solo se abre al confirmar el corte, luego solo se cerrará al estar en marcha dos de los grupos electrógenos y se rearmará el resorte automáticamente para maniobrar el interruptor de sincronismo en caso de una próxima eventualidad.

Con dos grupos electrógenos funcionando, la energía generada es suficiente para las cargas del CAA, el tercer grupo eléctrico al entrar en funcionamiento será redundante y aliviará el esfuerzo de los grupos eléctricos.

En la línea 0010 es solo para conocer el estado del interruptor de barra de sincronismo.

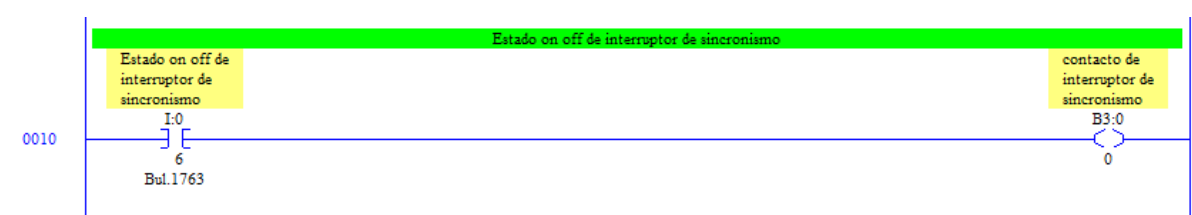


Ilustración 3-42: Línea 10 control int. barra de sincronismo.

3.7 Coneccion de variables de entradas y salidas a PLC para control de interruptor

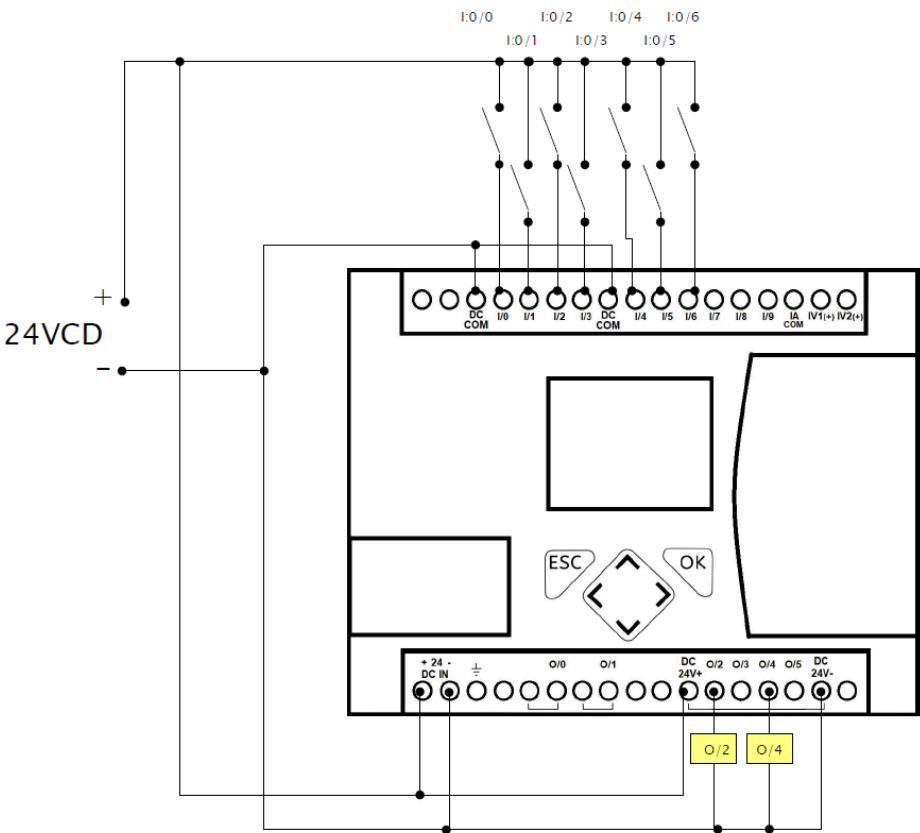


Ilustración 3-43: Conexión plc.

La Ilustración 3-43 muestra una representación del conexionado hacia el PLC, la señal de cierre de cada breaker, además de la conexión de salida alimentando a las bobinas de mínima tensión (MN), de cierre (xf) y de prueba con carga.

Variables de salida

Variable	descripción
O:0/2	Bobina de cierre de interruptor de sincronismo xf
O:0/4	Salida prueba con carga

Tabla 3.4: Variables de salida.

Variables de entrada

Variable	descripción
I:0/0	Señal de presencia de energía red pública (RED)
I:0/1	Contacto de generador 1
I:0/2	Contacto de generador 2
I:0/3	Contacto de generador 3
I:0/4	Señal de cierre interruptor de red
I:0/5	Selector prueba con carga
I:0/6	Señal de cierre interruptor de barra de sincronismo

Tabla 3.5: Variables de entrada.

3.8 CONTROL DE NIVEL PARA EL SUMINISTRO DE PETRÓLEO DE GRUPOS ELECTRÓGENOS

3.8.1 Estanque de combustible líquido

3.8.1.1 Criterios, diseño y selección

En este proceso se requiere contar con almacenamiento de combustibles líquido, para el accionamiento de motores de los grupos electrógenos FGWilson . Para ello es necesario contar con tanques de almacenamiento que cumplan los requerimientos mínimos de capacidad y seguridad dentro de las instalaciones donde estén ubicados.

Se deben contemplar en el diseño de estos tanques los servicios y requerimientos relativos al almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables, como lo son las conexiones, bocas de visita, drenajes y el correspondiente sistema de control y protecciones contra descargas atmosféricas y contra incendios.

3.8.1.2 Materiales de Construcción

La geometría es cilíndrica y la disposición es superficial e instalado de forma vertical debido al poco espacio que se dispone.

Carcasas: es recomendable para la mayoría de los casos el concreto o acero estructural, este último es más versátil en cuanto a los arreglos y formas que se pueden obtener, además, para este material se encuentran la mayoría de las especificaciones normativas.

Tuberías, bridas y tornillería: Las especificaciones aceptadas para tuberías y acoples de tuberías van desde ASTM A53M, A106, A334 y A420 entre otros.

Las bridas tipo HUB, SLIP-ON, WELDING y WELDING NECK deberán apegarse a los requerimientos de materiales de las ASME B16.5 para bridas en acero al carbono forjadas menores a 24". La tornillería para bridas deberá apegarse a la normativa ASTM A 193 B7 Los pernos deberán estar conformes a la ASTM A 194 Grado 2H y todas las dimensiones especificadas en la ASME B18.2.2.

3.8.1.3 Elementos de Seguridad

- Alivio y venteos: Se deberán instalar dispositivos de alivio de presión, tomando en cuenta el riesgo debido a la exposición del tanque a una fuente de calor inesperada evitando alcanzar presiones mayores al 20% de la máxima presión de trabajo permisible. Se deben instalar igualmente dispositivos de alivio de vacío para permitir la entrada de aire y de esta manera evitar colapso de las paredes del tanque por vacío.
- Retención en caso de derrames: Hay que considerar medidas de seguridad en caso de fuga o ruptura del tanque para evitar la dispersión del producto contenido, para ello, un dique de contención o cubeto y un sistema de drenaje son necesarios.
- Se debe tener en cuenta que no podrán estar en el mismo dique o cubeto recipientes con productos que puedan producir reacciones peligrosas entre sí. El volumen del cubeto debe contener el 100% de la capacidad del líquido almacenado en el tanque en su interior.
- Puesta a tierra y protecciones contra incendio: Las puestas a tierra tienen por objeto limitar la diferencia de tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas. Se habrá de prever una conexión móvil a tierra al camión cisterna durante la carga de combustible.
- La protección contra incendios en el almacenamiento de combustibles deberá seleccionarse el sistema y agente extintor que más convenga, siempre que cumpla con los requisitos mínimos. Los extintores se encontrarán a menos de 15 metros desde el área protegida para alcanzar el extintor.

3.8.1.4 Operación y Mantenimiento

Antes de que el personal ingrese en el interior de un tanque que haya contenido líquidos inflamables será necesario vaciarlo y lavarlo, asegurándose que su atmosfera es respirable y no inflamable.

El vapor generado por el agua de condensación dentro de los tanques crea las condiciones para el crecimiento microbiano y en última instancia la contaminación microbiana severa del sistema de combustible.

Se debe realizar una inspección visual del interior del tanque y los accesorios de las tuberías deben ser inspeccionados para evaluar la corrosión y deben limpiarse las tuberías. Igualmente se recomienda mantener inspecciones periódicas que puedan detectar filtraciones, corrosiones u otros fenómenos que pongan en peligro la resistencia y la hermeticidad del tanque.

3.8.2 válvula solenoide

Una válvula solenoide es una válvula eléctrica utilizada para controlar el paso de gas (sistemas neumáticos) o fluidos (sistemas hidráulicos). La apertura o cierre de la válvula se basa en impulsos electromagnéticos de un solenoide (un electroimán) que trabaja junto a un muelle diseñado para devolver a la válvula a su posición neutral cuándo el solenoide se desactiva. Este tipo de válvulas se suelen utilizar en sitios de difícil acceso, en sistemas multiválvulas y en sitios de ambiente peligroso. Las válvulas solenoides ofrecen funciones de apertura o cierre total y no se pueden utilizar para la regulación del flujo de gas o fluido. Existen válvulas solenoides que pueden trabajar con corriente alterna (AC) o con corriente continua (DC) y utilizar diferentes voltajes y duraciones de ciclo de funcionamiento.

3.8.2.1 Características y funcionamiento

Los solenoides son muy útiles para realizar acciones a distancia sobre válvulas de control de gas y fluidos. Un solenoide es una bobina de material conductor cuyo funcionamiento se basa en campos electromagnéticos. Al pasar una corriente eléctrica a través de la bobina, se genera un campo electromagnético de cierta intensidad en el interior. Un émbolo fabricado de metal ferroso es atraído por la fuerza magnética hacia el centro de la bobina, lo que proporciona el movimiento necesario para accionar la válvula. La válvula se puede abrir o cerrar, no hay término medio, por lo que no se puede utilizar este sistema para regulación de flujos.

Una vez que se activa el solenoide, la válvula se mantendrá abierta o cerrada, dependiendo del diseño, hasta que se corte la corriente eléctrica y desaparezca el campo electromagnético del solenoide. En este momento, un muelle o resorte empuja el émbolo de nuevo hacia su posición original cambiando el estado de la válvula. El hecho de que no se necesite manipulación física directa hace que las válvulas solenoides sean la mejor solución para controlar la entrada o salida de fluidos y gases en sitios de difícil acceso o dónde el entorno puede ser peligroso, como en sitios a altas temperaturas o con productos químicos peligrosos. Además, las bobinas del solenoide se pueden cubrir con material ignífugo para hacerlas más seguras para ambientes peligrosos.

Una válvula de solenoide eléctrico sólo puede funcionar como dispositivo on/off y no puede ser utilizado para abrir o cerrar la válvula gradualmente en aplicaciones dónde se requiera una regulación más precisa del flujo. En función del uso que se le va a dar a la válvula, se pueden

utilizar bobinas capaces de trabajar de forma continua o en ciclos de duración determinada; siendo las de trabajo continuo normalmente más caras. Existen válvulas de solenoide aptas para su uso con corriente alterna, de 24 a 600 voltios, o para su uso con corriente continua, de 12 a 24 voltios.



Ilustración 3-44: Válvula solenoide.

3.8.3 Sensores ultrasónicos sin contacto

Estos sensores incorporan un procesador de señal analógica, un microprocesador, interruptores de rango de decimal codificado en binario (DCB) y un circuito excitador de salida. Los pulsos transmitidos y una señal de compuerta desde el microprocesador se enrutan a través del procesador de señal analógica hasta el sensor, que envía un haz ultrasónico a la superficie del líquido. El sensor detecta el eco de la superficie y lo enruta de vuelta al microprocesador para una representación digital de la distancia entre el sensor y el nivel de la superficie. A través de una actualización constante de las señales recibidas, el microprocesador calcula los valores promedio para medir el nivel de líquido.

Con un sensor continuo, el microprocesador convierte el valor promedio a una señal de 4 a 20 mA que es lineal con el nivel de líquido. Cuando el eco del nivel no vuelve al sensor en un plazo de 8 segundos, la señal de salida del sistema cae por debajo de 4 mA, lo que indica una condición de bajo nivel o una tubería vacía. Con un sensor de punto, el microprocesador compara el valor promedio con el ajuste del interruptor DCB y energiza un relé de salida para indicación de nivel alto o bajo. Una pérdida de señal que supere 8 segundos desenergiza los relevadores y restaura su estado original. Los componentes electrónicos incorporan un retraso de medio segundo que minimiza los efectos de turbulencia de la superficie.

3.8.3.1.1 Transmisión analógica de corriente

- El rango más usado es 4 a 20 mA.
- Se verifica de forma natural fallas en el sistema
- Puede transmitir a distancias de 1 Km
- La carga puede ir desde 0 hasta 1000 Ω
- Tiene mayor inmunidad al ruido que la transmisión de voltaje
- La señal no se degrada con la distancia.



Ilustración 3-45: Sensor ultrasonico sin contacto.

3.8.4 Sondas capacitivas de nivel con compensación de constante dieléctrica (DC)

Estas sondas tienen una zona de referencia con compensación de la constante dieléctrica (DC). Gracias a esta función es posible ajustar la sonda con el contenedor vacío y la sonda va a detectar fiablemente líquidos o materiales a granel con una constante dieléctrica (DC) desde $\epsilon_r > 1,2$.

Después del ajuste único con el contenedor vacío, la sonda se ajusta automáticamente al material a medir. Esto ahorra al usuario mucho tiempo durante la puesta en servicio y también es particularmente ventajoso para aplicaciones con productos cambiantes.

3.8.4.1 Medición de nivel capacitiva

En la medición de nivel capacitiva, el sensor capacitivo y el depósito forman los dos electrodos de un condensador. Cualquier cambio en el nivel provoca un cambio en la capacidad, que se convierte en una señal de nivel. Gracias a las versiones recortables de las sondas de cable y de barra, los sensores de nivel capacitivos cubren una amplia gama de aplicaciones.

Ventajas

- La medición de nivel capacitiva permite medir sin ángulos muertos a lo largo de toda la longitud del sensor
- Los sensores capacitivos totalmente aislados miden también en líquidos corrosivos
- Método de medición económico para un funcionamiento sin averías ni mantenimiento

Características típicas

Tensión de alimentación (Vb)	18...36 V CC
Corriente de servicio (Ie)	0...250 mA
Ondulación residual max.	permisible 25 %
Resistencia de la carga (RL)	$\leq 600 \Omega$
Consumo de potencia (salidas sin carga)	3 W
Salida analógica	4...20 mA / 20...4 mA



Ilustración 3-46: Sonda capacitiva.

3.8.5 Interruptor de flotador para montaje horizontal

Aplicaciones

- Monitorización e indicación de nivel de líquidos
- Medida de nivel para casi la totalidad de medios líquidos
- Control de nivel en bombas
- Mensajes de alarma
- Protección contra rebose

Descripción

Por su diseño compacto, el interruptor de flotador para montaje horizontal en versión miniatura, modelo HLS-M, es ideal para para indicar en nivel mínimo y máximo en depósitos pequeños.

El flotador está fijado a una palanca giratoria y se mueve con el nivel del fluido a medir. Un imán permanente activa un contacto Reed al alcanzar un punto de conmutación previamente configurado (protegido por gas inerte).

La aplicación de imanes permanentes y contactos Reed permite la interrupción sin contacto, sin desgaste y sin energía auxiliar. Los contactos son libres de potencial.

La función de conmutación se refiere al nivel ascendente del líquido: utilización estándar como contacto de cierre (girándolo 180° se puede usar como contacto de apertura).

El interruptor de flotador es fácil de montar y libre de mantenimiento, por lo tanto, los costes de montaje, puesta en servicio y operación son bajos.



Ilustración 3-47: Interruptor flotador.

3.8.6 Bomba extractora de combustible

Es un mecanismo que aspira el combustible del interior de un contenedor. En muchos casos se va a utilizar para extraer el combustible y realizar posteriormente su cambio.

Y es que en muchos casos son necesarias muchas maniobras que implican realizar mantención en el sistema o el depósito.

La bomba en si consiste en:

En una vía en donde se conecta la salida del estanque del generador y otra vía que va hacia el retorno del estanque principal.

Lo primero que hay que pensar es que el uso que le demos a la bomba de combustible debe estar ajustado a nuestras necesidades. Es decir, tenemos que pensar en si vamos a usar esta herramienta en ocasiones puntuales o bastante más a menudo.

En este caso la bomba debe ser de poca potencia, ideal para empleos esporádicos.

Además, se debe tener en cuenta algunos puntos para proceder a escoger el modelo más adecuado para el proyecto:

- Capacidad del caudal de extracción. No hace falta atender a este dato de los fabricantes al pie de la letra. Nos explicamos: cualquier bomba va a ser capaz de extraer 5 litros en diez minutos. El tiempo que ganarías entre un modelo y otra no es muy relevante.

- Voltaje eléctrico. Las bombas extractoras de combustible funcionan con 24 voltios y se pueden conectar a la fuente de los grupos electrógenos.
- Aspirador. Se debe considerar el diámetro del tubo de la bomba extractora que vas a instalar, y que este sea apto para la apertura a la que se quiere acoplar.
- En bronce. Conexiones para rosca de 1/2" BSP o tubo de 1".



Ilustración 3-48: Bomba extractora de combustible.

3.8.7 Desagüado Automático Para Tanques De Hidrocarburos

En los procesos en donde se requiere almacenamiento de combustibles o cualquier tipo de hidrocarburo, la condensación de agua o la entrada de algo de agua en algunos de los procesos es bastante habitual. La detección del nivel de esta agua, así como la eliminación de la misma es un problema habitual de los responsables de estos procesos. Se realizará un control que permite automatizar la detección del nivel de agua, detectando el interfaz y eliminando el agua acumulada en su totalidad y de forma automática, sin intervención humana.

Esta agua va decantando en el fondo de los tanques, causando como mínimo una merma en la capacidad de almacenamiento, y obligando a extremar las precauciones para evitar que esta agua pueda llegar a los motores, dado su enorme potencial de daño a los mismos.

El proceso de eliminar esta agua suele ser manual, impreciso y potencialmente peligroso, dado que el personal encargado trabaja en áreas normalmente clasificadas o muy cercanas.

3.8.7.1 principio de operación

El sensor mide la constante dieléctrica del producto para detectar la interfaz hidrocarburo-agua y control procesa la señal proveniente de la sonda y controla la operación de la válvula de purga.

3.8.8 Sensores de presencia de agua (WIF)

Los sensores wif son dispositivos de estado sólido diseñados para detectar la presencia o ausencia de agua en el combustible. cada sensor contiene componentes electrónicos integrados de alta temperatura que generan un voltaje alterno en la punta de la sonda. la presencia de agua completa el circuito que, a su vez, cambia la condición de la salida del transistor. Las opciones de salida varían y se pueden utilizar para activar relés, luces indicadoras o leds, así como para interactuar con lógica cmos / ttl, plcs o microprocesadores.



Ilustración 3-49: Sensor de presencia de agua (WIF).

Los sensores WIF generalmente se colocan en la parte inferior de un separador de agua con filtro de combustible. Un separador de filtro de combustible proporciona un espacio en la parte inferior del lado sucio del separador para la recogida de agua. La señal generada luego se envía al plc o dispositivo afín, alertando al operador que el filtro necesita servicio.

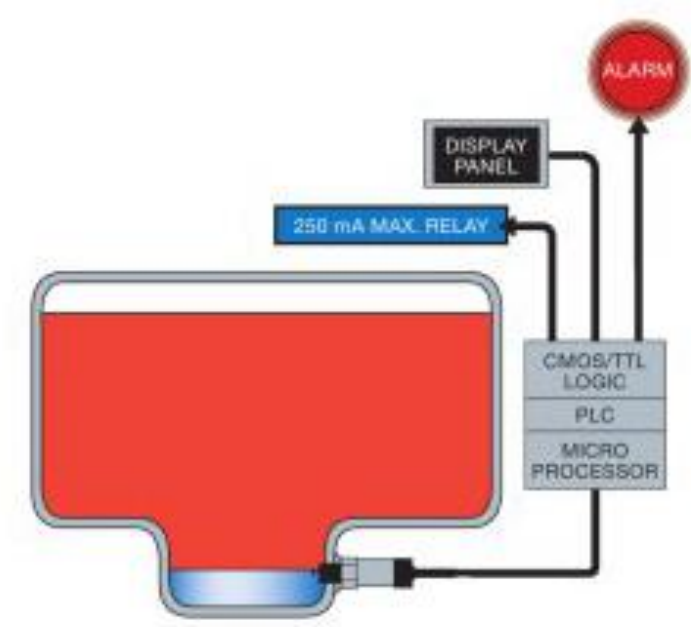


Ilustración 3-50: Ubicación sensor WIF.

3.8.8.1 Diagrama de conexión

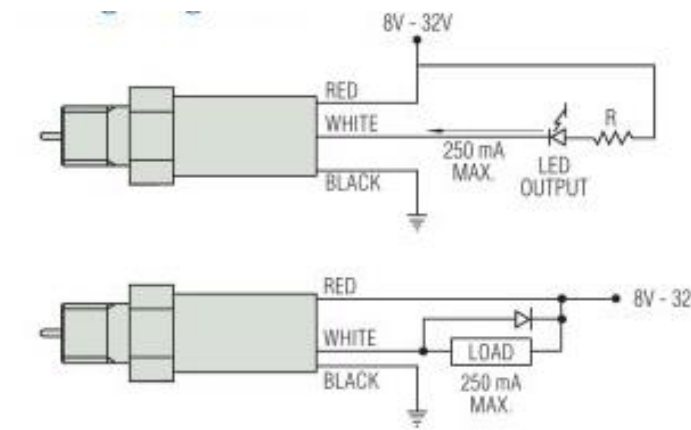


Ilustración 3-51: Diagrama de conexión sensor WIF.

3.9 SOLUCIÓN AL SISTEMA DE LLENADO DE PETRÓLEO DEL ESTANQUE PRINCIPAL Y DE GENERADORES

El proceso diseñado corresponde a un control de la variable nivel de combustible con una secuencia lógica.

Mediante un PLC Micrologic 1100 se lleva el mando de todo el sistema y se programa para activar o desactivar las válvulas solenoides (dos vías) y mantener automáticamente los niveles de los estanques de los grupos electrógenos.

Para prevenir los problemas que puedan surgir al no supervisar de forma continua el llenado de los estanques de petróleo se implementara un sistema automático que pueda prevenir derrames o la falta de combustible.

Para este nuevo sistema automatizado llenado de combustible es necesario aumentar la capacidad del estanque principal de 1000 lts a 17000 lts para cumplir con las 72 horas de respaldo que exige el MINVU.

Las principales válvulas de cada estanque serán reemplazadas por válvulas electromagnéticas para optimizar la situación y la automatización de este sistema.

Para conocer el nivel de combustible ya no será necesario la medición por vara o por indicador de nivel mecánico debido a que se necesita un valor exacto del nivel, de este modo también traspasar esta información al plc.

En caso de rebalse el sensor capacitivo detectará el sobre nivel en el cual se activará la alarma y la válvula electromagnética para la apertura de vaciado del estanque y también el encendido de las bombas de succión. En caso de falla en el sensor capacitivo de nivel respaldara un interruptor de flotador de montaje horizontal.

3.9.1 Áreas de control

Las áreas de control a supervisar son divididas en 5 áreas de proceso que es descrita a continuación.

Área funcional	Instrumentación correspondiente
Estanque de combustible generador 1	Sensor capacitivo de nivel 1 Válvula electromagnética N.C 1 interruptor de flotador 1
Estanque de combustible generador 2	Sensor capacitivo de nivel 2 Válvula electromagnética N.C 2 interruptor de flotador 2
Estanque de combustible generador 3	Sensor capacitivo de nivel 3 Válvula electromagnética N.C 3 interruptor de flotador 3
Estanque principal	Sensor ultrasónico de nivel Válvula electromagnética N.C 4 Interruptor de flotador 4
Detección de agua en estanque principal	Sensor de agua en combustible (WIF) Válvula electromagnética N.C 5 Interruptor de flotador 5 y 6
Vaciado estanque de grupos electrógenos	Válvula electromagnética N.C 6, 7 y 8 Bombas extractoras de combustible 1, 2 y 3
Válvulas de seguridad	Válvula electromagnética N.A 9 y 10
Válvulas manuales	Válvula de bola 1, 2, 3, 4 y 5

Tabla 3.6: Áreas de control.

3.9.2 Área funcional estanque de combustible generador 1, 2 y 3

3.9.2.1 Estanques grupos electrógenos

Son estanques de uso diario de abastecimiento ubicados abajo del grupo electrógeno respectivo, almacenan 880 litros de petróleo diésel que suministran de forma directa al grupo electrógeno y se abastecen del estanque principal.

3.9.2.2 Sensor capacitivo de nivel

Este es el detector que informa sobre el nivel de llenado de los estanques de los generadores, se utilizan para obtener los datos que son enviados al plc y luego representar de forma digital el nivel de combustible en el estanque. Está ubicado en la parte superior del estanque, por lo cual lee desde el mínimo al máximo, al leer el sobre nivel se habilita una alarma y se cierra automáticamente la válvula electromecánica de la entrada.

3.9.2.3 Válvula electromagnética N.C

Este dispositivo permite o impide la entrada de combustible hacia los estanques de los grupos electrógenos.

Por ser del tipo de dos vías provee una acción simple on-off. Cuando el solenoide está activo la válvula está abierta. Cuando el solenoide está desactivado la válvula está cerrada.

3.9.2.4 Interruptor de flotador

El requerimiento del interruptor de flotador es que este diseñado para montaje y funcionamiento horizontal.

Este interruptor permitirá el cierre automático de la válvula electromecánica de la entrada del estanque de grupo electrógeno, es instalado a modo de seguridad en caso de que el sensor capacitivo de nivel falle.

Es requerido por estándares de la industria mundialmente reconocidos para la prevención moderna de sobrellenado: IEC 61511 y API 2350.

3.9.3 Área funcional estanque de combustible principal

3.9.3.1 Estanque principal

Consiste en un estanque de abastecimiento cilíndrico horizontal de 17.000 lts. De petróleo diésel que alimenta a tres estanques de menor capacidad o de uso diario.

3.9.3.2 Válvula electromagnética N.C

Este dispositivo permite o impide la salida de combustible del estanque hacia los grupos electrógenos.

Por ser del tipo de dos vías provee una acción simple on-off. Cuando el solenoide está activo la válvula está abierta. Cuando el solenoide está desactivado la válvula está cerrada.

3.9.3.3 Sensor ultrasónico de nivel

Este es el detector que informa sobre el nivel de llenado del estanque principal y se utiliza para obtener los datos que son enviados al plc y luego representar de forma digital el nivel de combustible en el estanque. Está ubicado en la parte superior del estanque, por lo cual lee desde el mínimo al máximo, al leer el sobre nivel se habilita una alarma.

3.9.3.4 Interruptor de flotador 4

El requerimiento del interruptor de flotador es que este diseñado para montaje y funcionamiento horizontal.

Este interruptor permitirá la activación una alarma audiovisual es instalada a modo de seguridad en caso de que el sensor ultrasónico de nivel falle.

Es requerido por estándares de la industria mundialmente reconocidos para la prevención moderna de sobrellenado: IEC 61511 y API 2350.

3.9.4 Área funcional detección de agua en estanque principal

3.9.4.1 Sistema de detector de presencia de agua en combustible

Un sensor de agua en el combustible o WIF detecta la presencia de agua en el combustible diésel, por lo general la detección de agua en el combustible puede prevenir o al menos reducir cualquier daño que el agua pueda causar a los inyectores de combustible.

Los residuos son almacenados en un estanque de 100 litros y es alertado el llenado máximo por interruptor flotador.

3.9.4.2 Sensor de agua en combustible (WIF)

Este sensor utiliza la diferencia de conductividad eléctrica entre dos electrodos a través del agua y el combustible.

3.9.4.3 Válvula electromagnética N.C

Este dispositivo permite la salida de agua del tanque principal cuando el sensor detecta presencia agua en el combustible.

Por ser del tipo de dos vías provee una acción simple on-off. Cuando el solenoide está activo, la válvula está abierta. Cuando el solenoide está desactivado, la válvula está cerrada.

3.9.4.4 Interruptor de flotador

El requerimiento de estos interruptores de flotador es que este diseñado para montaje y funcionamiento horizontal.

El interruptor permitirá la activación una alarma en el sistema de monitoreo y no permitirá que la Válvula electromagnética N.C 5 pueda abrir hasta que estanque de residuos sea vaciado por personal responsable.

3.9.5 Área funcional vaciado estanque de grupos electrógenos

El sistema de vaciado y retorno de combustible de los estanques de grupos electrógenos hacia el estanque principal sirve principalmente en caso de que se requiera mantención en los estanques, también en caso de un rebalse, el combustible retornara siempre y cuando el estanque principal tenga el espacio suficiente para almacenarlo.

3.9.5.1 Válvula electromagnética N.C

Este dispositivo permite o impide el retorno de combustible del estanque de grupos electrógenos hacia el estanque principal.

Por ser del tipo de dos vías provee una acción simple on-off. Cuando el solenoide está activo la válvula está abierta. Cuando el solenoide está desactivado la válvula está cerrada.

3.9.5.2 Bombas de extracción

Este mecanismo extrae el combustible del estanque de grupos electrógenos hacia el estanque principal, su uso será esporádico y en maniobras que implican realizar mantención en el sistema o el depósito.

3.9.6 Válvulas de seguridad

Estas válvulas son electromagnéticas normalmente abiertas y son utilizadas en caso de emergencia o fallo del sistema y se requiera un cierre rápido.

Por ser del tipo de dos vías provee una acción simple on-off. Cuando el solenoide está activo la válvula está cerrada. Cuando el solenoide está desactivado la válvula está abierta.

3.9.7 Válvulas manuales

Es un mecanismo de llave de paso que sirve para regular el flujo, están el sistema para cerrar el paso en caso de fallo y se requiera realizar reparación o mantención en casos de ser necesarios.

3.9.8 Programación Lader para control de suministro de petróleo

Para el funcionamiento del control de suministro de combustible es necesario tener lectura los niveles de petróleo en cada estanque, para eso se instalará un sensor de nivel ultrasónico en el estanque principal en serie a la fuente de alimentación de 24 VCC conectado a la entrada analógica el módulo 1762/IF4 configurada para entrada de 4 a 20 mA.

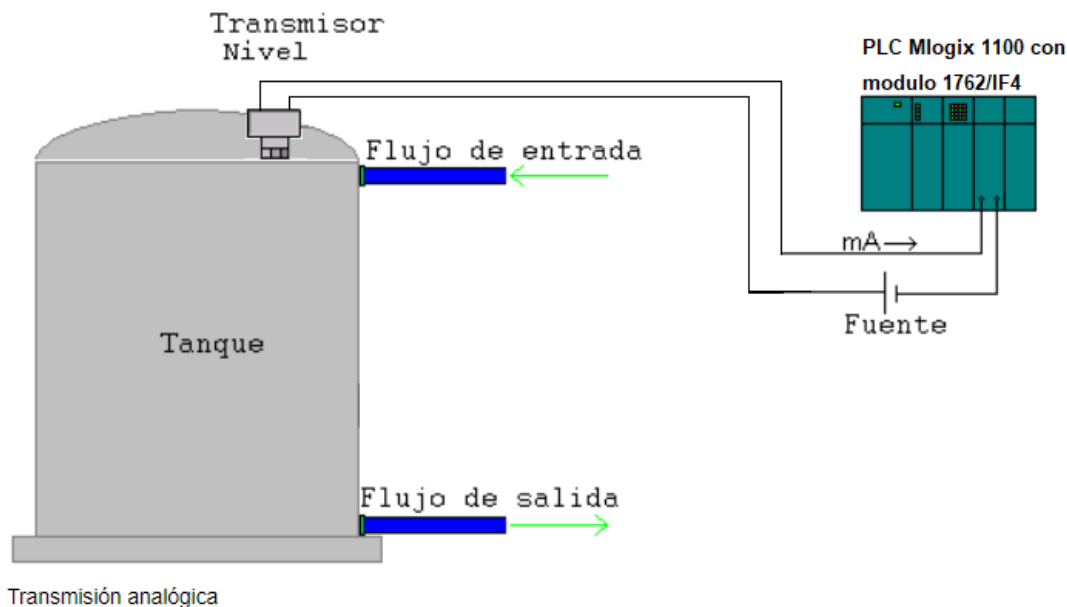


Ilustración 3-52: Conexion transmisor ultrasonico.

En la programación Ladder en la línea 0000 se configurará el escalamiento con la instrucción SCP con un input mínimo de 3277 bits y con input máximo de 16384, en Scaled Min es el escalado del valor mínimo del software, y el valor mínimo consignado para el proyecto será 0, valor de estanque vacío. El Scaled Max es el escalado del valor máximo de software, con el valor máximo consignado de 17000, en donde es el valor máximo del estanque en litros, es decir que 3277bits corresponde a 0 litros que es valor mínimo y 16384bits corresponde a los 17000litros que es el valor máximo.

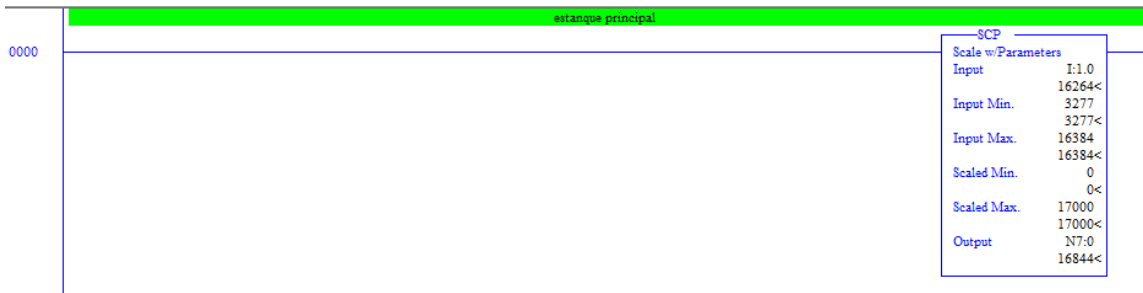


Ilustración 3-53: Línea 0 sistema de llenado.

En la línea 0001 de programación se activa la salida de O:0/0 que indica que el estanque principal está en sobre nivel y es activado con interruptor de nivel tipo flotador, activa una alarma visual y sonora contiguo al estanque y un aviso en la pantalla de supervisión y control, sirve principalmente para alertar al operador que llena el estanque. Se acciona con la entrada (I:0/0) y la salida (O:0/0).



Ilustración 3-54: Línea 1 sistema de llenado.

Continuando en la línea 0002 hasta la 0006, líneas que se programaron para indicar el nivel de petróleo del estanque y además de indicar 3 tipos de alarmas para que el operador este precavido de la situación en la que se encuentra el nivel, la primera alarma o indicador es la de color verde que indica que el nivel esta optimo y puede suministrar la mayor parte de petróleo a los estanques de cada generador y es sobre los 15000 litros. La alarma amarilla es entre los 10000 y los 14999 litros, en este estado ya es alerta para llenar el estanque en su totalidad debido a que no cumple con el tiempo de respaldo suficiente que es requerido por en el punto 3.1.5 *Autonomía energética total de la Norma Técnica Minvu 003*. La alarma roja se activa bajo los 10000 litros y se debe proceder a al relleno de petróleo urgentemente.

En la línea 0002 se utiliza la instrucción GRT que hace la comparación de la fuente A (N7:4 consigna de 15000 litros) es mayor a la fuente B (N7:0 nivel actual del estanque), en la cual si se cumple la condición se activa el bit en estado alto (B3:0/0).

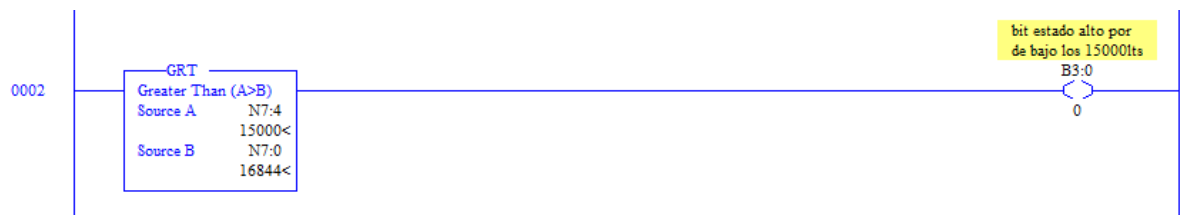


Ilustración 3-55: Línea 2 sistema de llenado.

En la línea 0003 con la instrucción LES se hace la comparación si la fuente A (N7:5 consigna de 10000 litros) es menor a la fuente B (N7:0 nivel actual del estanque), en la cual si se cumple la condición se activa el bit en estado alto (B3:0/1).

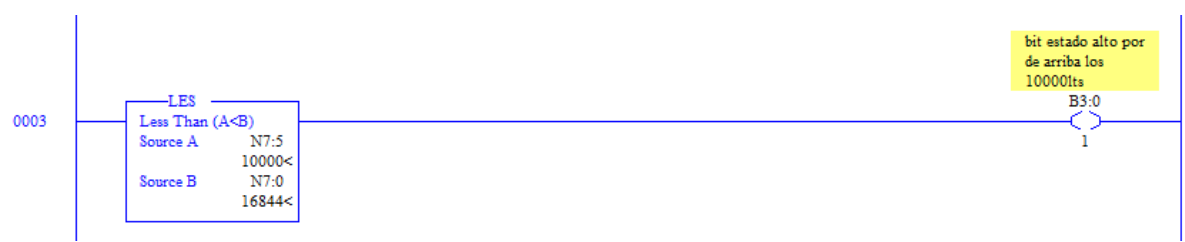


Ilustración 3-56: Línea 3 sistema de llenado.

En la línea 0006 se utiliza la instrucción GRT que hace la comparación de la fuente A (N7:5 consigna de 10000 litros) es mayor a la fuente B (N7:0 nivel actual del estanque), en la cual si se cumple la condición se activa el bit en estado alto (B3:0/12) condición para activar alarma roja de nivel de petróleo bajo.

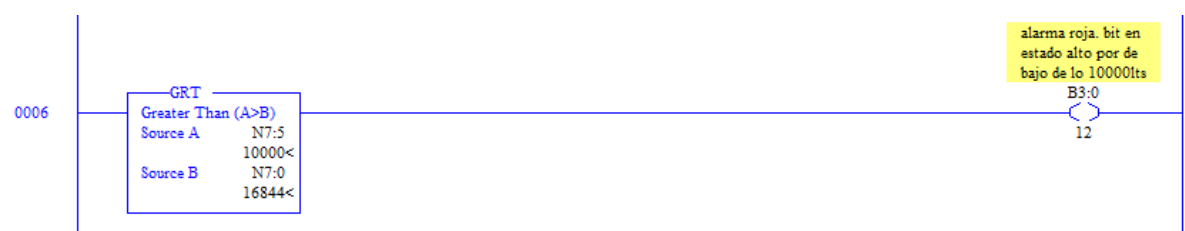


Ilustración 3-57: Línea 6 sistema de llenado.

La alarma amarilla se programó en la línea 0005 cumpliéndose la condición de tener los bits B3:0/0 y B3:0/1 en estado alto, el cual activara el bit B3:0/11(alarma amarilla), la alarma verde se programó en la línea 0004 cumpliéndose la condición de tener los bits B3:0/11 y B3:0/12 en estado bajo, en esta línea los contactos esta configurados como normal mente cerrados y al estar en nivel bajo activara el bit B3:0/10 (alarma verde).

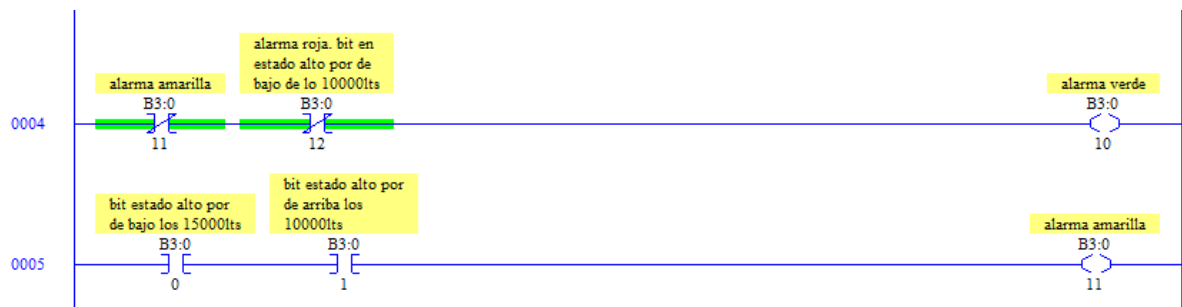


Ilustración 3-58: Línea 4 y 5 sistema de llenado.

La Válvula de salida del estanque principal (línea 0022) se activará cuando cualquiera de las otras válvulas de estanque de grupo electrógeno se active, no se permitirá la apertura de esta válvula cuando este activo el botón de parada de emergencia.

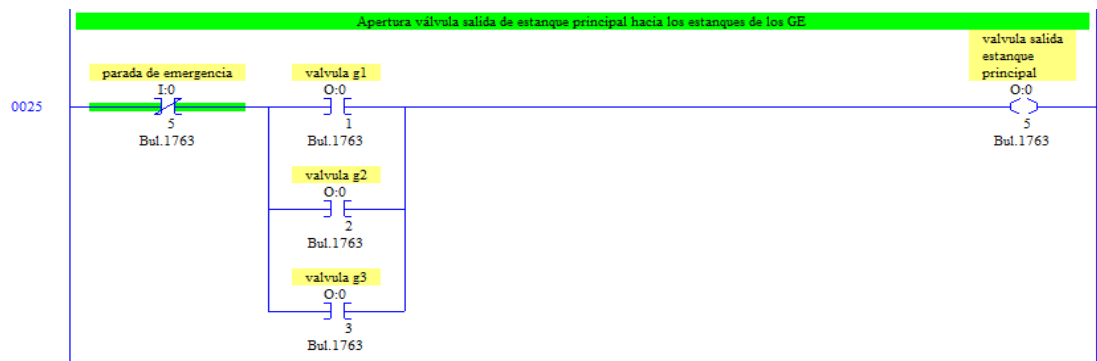


Ilustración 3-59: Línea 25 sistema de llenado.

La válvula de salida de agua residual será accionada solo si el sensor WIF o sensor de agua en combustible detecta presencia de agua, esta válvula no se accionará si el botón de emergencia esta activo o si el estanque de residuos está lleno, esto último accionado por un interruptor de nivel instalado en ese estanque.

En la línea 0023 se configura la salida para energizar la válvula de salida de agua residuales del estanque principal, debido a que El combustible almacenado durante largos períodos de tiempo a menudo presenta contaminación de agua causada por la condensación de agua en las superficies internas del tanque de combustible que están expuestas.

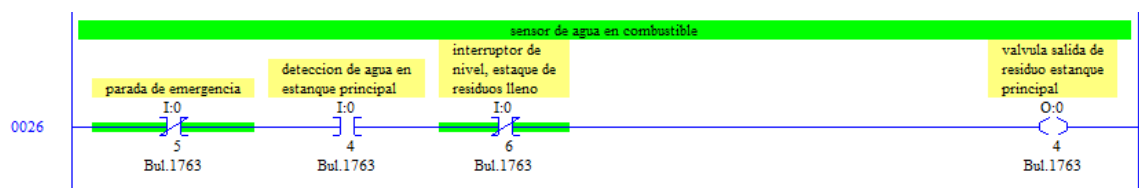


Ilustración 3-60: Línea 26 sistema de llenado.

En los estanques de grupo electrógeno se instalarán sensores de nivel capacitivos en serie a la fuente de alimentación de 24VCC conectado a la entrada analógica el módulo 1762/IF4 configurada para entrada de 4 a 20 mA.

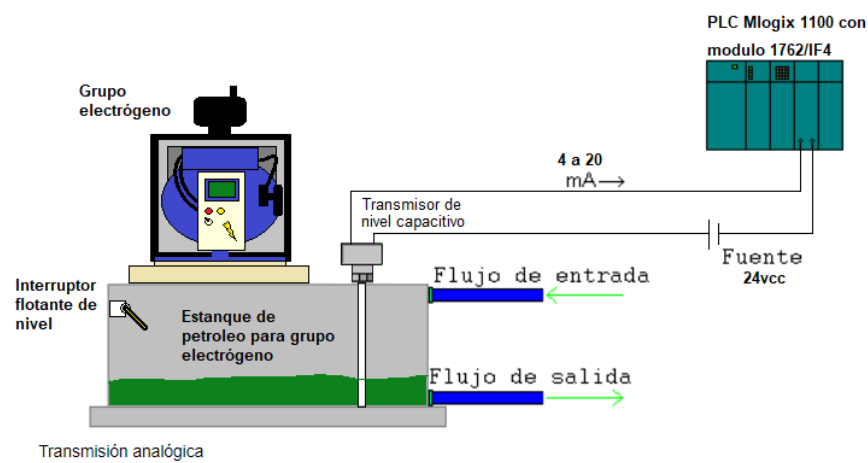


Ilustración 3-61: Conexión transmisor capacitivo.

Desde la línea 0007 hacia la 0011 contempla la programación para el control del estanque del generador uno, programación que se repite en las líneas 0012 hasta la 0016 para el estanque del generador 2 y en las líneas 0017 hasta la 0021 para el estanque del generador 3, líneas con programación similar pero con entradas, salidas y bits de memorias distintas.

En los estanques de los generadores tendrán una capacidad de 880 litros, pero serán llenados hasta los 875 litros para prevenir rebalses, estos se llenarán automáticamente cuando el nivel este a los 700 litros, en el caso de una falla en el sensor capacitivo, será instalado un sensor interruptor tipo flotador como apoyo y prevención de sobrellenado en donde si se acciona se bloqueará el ingreso de más petróleo y se activará un aviso de precaución en la pantalla de supervisión y control.

A continuación de describirá la programación contemplada para el estanque del generador 1 ya que las otras son similares, en la línea 0007 se configurará el escalamiento con la instrucción SCP con un input mínimo de 3277 bits y con input máximo de 16384, en Scaled Min es el escalado del valor mínimo del software, y el valor mínimo consignado para el proyecto será 0, valor de estanque vacío. El Scaled Max es el escalado del valor máximo de software, con el valor máximo consignado de 880, en donde es el valor máximo del estanque en litros, es decir que 3277bits corresponde a 0 litros que es valor mínimo y 16384bits corresponde a los 875 litros que es el valor máximo.

Nota: las líneas 0007 hasta la 0012 son similares a las líneas 0013 hasta 0018 y las líneas 0019 hasta 0024, pero están configuradas para otras entradas y salidas para los restantes estanque de generador.

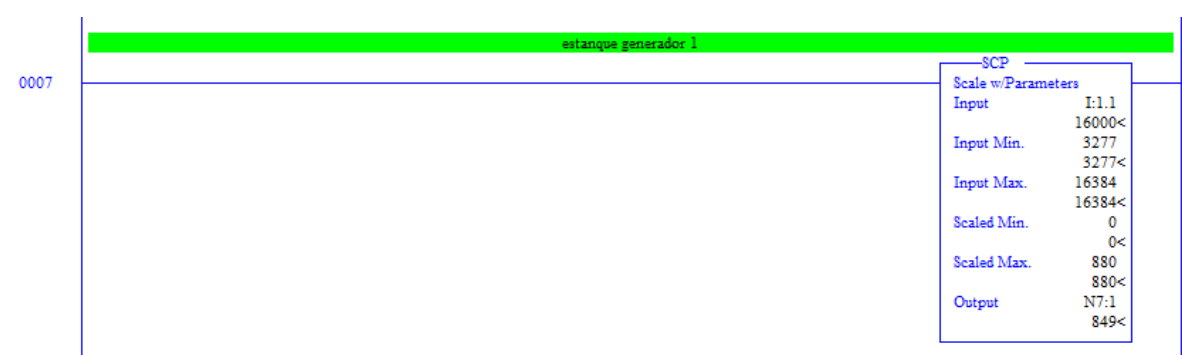


Ilustración 3-62: Línea 7 sistema de llenado.

En la línea 0010 se utiliza la instrucción GRT que hace la comparación de la fuente A (N7:1 nivel actual del estanque G1) es mayor a la fuente B (N7:6 consigna de 800 litros), en la cual si se cumple la condición se activa el bit en estado alto (B3:0/2).

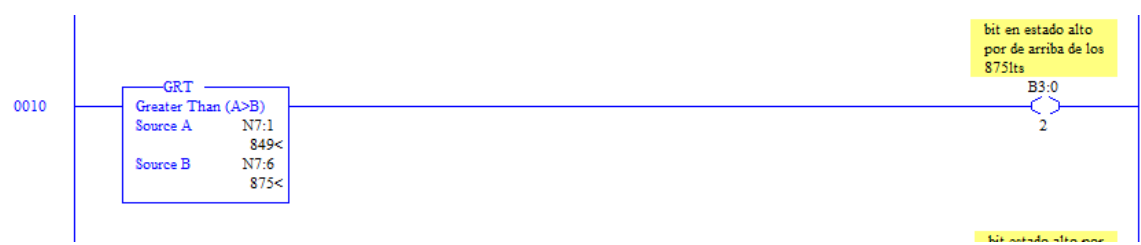


Ilustración 3-63: Línea 10 sistema de llenado.

En la línea 0011 con la instrucción LES se hace la comparación si la fuente A (N7:1 nivel actual del estanque G1) es menor a la fuente B (N7:6 consigna de 800 litros), en la cual si se cumple la condición se activa el bit en estado alto (B3:0/3).

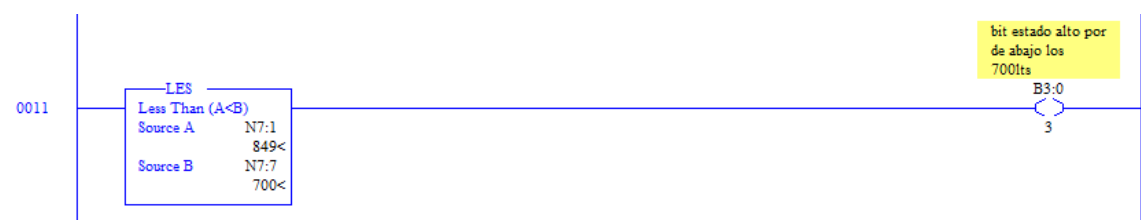


Ilustración 3-64: Línea 11 sistema de llenado.

La apertura de la válvula para llenar los estanques de los grupos electrógenos será cuando el nivel de combustible sea menor a la consigna, en este caso es de 700 litros, estará enclavado hasta que el nivel sea de 875 litros.

En la línea 0012 se activa la salida (O:0/1) que queda enclavada, está energiza la válvula de entrada de petróleo del generador 1 que se abrirá instantáneamente, la salida se activa cuando se active el bit de memoria (B3:0/3) en la línea 0011, ya que el nivel de petróleo está bajo los 700litros. La válvula se cerrará y la salida (O:0/1) se desenclavará cuando se active bit de memoria (B3:0/2) por estar sobre los 875 litros y se abra el contacto normalmente cerrado, también se cerrará la válvula cuando se active la parada de emergencia (I:0/5) o el interruptor de nivel por rebalse (I:0/1) y se abra el contacto normalmente cerrado respectivamente. Cuando se active el retorno de combustible (B3:0/15) hacia el estanque principal se deshabilitará el llenado del estanque.

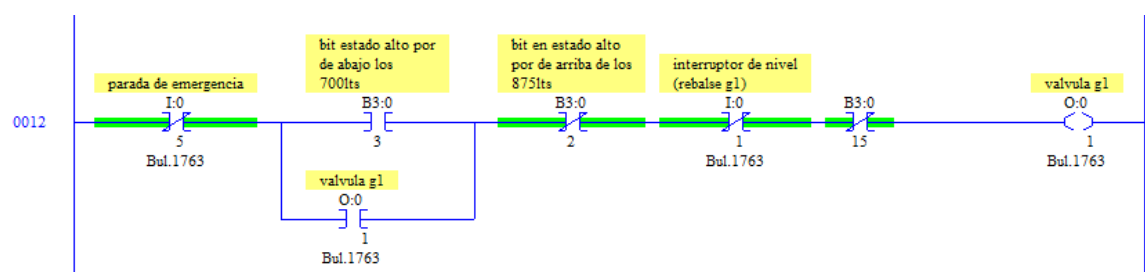


Ilustración 3-65: Línea 12 sistema de llenado.

En la línea 0008 de programación se activa la salida de O:0/7 que indica que el estanque de generador está en sobre nivel y energiza una válvula que se ubica en salida del estanque con el objetivo que el fluido retorne al estanque principal, además se activa un temporizador (T4:0) configurado con 3 segundos para dar tiempo de retraso a la bomba de succión, estos son activado con interruptor de nivel tipo flotador (I:0/1), también este último desactiva la válvula de entrada al estanque del generador y genera una alarma visual en la pantalla de supervisión y control que alerta al operador. El contacto (B3:0/15) habilita el retorno de combustible hacia el estanque principal, se habilita en la pantalla de control y supervisión por el operario.

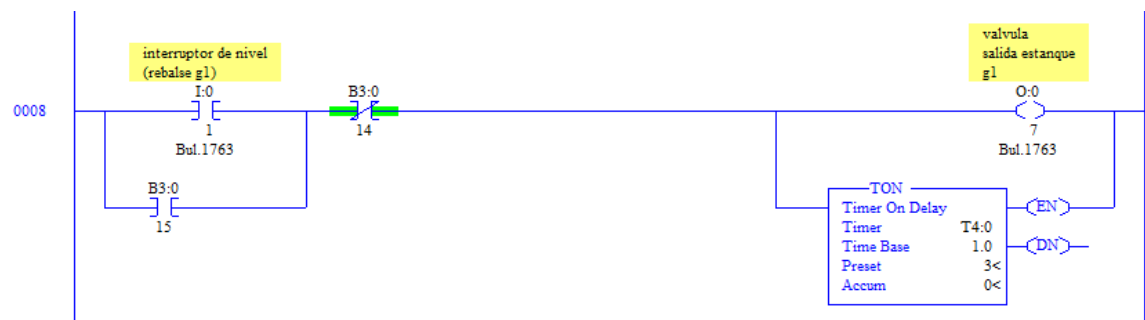


Ilustración 3-66: Línea 8 sistema de llenado.

En la línea 0009 se examina si está cerrado el contacto del temporizador ON (T4:0/DN), temporizador que da 3 segundos retraso a la bomba de succión (O:0/13).

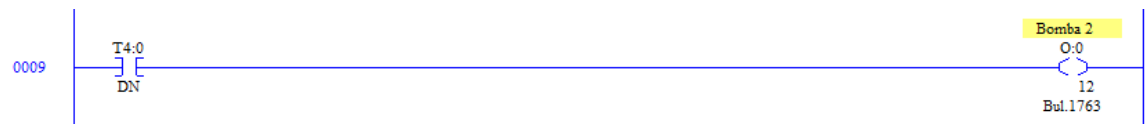


Ilustración 3-67: Línea 9 sistema de llenado.

Continuando con la línea 0027 hacia la 0029 se programan las alarmas de indicación de nivel del estanque de agua residuales, en donde si la alarma indica bajo nivel se continua con el proceso normal, si indica medio estanque se procede a programar la limpieza del estanque y si se indica lleno se necesita con urgencia el vaciado y limpieza de este.

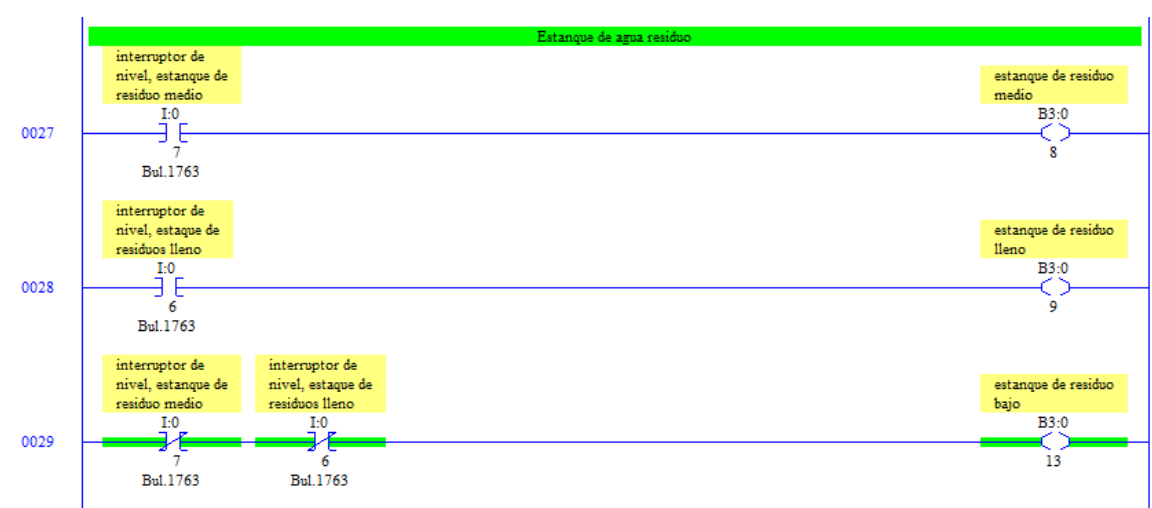


Ilustración 3-68: Línea 27, 28 y 29 sistema de llenado.

En la línea 0030 se asigna una entrada para la parada de emergencia (I:0/5), activando las válvulas electromagnéticas para seguridad (O:0/6 y O:0/11).

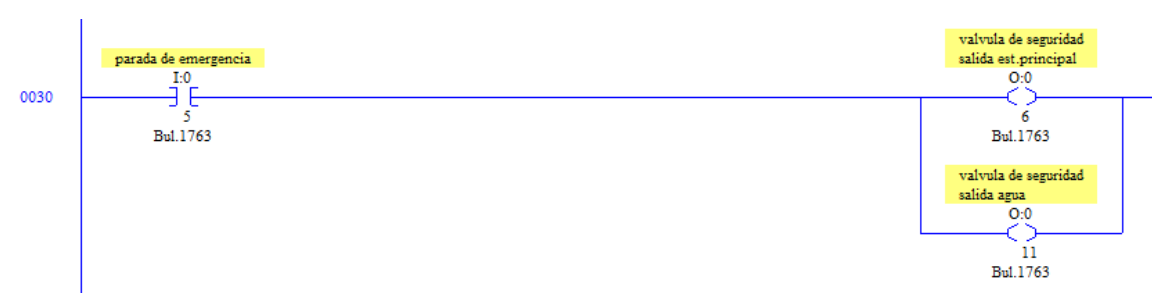


Ilustración 3-69: Línea 30 sistema de llenado.

EN la línea 0031 se utiliza la instrucción EQU que compara el nivel del estanque principal con la consigna 17000 que es el tope del estanque, cuando el estanque este en su máximo nivel no se podrá retornar combustibles de

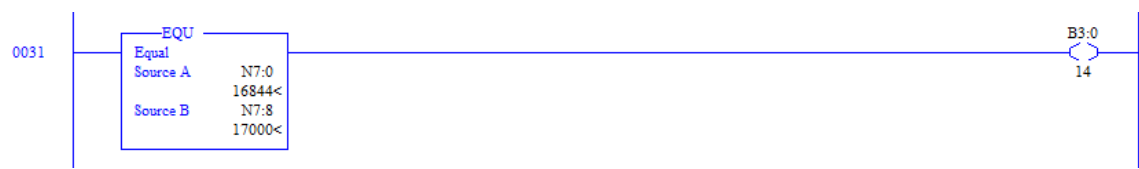


Ilustración 3-70: Línea 31 sistema de llenado.

3.10 Conexión de variables de entradas y salidas a PLC para control de suministro de petróleo

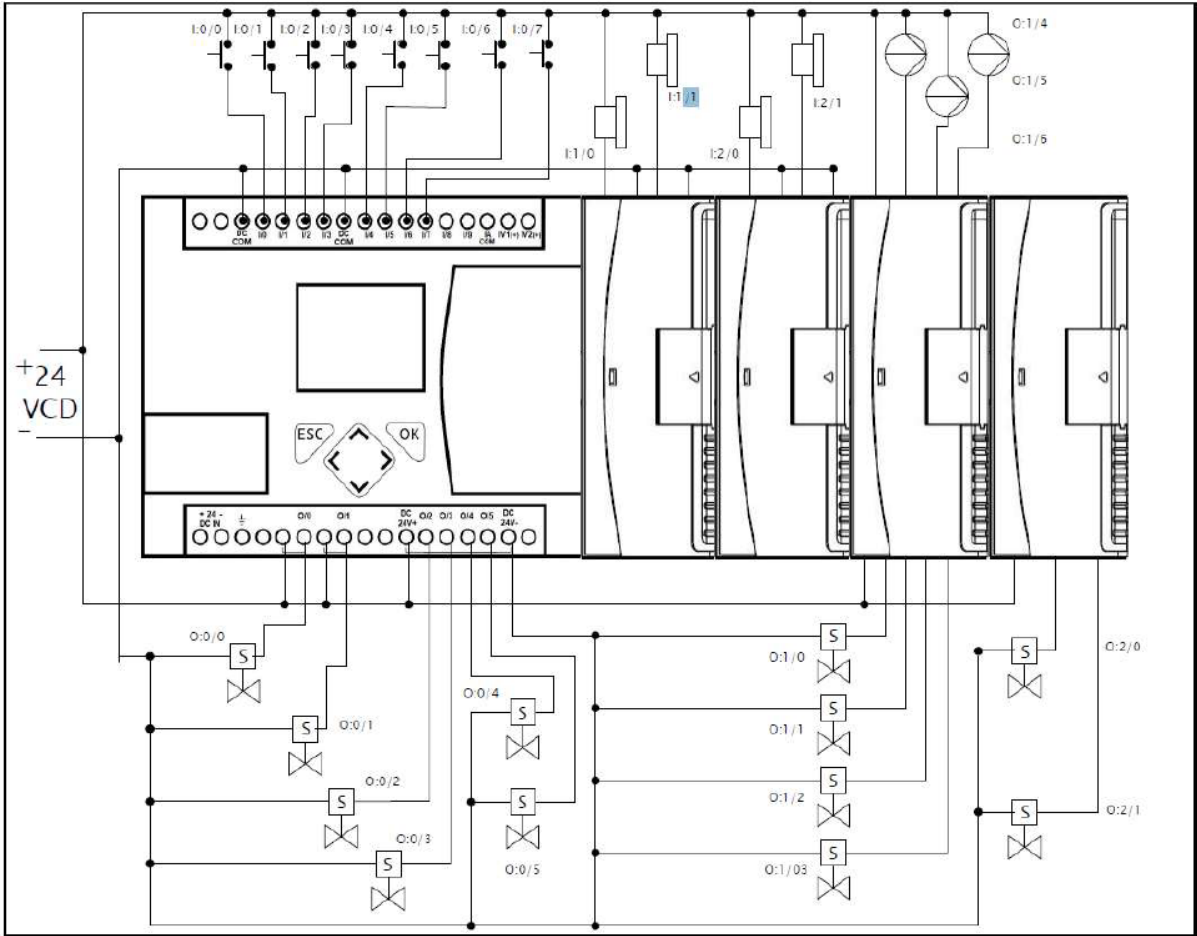


Ilustración 3-71: Conexión plc control suministro de petróleo.

La Ilustración 3-71 muestra una representación del conexionado hacia el PLC, las salidas para el cierre de cada válvula y bomba de extracción, entradas de los interruptores de nivel, sensores de nivel y parada de emergencia.

Variables de salida

Variable	descripción
O:0/0	Señal rebalse de estanque principal
O:0/1	Actuador electro válvula generador 1
O:0/2	Actuador electro válvula generador 2

O:0/3	Actuador electro válvula generador 3
O:0/4	Actuador electro válvula salida de residuo estanque principal
O:0/5	Actuador electro válvula salida estanque principal
O:1/0	Actuador electro válvula de seguridad salida estanque principal
O:1/1	Actuador electro válvula salida estanque generador 1
O:1/2	Actuador electro válvula salida estanque generador 2
O:1/3	Actuador electro válvula salida estanque generador 3
O:1/4	Actuador bomba 1
O:1/5	Actuador bomba 2
O:1/6	Actuador bomba 3
O:2/0	Actuador electro válvula de seguridad salida residuos o agua
O:2/1	-

Tabla 3.7: Variables de salida de control de suministro de petróleo.

Variables de entrada

Variable	descripción
I:0/0	Interruptor flotador de nivel estanque principal
I:0/1	Interruptor flotador de nivel estanque generador 1
I:0/2	Interruptor flotador de nivel estanque generador 2
I:0/3	Interruptor flotador de nivel estanque generador 3
I:0/4	Sensor WIF detección de agua en estanque principal
I:0/5	Pulsador de parada de emergencia
I:0/6	Interruptor flotador de nivel estanque de residuos o agua lleno
I:0/7	Interruptor flotador de nivel estanque de residuos o agua medio
I:1.0	Sensor ultrasonido estanque principal
I:1.1	Sensor capacitivo estanque generador 1

I:2.0	Sensor capacitivo estanque generador 2
I:2.1	Sensor capacitivo estanque generador 3

Tabla 3.8: Variables de entrada de control de suministro de petróleo.

3.11 **CREACION DE PROYECTO PARA PANTALLA DE MONITOREO**

El proyecto es la base de configuración del para el PC donde posteriormente se visualizará el sistema de control y supervisión del proceso, se crean y configuran todos los objetos necesarios, tales como:

- Imágenes para representar y operar la planta.
- Variables para intercambiar datos entre el panel de operador y la planta.
- Avisos para visualizar en el panel de operador los estados operativos de la planta.

3.11.1 Creacion de proyecto en Tia Portal v14

- Se debe tener iniciar TIA Portal v14 con todas las llaves necesarias y ejecutarlo como administrador.

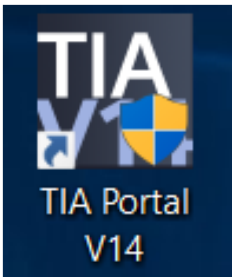


Ilustración 3-72: Icono TIA Portal V14.

- En inicio se crea un nuevo proyecto asignado un nombre y se asigna la ruta de destino.

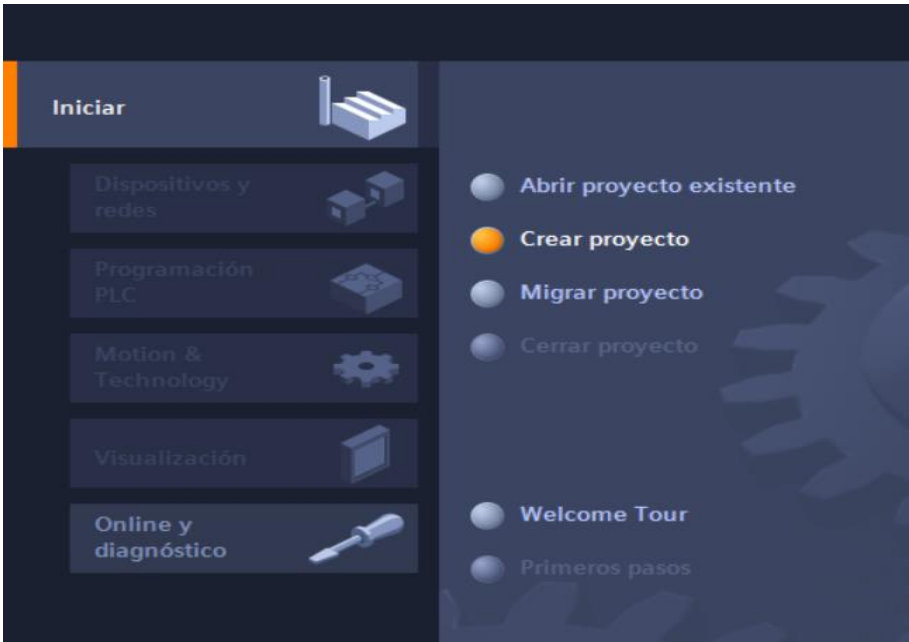


Ilustración 3-73: Inicio y creación de proyecto.

Crear proyecto

Nombre proyecto:

Ruta:

...

Versión:

Autor:

Comentario

Crear

Ilustración 3-74: Asignación de nombre y ruta de proyecto.

- En vista de proyecto, se debe agregar un nuevo dispositivo: seleccionar “Sistemas PC”, “PC general”, “Estación PC” y aceptar.

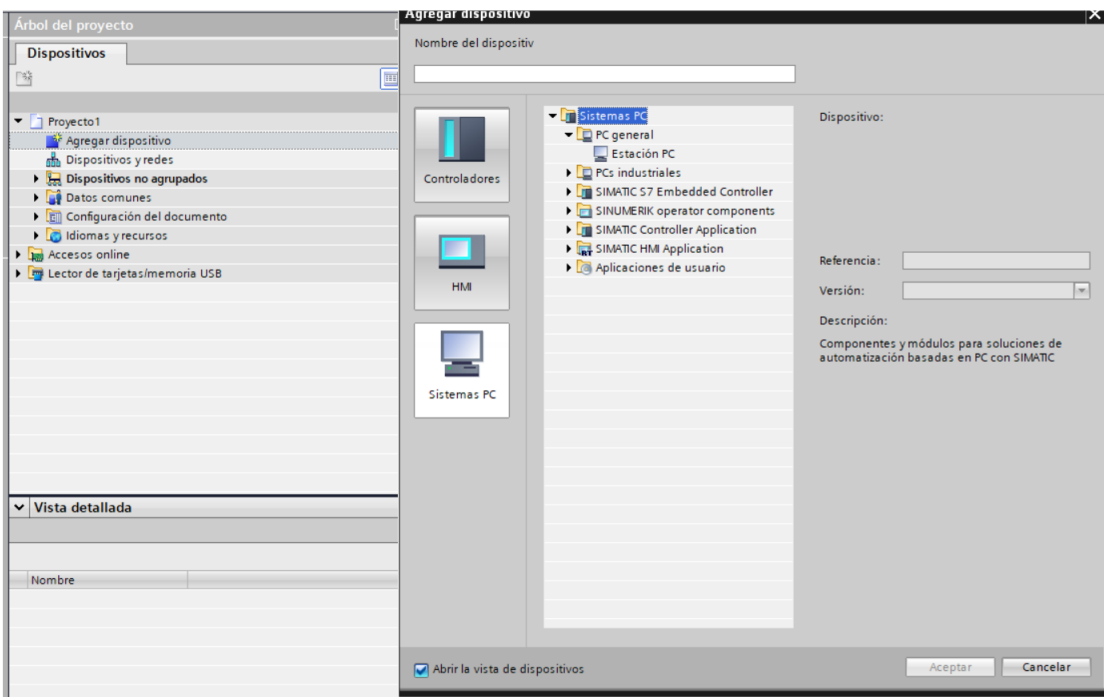


Ilustración 3-75: Agregar dispositivo al proyecto.

La propuesta de este proyecto el PLC es programado en la plataforma de Rs Logix, por lo tanto, los proyectos deben ser compatibles entre sí, por compatibilidad se usará un servidor OPC (el cual se encargará intercomunicar el PC y el PLC) Es muy relevante determinar el nombre del servidor, que en este caso será kepware.kepservEX.vs.

3.11.2 Conexión Opc

- Teniendo La conexión lista se deben agregar las variables para configurar las imágenes que deseemos. Abrimos el editor de variables teniendo en cuenta que al agregarlas se debe seleccionar el tipo de conexión que será la configuración del servidor. Se selecciona Kepserver en conexión y en dirección las respectivas direcciones del tag.

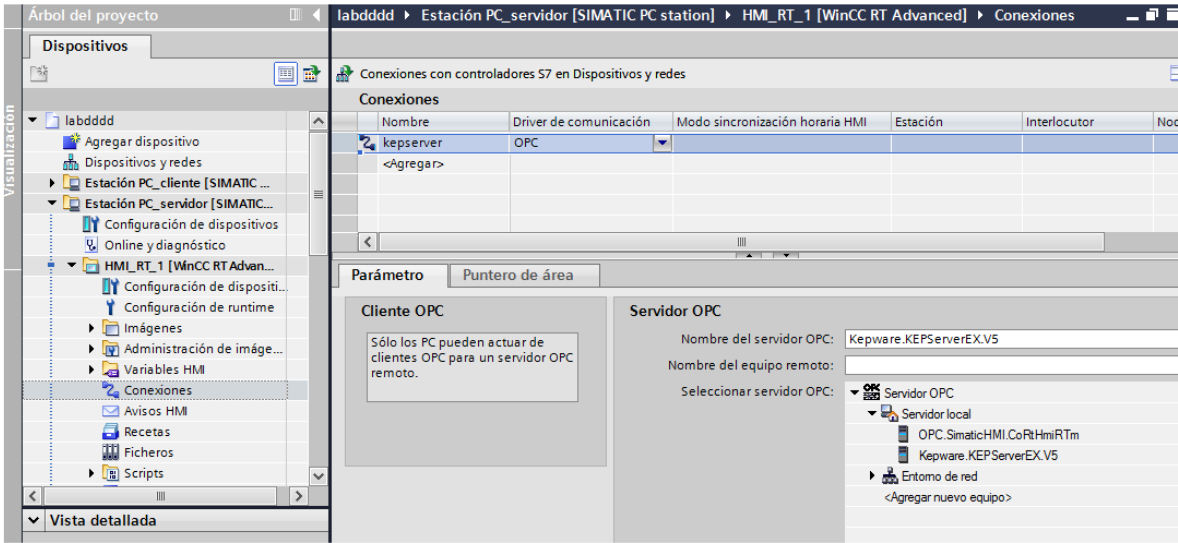


Ilustración 3-76: Asignar servidor OPC.

3.11.3 Crear Imágenes

Las imágenes representan la parte principal del proyecto, a través de ellas se controla y supervisa el proceso, en este caso, la pantalla de inicio Ilustración 3-77 de la propuesta de Control para selección de cargas eléctricas y suministro de petróleo, se visualiza el estado de conexión de los generadores o de la red eléctrica, además de los botones la seleccionar otros parámetro o información que el operador desee tener.

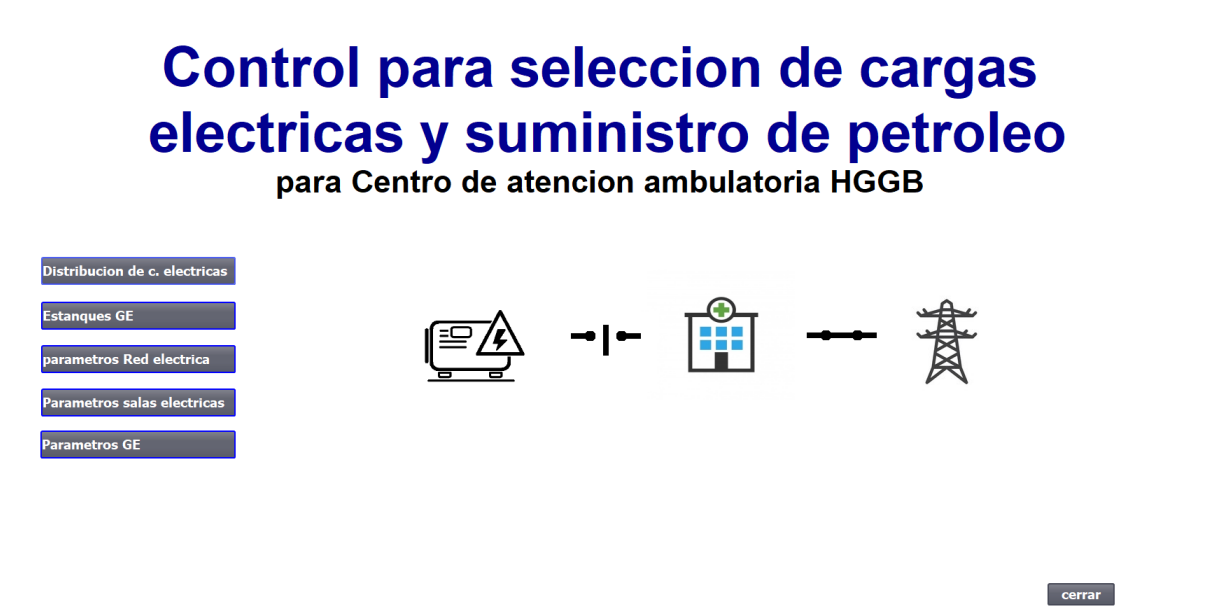


Ilustración 3-77: Imagen principal de proyecto.

los botones de la Ilustración 3-77 se detallan a continuación que función cumple cada una:

- Al seleccionar la tecla Distribución de cargas eléctricas del HMI se muestra la imagen del estado de la red eléctrica, el estado de los grupos electrógenos y las cargas del complejo hospitalario.
- Al seleccionar la tecla Estanques GE del HMI se muestra la imagen del estado de los niveles de combustible de los grupos electrógenos.
- Al seleccionar la tecla Parámetros de la red eléctrica del HMI se muestra la imagen de la información de los parámetros eléctricos de la red eléctrica.
- Al seleccionar la tecla Parámetros de la sala eléctrica del HMI se muestra la imagen de la información de los parámetros eléctricos de cada sala eléctrica del CAA.
- Al seleccionar la tecla Parámetros GE del HMI se muestra la imagen de la información de los parámetros eléctricos de cada grupo electrógeno.

Para observar todas las imágenes creadas se deben de realizar los siguientes pasos:

- I. En la pestaña árbol de proyecto seleccionar el icono de la carpeta “HMI_RT_1 (WinCC RT Advanced)”
- II. Luego seleccionar el icono carpeta “Imágenes” y empezamos abrir las pantallas creadas.

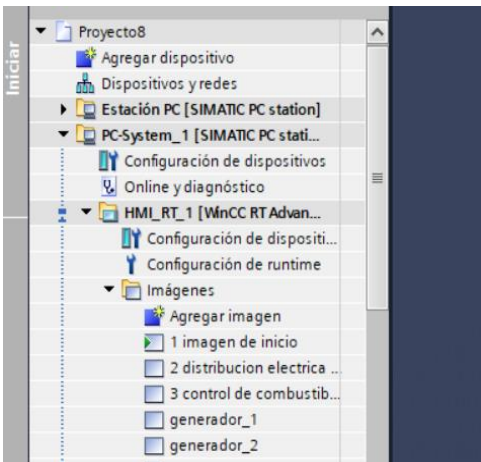


Ilustración 3-78: pestaña arbol de proyecto.

La Ilustración 3-79 muestra la pantalla del estado los tres generadores, la red eléctrica y el botón para seleccionar estado de las cargas complejo hospitalario CAA y el selector para realizar pruebas con carga desde la pantalla. Para volver a la pantalla principal se debe presionar el botón “volver” y para cerrar todo el botón “cerrar”.

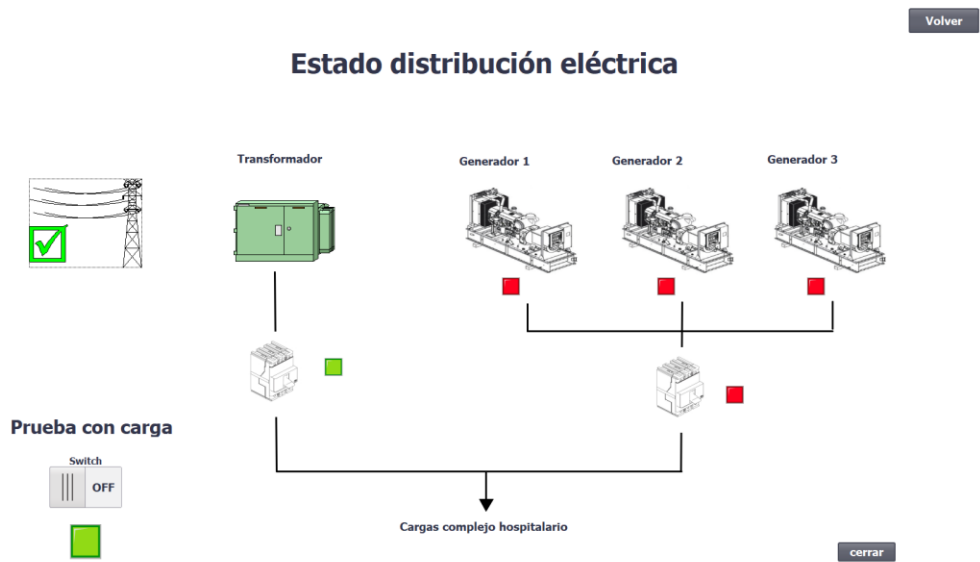


Ilustración 3-79: Imagen estado de distribución electrica.

La Ilustración 3-80muestra la pantalla del estado del nivel de petróleo de los tres generadores, del estanque principal, el estanque de aguas residuales y el estado de apertura las válvulas electromagnéticas. Para volver a la pantalla principal se debe presionar el botón “volver” y para cerrar todo el botón “cerrar”.

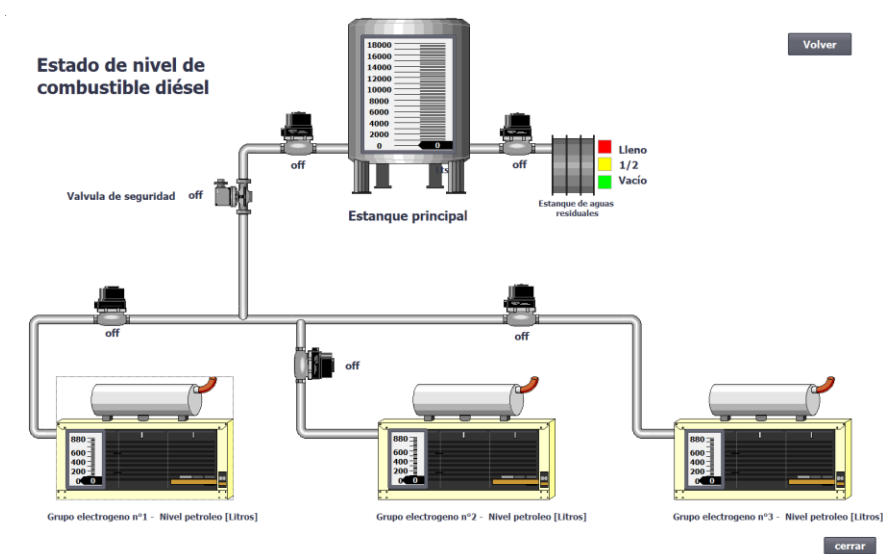


Ilustración 3-80: Estado de nivel de combustible Diesel.

La Ilustración 3-81 muestra la pantalla del estado de los parámetros de la red eléctrica, la pantalla de parámetros para los generadores y salas eléctricas es similar. Para volver a la pantalla principal se debe presionar el botón “volver” y para cerrar todo el botón “cerrar”.

Parametros red electrica

Voltaje, L-N promedio

0V

Voltaje, L-L promedio

0V

Corriente neutro

0A

Corriente trifásica

0A

Corriente promedio

0A

Potencia real, total

0W

Potencia aparente, total

0VA

Potencia reactiva, total

0Var

Factor de potencia verdadero, Total

0

Volver

Cerrar

Ilustración 3-81: Parámetros de red eléctrica

3.11.4 Crear una variable

Para crear una nueva variable en la ventana del proyecto, se da clic en HMI_RT_1, en las opciones que se despliegan se da clic derecho a variables HMI; se selecciona la opción agregar tabla de variable como se observa en la Ilustración 3-82.

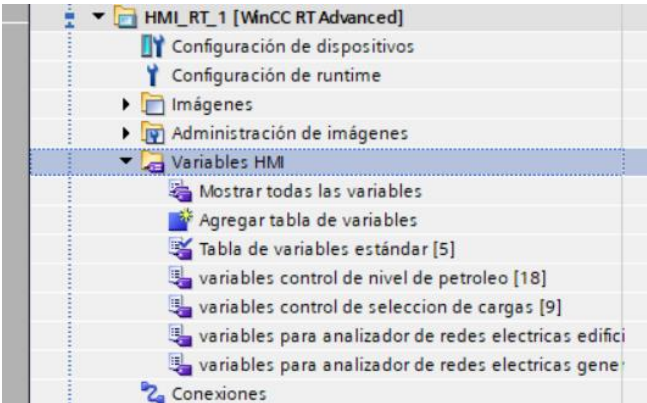


Ilustración 3-82: Despliegue de pestaña variables.

Luego de crear la variable se le asigna el nombre, el tipo de variable, así como su dirección en el PLC; además se puede colocar un comentario para detallar cada variable. En la Ilustración 3-83, se muestran algunas variables creadas con sus respectivas características.

variables para analizador de redes electricas generadores										
Nombre	Tipo de datos	Conexión	Nombre del PLC	Variable PLC	Dirección	Modo de acceso	Ciclo de adquis..	Archi...	Comentario de origen	Comentario
coriente trifasica p...	VT_BSTR	kepserv...		<No defini...	Analizador de ...	<Acceso absolut...	1 s	☐		
coriente neutro	VT_UI2	kepserv...		<No definido>	Analizador de ...	<Acceso absolut...	1 s	☐		
factor de potencia...	VT_BSTR	kepserv...		<No definido>	Analizador de ...	<Acceso absolut...	1 s	☐		
potencia aparente...	VT_BSTR	kepserv...		<No definido>	Analizador de ...	<Acceso absolut...	1 s	☐		
potencia reactiva, ...	VT_BSTR	kepserv...		<No definido>	Analizador de ...	<Acceso absolut...	1 s	☐		
potencia real, total	VT_BSTR	kepserv...		<No definido>	Analizador de ...	<Acceso absolut...	1 s	☐		
voltaje, L-L prome...	VT_BSTR	kepserv...		<No definido>	Analizador de ...	<Acceso absolut...	1 s	☐		
voltaje, L-N prom...	VT_BSTR	kepserv...		<No definido>	Analizador de ...	<Acceso absolut...	1 s	☐		
<Agregar>										

Ilustración 3-83: Muestra de tabla de variables.

3.12 SUPERVISIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Para facilitar la tarea del operario encargado de la vigilancia del proceso y su seguimiento se incorpora a la propuesta un sistema que conlleva monitorización y control que permiten el registro de datos del proceso y la interacción de una forma cómoda a través interfaces gráficos. El objetivo será el de introducir la idea de la supervisión de procesos desde la perspectiva de aprovechamiento de la información.

Para esta tarea se considerará un analizador de red eléctrica en los tableros de salas eléctricas como la de bombas de estanques de aguas servidas, planta de agua, pabellón, central térmica, en tablero general de pisos ubicado en el zócalo, en la subestación eléctrica para monitorear los parámetros generales tanto de la red pública o la generada por los grupos electrógenos y así también en cada grupo electrógeno del bunker de CAA, etc.

Para llevar a cabo esta práctica se utilizará el analizador de redes PM800.

Con el analizador de redes eléctricas se puede visualizar directamente la potencia en W, KWh, o medir armónicos. El analizador de redes eléctricas es un dispositivo multifunción que mide con precisión la corriente continua, la corriente alterna, la intensidad de corriente DC, la intensidad de corriente AC y la potencia. El resultado de la medición de la potencia AC se considera como el valor real. Durante la medición de la potencia la polaridad cambia automáticamente, si se produce un valor de medición negativo aparecerá el símbolo menos en la pantalla del analizador de redes.

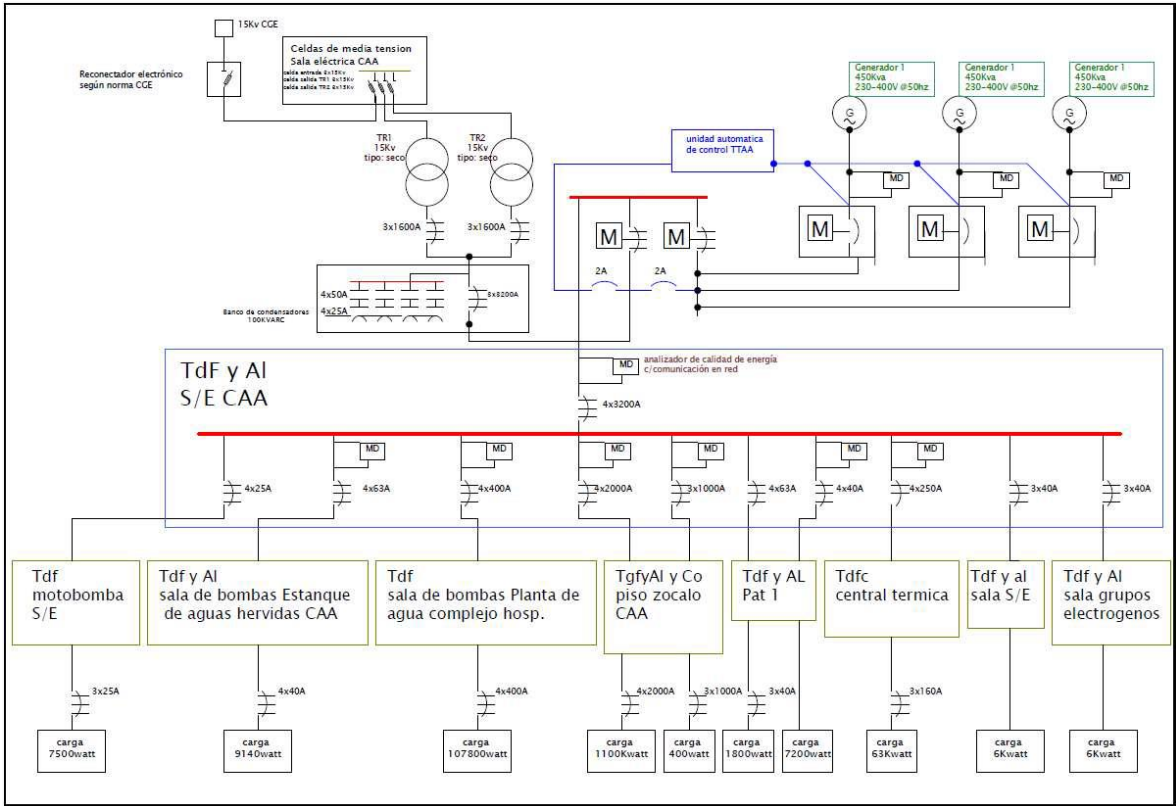


Ilustración 3-84: Plano ubicación de medidores de potencia.

MD: medidor de potencia, analizador de calidad de energía con comunicación en red.

3.12.1 PM800 Power meter

Los potenciómetros PowerLogic Serie 800 ofrecen capacidades de medición de alto rendimiento necesarias para supervisar la instalación eléctrica de una unidad compacta de 96x96mm. La pantalla de gran tamaño y fácil de leer que posee el potenciómetro le permite visualizar las tres fases y el punto neutro al mismo tiempo.



Ilustración 3-85: PM800 Power meter.

Fuente: <https://es.rs-online.com>

3.12.2 Tarjeta de comunicaciones Ethernet de la central de medida de la serie 800 de PowerLogic™ La PM8ECC

La PM8ECC es un módulo integrado de comunicación para la central de medida de la serie 800 que ofrece conectividad entre Ethernet (Modbus TCP/IP) y dispositivos en línea serie, permitiendo que los clientes Modbus TCP/IP accedan a la información desde la central de medida maestra y los dispositivos esclavos en serie.



Ilustración 3-86: PM8ECC.

Fuente: <https://es.rs-online.com>

3.12.2.1 Conexión de medidor de potencia

Para conectar el medidor de potencia se debe apagar toda alimentación eléctrica del equipo en el que se instalara el PM8ECC, luego se deben enganchar las pestañas del PM8ECC en las ranuras del medidor de potencia (vea A en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).y a continuación se encaja el PM8ECC en su lugar (vea B en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** a continuación).

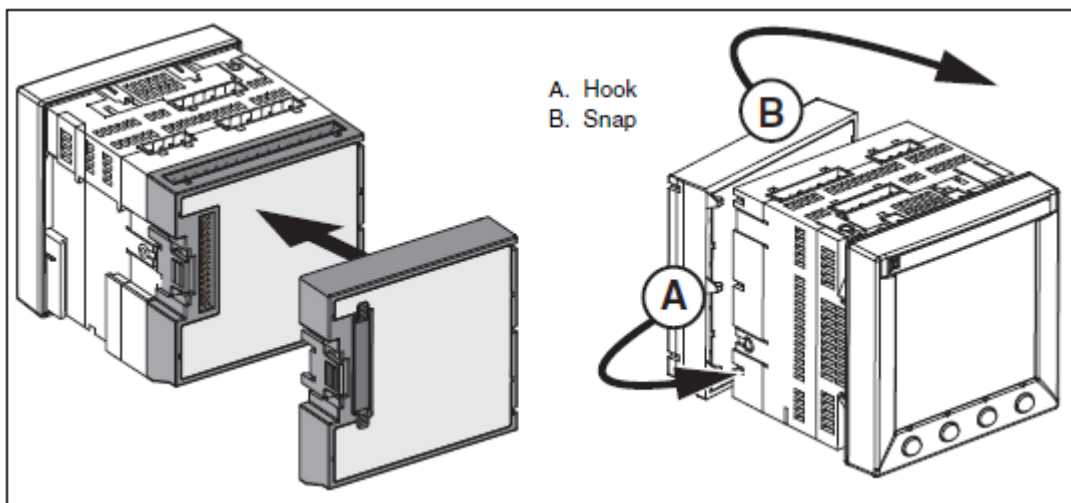


Ilustración 3-87: Conexión de medidor de potencia.

3.12.3 Configuración de Ethernet

Antes de configurar el PM8ECC, se tiene que obtener una dirección IP estática, una máscara de subred y dirección de puerta de enlace predeterminada en el administrador de red. Se debe utilizar un navegador web o la pantalla del medidor de potencia para configurar el PM8ECC con la información obtenida del administrador de red.

Configuración de Ethernet mediante la pantalla del medidor de potencia

- I. presionar MAINT> SETUP, luego ingrese la contraseña (predeterminada = 0000).
- II. presionar COMMS> ETHER para abrir la pantalla Dirección IP.
- III. Ingresar la dirección IP para el PM8ECC, luego presionar OK para ir a la pantalla de Máscara de subred.
- IV. Ingresar la máscara de subred, luego presionar OK para ir a la pantalla de la puerta de enlace.

- V. Ingresar la dirección de la puerta de enlace, luego presionar OK para ir a la pantalla Tipo de medio.
- VI. Seleccionar el tipo de medio y luego presionar OK.
- VII. Presionar ENTER; hasta que se pida que guarde los cambios.
- VIII. Presionar YES para guardar los cambios.

Después de presionar OK, el medidor de energía verificará que la dirección IP que ingresó no está en uso. Si está en uso, se pedirá que se seleccione una dirección IP diferente.

Opción	Descripción	Configuración
dirección IP	Se utiliza para ingresar la dirección IP estática del PM8ECC.	Predeterminado: 169.254.0.10
Máscara de subred	Se utiliza para ingresar la dirección de la máscara de subred IP Ethernet de su red.	Predeterminado: 255.255.0.0
Puerta de enlace predeterminada	Se utiliza para ingresar la dirección IP de la puerta de enlace (enrutador) utilizada para las comunicaciones de la red de área amplia (WAN).	Predeterminado: 0.0.0.0
Tipo de medio	Se utiliza para definir la conexión Ethernet física.	• 10T / 100Tx automático • 10BaseT-HD • 10BaseT-FD • 100BaseTX-HD • 100BaseTX-FD Predeterminado: 10T / 100Tx Auto

Tabla 3.9: Configuración de TCP / IP y Ethernet de PM8ECC.

3.12.3.1 Configuración de Ethernet mediante un navegador web

- I. Desconectar la computadora de la red.
- II. Conectar un cable cruzado Ethernet desde el PM8ECC a la computadora.

Después de desconectarse de la red y conectarse a PM8ECC, la computadora debería usar automáticamente la dirección IP predeterminada 169.254.###.### (### = 0 a 255) y la máscara de subred predeterminada 255.255.0.0.

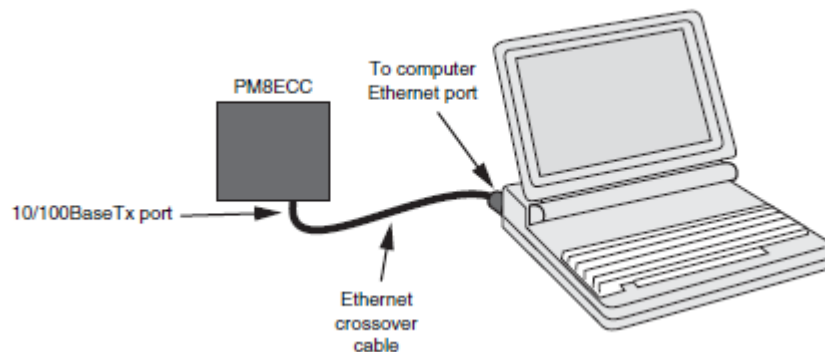


Ilustración 3-88: Conexión ethernet PM8ECC a Pc.

- III. Iniciar Internet Explorer (versión 6.0 o superior).
- IV. En el cuadro de texto Dirección, escriba 169.254.0.10 y luego presionar Entrar.
- V. Escribir *Administrator* como nombre de usuario, *Gateway* como contraseña y luego hacer clic en Aceptar.

Los nombres de usuario y las contraseñas distinguen entre mayúsculas y minúsculas.

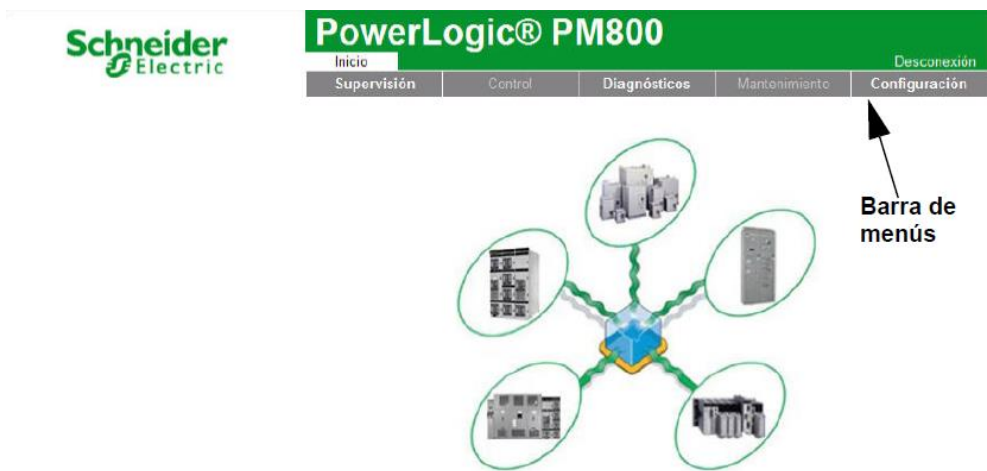


Ilustración 3-89: Página principal de PowerLogic PM800.

- VI. Hacer clic en Configuración.
- VII. Si la página "Ethernet y TCP / IP" no está abierta, hacer clic en Ethernet y TCP / IP en el menú del lado izquierdo de la página.
- VIII. Seleccionar el formato de trama y el tipo de medio (observar la Tabla 3.10: Configuración de TCP / IP y Ethernet de PM8ECC mediante navegador web.Tabla 3.10 para obtener una descripción de cada opción).
- IX. Ingresar la dirección IP, máscara de subred y dirección de puerta de enlace predeterminada asignada a la PM8ECC por el administrador de red (observar Tabla 3.10Tabla 3.10 para obtener una descripción de cada opción), luego hacer clic en Aplicar.
- X. Volver a conectar la computadora a la red. Si se asignó la dirección IP estática a la computadora en el paso 1, se debe restaurar la configuración original de la computadora antes de volver a conectarse a la red.

Ethernet y TCP/IP

Ethernet

Dirección MAC - 00:80:67:81:A9:99

Formato de trama: Ethernet II

Tipo de medio: 10T/100Tx Auto

Parámetros IP

Dirección IP: 157 . 198 . 226 . 199

Máscara de subred: 255 . 255 . 0 . 0

Pasarela predeterminada: 0 . 0 . 0 . 0

Avanzado

Aplicar

Ilustración 3-90: Ethernet y TCP/IP.

Opción	Descripción	Configuración
Formato de trama	Se utiliza para seleccionar el formato de los datos. enviado a través de una conexión Ethernet.	Ethernet II, 802.3 SNAP Predeterminado: Ethernet II
Tipo de medio	Se utiliza para definir la Ethernet física. conexión.	10T / 100Tx automático 10BaseT-HD 10BaseT-FD 100BaseTX-HD 100BaseTX-FD Predeterminado: 10T / 100Tx Auto
Dirección IP	Se utiliza para ingresar la dirección IP estática del PM8ECC. Si se ingresa una dirección IP que ya está en uso, se le pedirá que seleccione una dirección IP diferente.	Predeterminado: 169.254.0.10

Máscara de subred	Se utiliza para ingresar la dirección de la máscara de subred IP Ethernet de la red.	Predeterminado: 255.255.0.0
Puerta de enlace predeterminada	Se utiliza para ingresar la dirección IP de la puerta de enlace (enrutador) utilizada para las comunicaciones de la red de área amplia (WAN).	Predeterminado: 0.0.0.0

Tabla 3.10: Configuración de TCP / IP y Ethernet de PM8ECC mediante navegador web.

3.12.3.2 Configuración avanzada de Ethernet

- I. Hacer clic en Avanzado en la página Ethernet y TCP/IP. Se abre la página Configuración avanzada de Ethernet.
- II. Configurar los parámetros avanzados de Ethernet
- III. Hacer clic en Aplicar.

Al aplicar los cambios a la página Configuración avanzada de Ethernet no se guardan los cambios de la página Ethernet y TCP/IP. Actualiza la configuración de Ethernet y TCP/IP de la PM8ECC.

- IV. Hacer clic en Aceptar para aceptar los cambios y restablecer la PM8ECC. Se reinicia la PM8ECC.

Configuración avanzada de Ethernet

Tiempo de vida TCP:	60	(Saltos)
Tiempo de vida UDP:	30	(Saltos)
Mantenimiento de conexión TCP:	30	(Segundos)
Tiempo de inactividad de conexión HTTP:	4	(Segundos)
Número de puerto HTTP:	80	
Tiempo de espera de la caché ARP:	15	(Minutos)
Servidor FTP:	Activado	
Tiempo de inactividad de conexión FTP:	30	(Segundos)
Conexiones servidor Modbus TCP/IP:	32	
Difusión Modbus:	Desactivado	
Tiempo de inactividad de conexión de servidor Modbus TCP/IP:	0	(Segundos)
Caducidad de la caché de datos de SNMP:	5	(Segundos)

Aplicar

Predeterminados

Ilustración 3-91: Página Configuración avanzada de Ethernet.

3.12.3.2.1 Detección de direcciones IP duplicadas

Cuando se conecta a la red, la PM8ECC publica su dirección IP. Para evitar conflictos de direcciones IP duplicadas, la PM8ECC utiliza el Protocolo de resolución de direcciones (ARP) para ver si algún dispositivo de la red utiliza la misma dirección IP.

3.12.4 Configuración serial

Configuración del puerto serie mediante la pantalla del medidor de potencia

- I. Presionar MAINT> SETUP, luego ingresar su contraseña (predeterminada = 0000).
- II. Presionar COMMS> COM3.
- III. Seleccionar la interfaz física, el modo de transmisión, la velocidad en baudios y la paridad.

Los dispositivos seriales conectados deben tener la misma paridad y velocidad en baudios. Selecciona la interfaz física de acuerdo si la conexión en cadena es de 2 o 4 cables.

Parámetro	Opciones	Configuraciones predeterminadas
Interfaz física	RS485 de 4 hilos, RS485 de 2 hilos	RS485 de 2 hilos
Modo de transmisión	Automático, Modbus ASCII	Automático
Velocidad en baudios	2400, 4800, 9600, 19200, 38400	19200
Paridad	Ninguna, Par, Impar	Par
Tiempo de espera de respuesta	0,1 a 10 segundos	3

Tabla 3.2: Parámetros con opciones y las configuraciones predeterminadas para configurar puerto de serie con un navegador.

- IV. Pulsar ENTER; hasta que el sistema pida que guarde los cambios.
- V. Pulsar SÍ para guardar los cambios.
- VI. Para los dispositivos de bus de comunicaciones serie en el puerto COM de la PM8ECC, consultar la sección “Lista de dispositivos”.

3.12.4.1 Configuración del puerto serie con un navegador web

- I. Iniciar Internet Explorer.
- II. En el cuadro de texto Dirección, escribir la dirección IP asignada a la PM8ECC y pulsar Intro.
- III. Escribir *Administrator* como nombre de usuario, escriba *Gateway* como contraseña y hacer clic en Aceptar.
- IV. Hacer clic en Configurar y después en Puerto de serie.
- V. Seleccionar la interfaz física, el modo de transmisión, la velocidad en baudios y la paridad para el puerto serie COM de la PM8ECC.

Puerto serie

Interfaz física:	RS485 2 hilos	▼	
Modo de transmisión:	Automático	▼	
Velocidad en baudios:	19200	▼	
Paridad:	Par	▼	
Tiempo de espera de respuesta:	3	▼	(Segundos)

Avanzado

Aplicar

Tabla 3.3: Página Puerto serie.

- VI.

Hacer clic en Aplicar para guardar los cambios.
- VII.

Para los dispositivos de bus de comunicaciones serie en el puerto COM de la PM8ECC,
- VIII.

consultar la sección “Lista de dispositivos”.

3.12.4.2 Configuración del puerto serie

Interfaz física: Se usa para seleccionar el modo de cableado físico del puerto serie de la PM8ECC. RS485 de 4 hilos, RS485 de 2 hilos Valor predeterminado: RS485 2 hilos

Modo de transmisión: Se usa para seleccionar el modo de transmitir datos en una conexión serie. Automático o Modbus ASCII Valor predeterminado: Automático

Velocidad en baudios: Se usa para seleccionar la velocidad de transmisión de datos en una conexión serie. 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 Valor predeterminado: 19200

Paridad: Se usa para seleccionar si se comprueba la precisión de los datos con un bit de paridad. Par, Impar o Ninguna Valor predeterminado: Par

Tiempo de espera de respuesta: Se usa para seleccionar el tiempo que esperará la PM8ECC para recibir respuesta de un dispositivo serie. 0,1 a 10 segundos Valor predeterminado: 3 segundos

3.12.4.3 Lista de dispositivos

Para los dispositivos de bus de comunicaciones serie en el puerto COM de la PM8ECC:

- No es obligatorio definir los dispositivos Modbus/Jbus en la lista de dispositivos, pero ayuda a gestionar el sistema.
- Los dispositivos (SY/MAX) con protocolo POWERLOGIC tienen que definirse en la lista de dispositivos. Para configurar la lista de dispositivos para la PM8ECC:

- I. Hacer clic en Configurar y después en Lista de dispositivos.
- II. Seleccionar el número de dispositivos visualizables (de 1 a 128). El número predeterminado de dispositivos es ocho (8).
- III. Introducir el ID local y seleccionar el protocolo para cada dispositivo conectado al bus de comunicaciones serie.
- IV. Hacer clic en Aplicar.

3.12.4.4 Configuración avanzada de puerto serie

- I. Hacer clic en Avanzado en la página Puerto serie.
- II. Abrir la página Configuración avanzada de puerto serie.
- III. Configurar los parámetros avanzados de puerto serie.
- IV. Hacer clic en Aplicar.
- V. Actualiza la configuración avanzada de puerto serie de la PM8ECC.

Configuración avanzada del puerto serie

Retardo entre tramas:	50	▼	(Milisegundos)
Extensión de intervalo silencioso:	6	▼	(Caracteres)
Código de excepción de tiempo de espera Modbus:	0x0B	▼	

Aplicar

Predeterminados

Ilustración 3-92: Página Configuración avanzada de puerto serie.

Retardo entre tramas: Define el intervalo silencioso entre el final de la respuesta recibida y el comienzo de una nueva solicitud en la línea serie. 0 a 100 milisegundos Valor predeterminado: 50

Extensión de intervalo silencioso: Permite que el intervalo silencioso utilizado para marcar el final de un paquete ModbusRTU se amplíe más allá de los 3,5 caracteres definidos por la norma. 0 a 15 caracteres Valor predeterminado: 6

Código de excepción de tiempo de espera Modbus: Indica el código de respuesta de excepción que se devuelve cuando un dispositivo serie conectado a la PM8ECC no responde antes del tiempo de espera del puerto serie. Modbus TCP/IP utiliza 0x0B. Sin embargo, System Manager Software (SMS) anterior a la versión 4.0 utiliza 0x0A. 0x0A o 0x0Bb Valor predeterminado: 0x0B

3.12.4.5 Lista de dispositivos

3.12.4.5.1 Configuración de la lista de dispositivos

La Ilustración 3-93 ilustra el modo en que se conectan los dispositivos a la PM8ECC en un bus de comunicaciones serie. Para agregar esos dispositivos a la Lista de dispositivos, hacer lo siguiente.

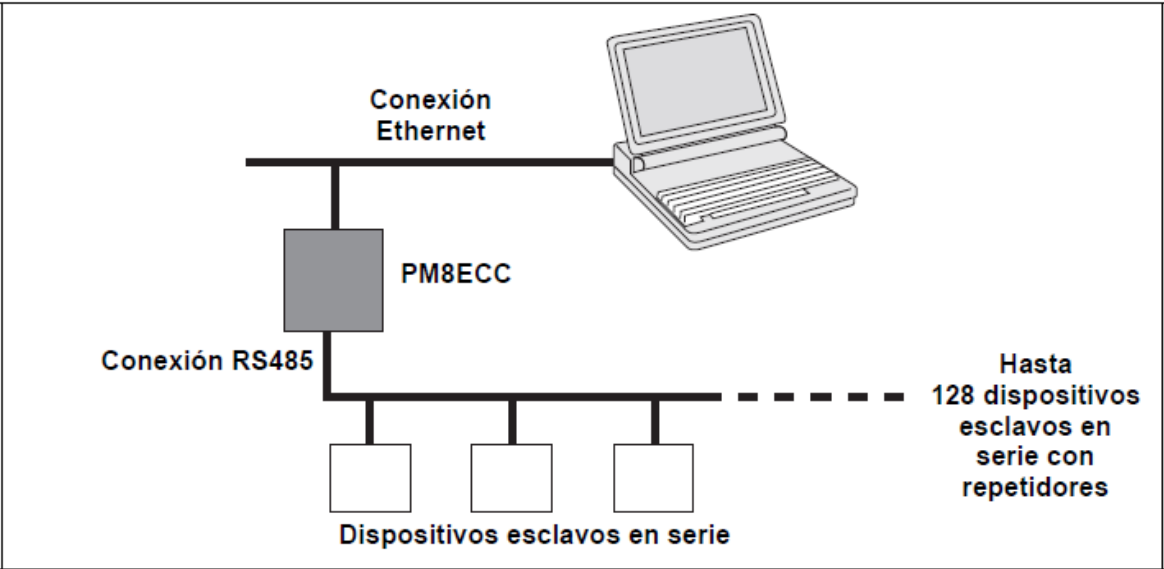


Ilustración 3-93: Topología dispositivos conectados en serie.

- I. En el menú de configuración, haga clic en Lista de dispositivos. Se abre la página Lista de dispositivos.
- II. se selecciona el número de dispositivos visualizables (1 a 128). Seleccionar el número de ubicaciones visualizables que se puede utilizar para definir los dispositivos esclavos en serie conectados a la PM8ECC.
- III. En el cuadro de texto ID local, escribir el ID local (dirección) del dispositivo esclavo en serie. Introduce la dirección local del dispositivo.
- IV. Seleccionar el protocolo. Seleccionar el tipo de dispositivo correspondiente al dispositivo conectado.
- V. Repetir los pasos 3 y 4 hasta introducir todos los dispositivos. Introducir todos los dispositivos conectados.
- VI. Hacer clic en Aplicar. Actualizar los valores de la Lista de dispositivos.

Indica el ID del dispositivo maestro.
Si el ID local es cero, la PM8ECC no se comunica con la central de medida.

Número de dispositivos visualizables: 8

ID local	Protocolo
1	Modbus
2	PowerLogic
3	Jbus
4	Modbus
5	Modbus
6	Modbus
7	Modbus
8	Modbus

Ilustración 3-94: Página Lista de dispositivos.

3.12.5 Cableado RS485

Para protección en caso de sobretensión transitoria, se recomienda conectar la tierra de la señal del PM8ECC directamente a un terminal de tierra externa en un solo punto.

Dispositivos de 4 hilos que no admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes

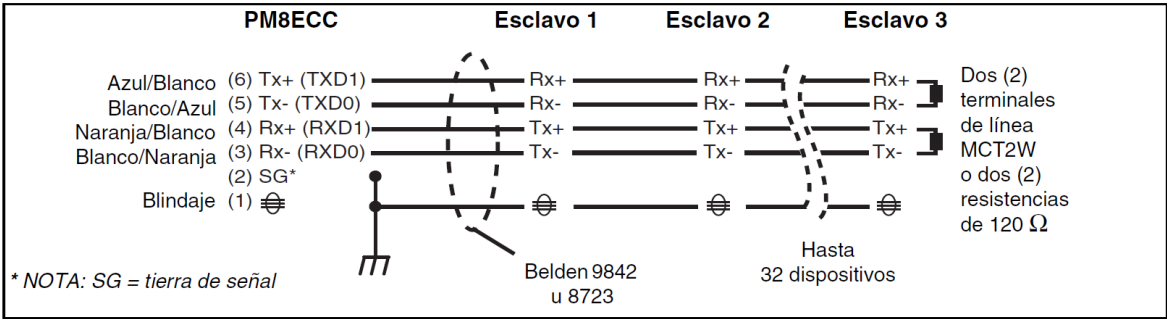


Ilustración 3-95: Dispositivos de 4 hilos que no admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes

El código de colores que se muestra corresponde al Belden 9842. El código de colores para el Belden 8723 es verde (Tx+), blanco (Tx-), rojo (Rx+) y negro (Rx-).

Dispositivos de 4 hilos que admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes

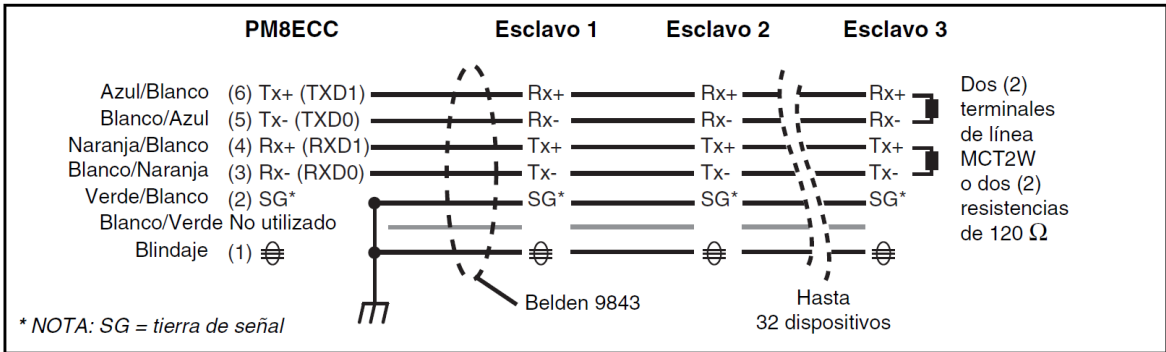


Ilustración 3-96: Dispositivos de 4 hilos que admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes.

Dispositivos de 2 hilos que no admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes

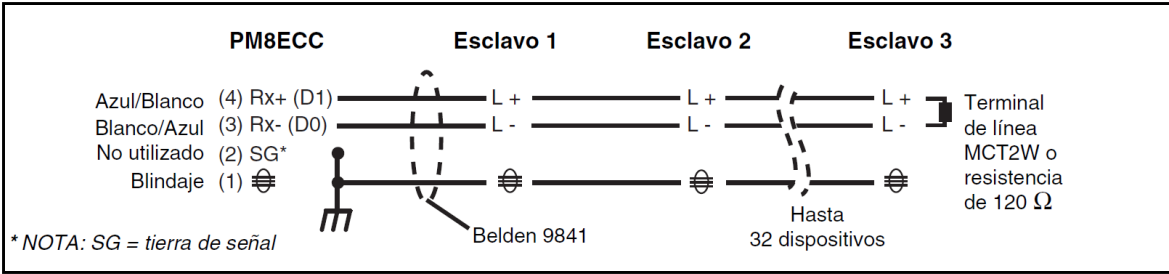


Ilustración 3-97: Dispositivos de 2 hilos que no admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes.

El código de colores que se muestra corresponde al Belden 9842. El código de colores para el Belden 8723 es verde (Rx+), blanco (Rx-), rojo (tierra de señal) y negro (no utilizado).

Dispositivos de 2 hilos que admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes

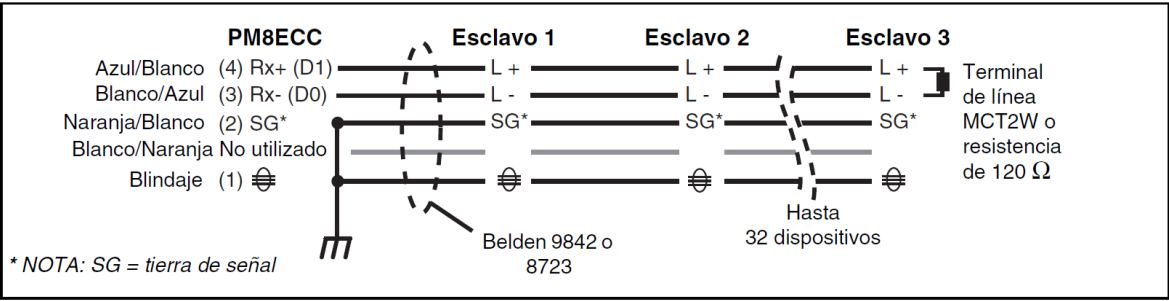


Ilustración 3-98: Dispositivos de 2 hilos que admiten puntos de conexión de tierra de señal y de cable de blindaje independientes.

3.12.6 Distancias máximas en una conexión en bus de comunicaciones serie

Velocidad en baudios	Distancia máxima para de 1 a 16 dispositivos	Distancia máxima para de 17 a 32 dispositivos
1200	3.048 m	3.048 m
2400	3.048 m	1.524 m
4800	3.048 m	1.524 m
9600	3.048 m	1.219 m
19200	1.524 m	762 m
38400	1.524 m	457 m

Tabla 3.11: Distancias máximas en una conexión en bus de comunicaciones serie.

NOTA: Esta tabla se utilizará sólo como guía para las configuraciones de 2 y 4 hilos.

3.13 DESARROLLO PROGRAMACIÓN KEPSERVEREX 5

Comenzaremos definiendo de forma resumida que un servidor OPC es un "protocolo" de comunicaciones abierto que genera comunicación entre aplicaciones informáticas y permite la interoperabilidad entre diferentes fabricantes de software y hardware. El estándar OPC consta de varias especificaciones que permiten la obtención y envío de datos en Tiempo Real, Datos Históricos, Alarmas y Eventos entre varios otros menos utilizados.

En nuestro caso, utilizamos el servidor OPC KepServer, software que admite establecer comunicación entre el PLC y un PC (en este caso con el analizador de red pm810, el plc micrologix 1100 y el PC), además de utilizar el software Tia Portal V14 que no es compatible con el PLC y el analizador de este proyecto de forma nativa.

3.13.1 Creación de canal de comunicación - PM810

3.13.1.1 Procedimiento

- Se debe tener instalado el KepServer y ejecutarlo.

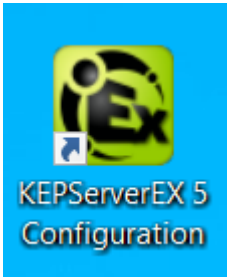


ilustración 3-99: Icono de KepServer.

- Una vez en el programa, se debe crear un nuevo canal de comunicación.

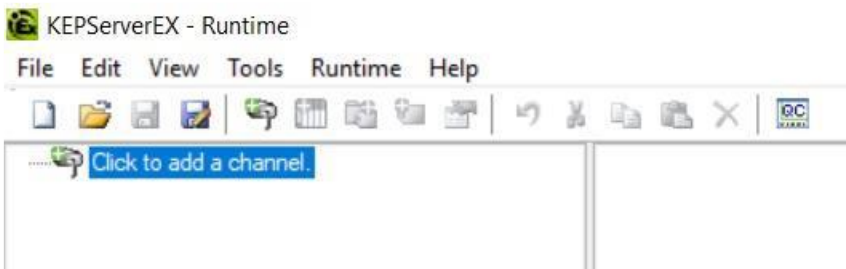


Ilustración 3-100: Creación de nuevo canal para analizadores de red.

- Se debe definir un nombre para el Canal

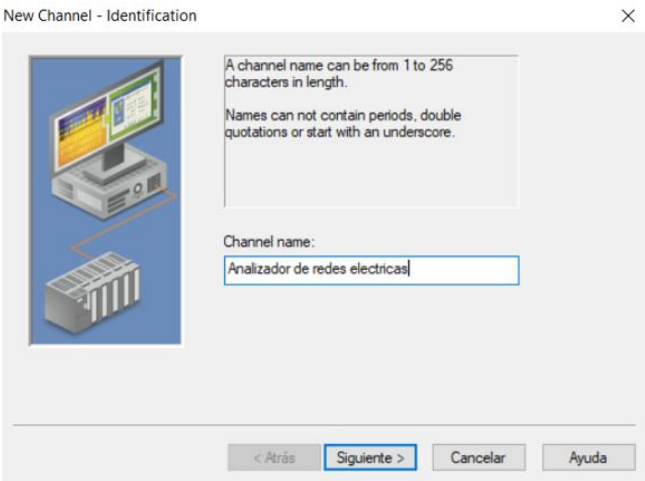


Ilustración 3-101: Asignación de nombre a canal de analizador de redes eléctricas.

- El paso siguiente es seleccionar el Device driver, que en nuestro caso es:

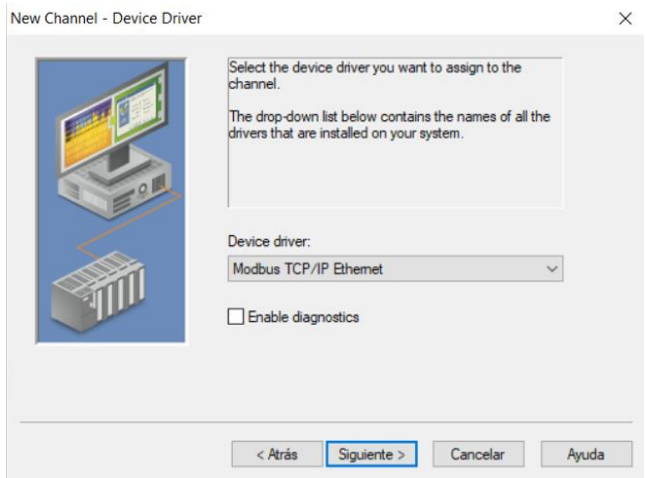


Ilustración 3-102: Selección de controlador de dispositivo para canal de analizador de red.

- Este canal está configurado para comunicarse a través de una red. Se selecciona el adaptador de red que debe utilizar el controlador en la siguiente lista.

Se selecciona 'Default' si se desea que el sistema operativo elija un adaptador.

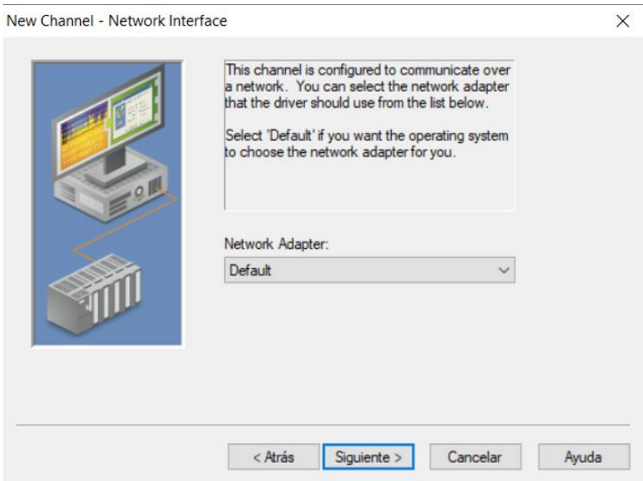


Ilustración 3-103: Adaptador de red para canal de analizador de red eléctrica.

Respecto a la configuración de los demás parámetros del canal, por el momento solo basta con indicar el tipo de dispositivo y el adaptador de red, además del nombre que se desea dar, para hacerlo de manera más representativa, se dará el nombre del tipo de canal, Modbus TCP/IP.

- Posteriormente se agrega el dispositivo que es en donde se obtendrán las variables, se debe asignar un nombre (Ejemplo en la Ilustración 3-105).

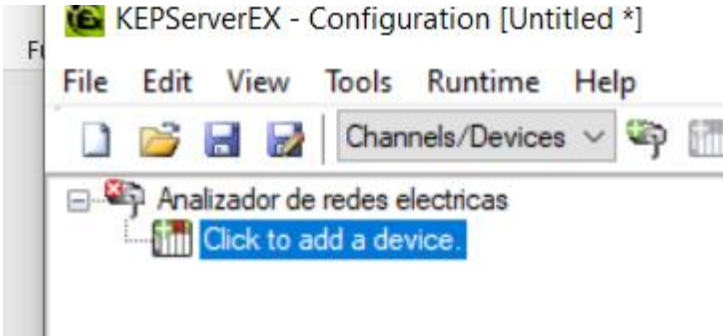


Ilustración 3-104: Creación de nuevo canal para analizador de red.

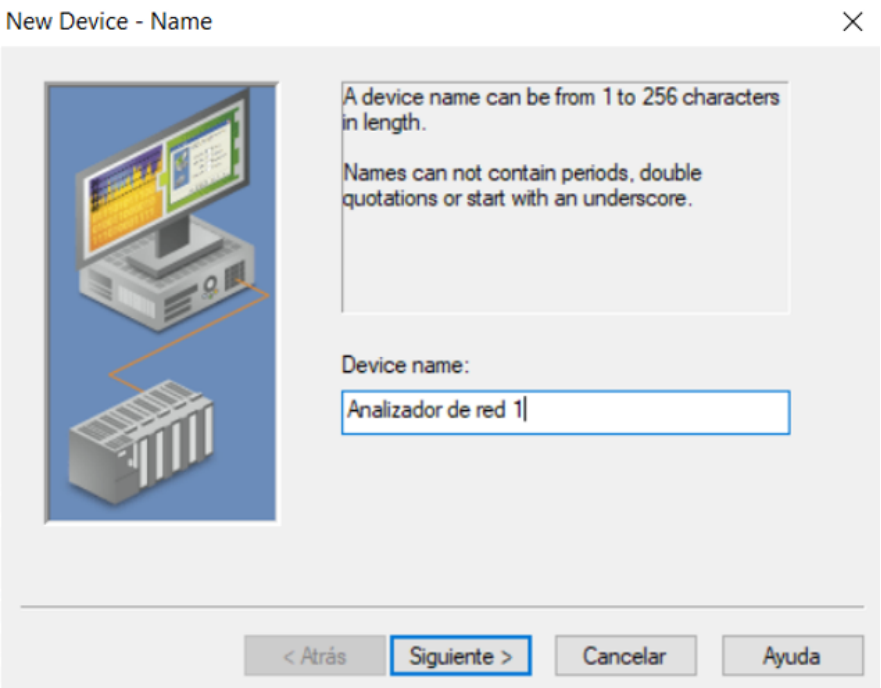


Ilustración 3-105: Asignación de nombre a canal de analizador de red.

- Luego, seleccionar el modelo del dispositivo.

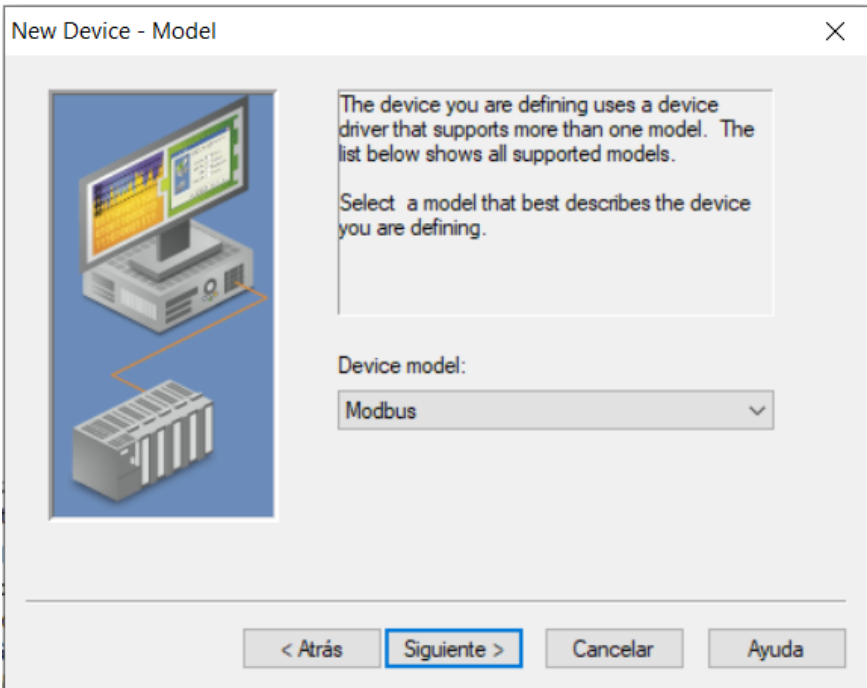


Ilustración 3-106: Selección modelo de dispositivo para analizador de red.

- el dispositivo que se está definiendo es multipunto como parte de una red de dispositivos. Para comunicarse con el dispositivo, se le debe asignar una identificación única.

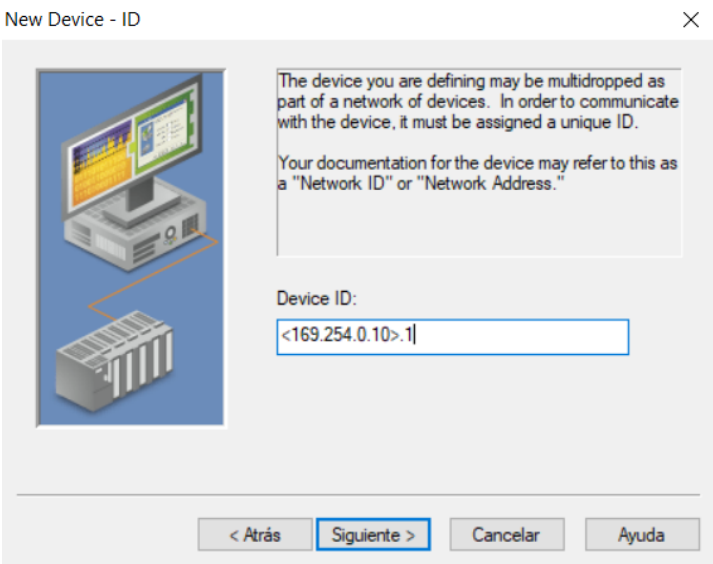


Ilustración 3-107: Asignación de ID y dirección de red para analizadores de red.

Por lo tanto, para este dispositivo puede referirse a esto como una "identificación de red" y "dirección de red". En este caso es la dirección de red es 169.254.0.10 y la identificación de red es 1 pero se debe tomar en cuenta que estarán conectados en serie una cierta cantidad de analizadores de red, en el que se mantiene la dirección de red (IP) pero la identificación de red (ID) va a depender del número de analizadores con un máximo de 128 dispositivos.

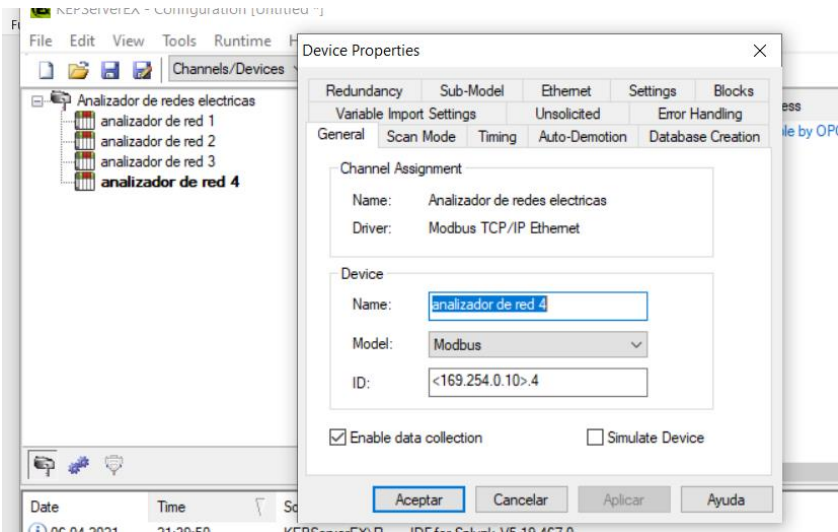


Ilustración 3-108: Configuración de distintos analizadores de red con su respectivos ID para un solo canal.

- los siguientes valores de configuración se asignarán por defecto por el usuario, lo más significativo se detalla por interés del usuario.
- En seguida, se deben agregar/crear todos los tags que se utilizarán.

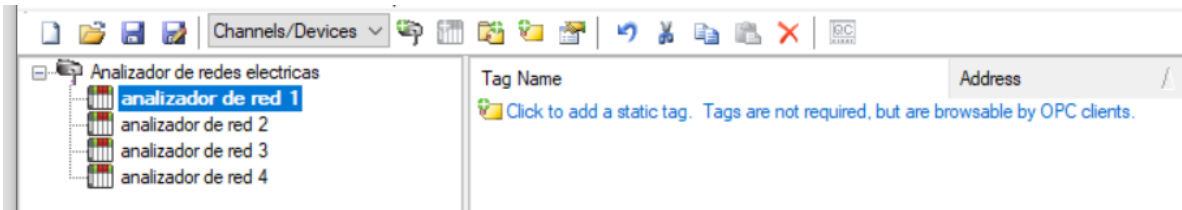


Ilustración 3-109: Creación de tag para los analizadores de red.

- Para crear el tag, primero se le asigna un nombre. Luego se identifica la dirección con la que estará relacionado el tag (por ejemplo, en la Ilustración 3-110, Name: voltaje línea a - neutro y Address: 401124). La descripción es opcional, pero se debe definir el tipo de dato (al presionar el “tick” a la derecha de Address, reconoce el tipo de dato desde el origen). También se debe definir el acceso del cliente: lectura, escritura o ambos; esto dependerá de la finalidad del tag.

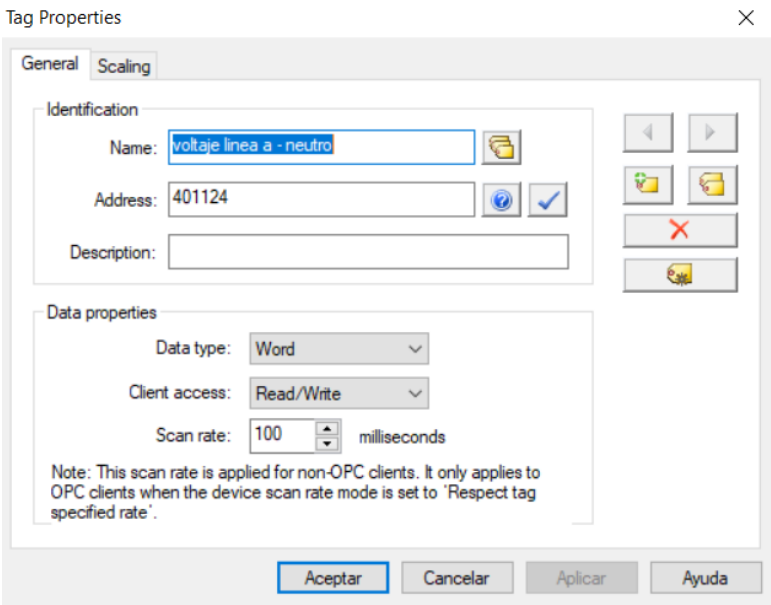


Ilustración 3-110: Configuración de tag para los analizadores de red.

- En caso de requerir escalar la variable relacionada con el tag, se debe acceder a “Scaling”, seleccionar Linear (escalado proporcional). En la izquierda se ingresan los valore máximos

(high) y mínimos (low) de la variable a escalar. En la derecha, primero se determina el tipo de variable (por lo general es la misma), luego se establecen los valores máximos y mínimos de la nueva escala.

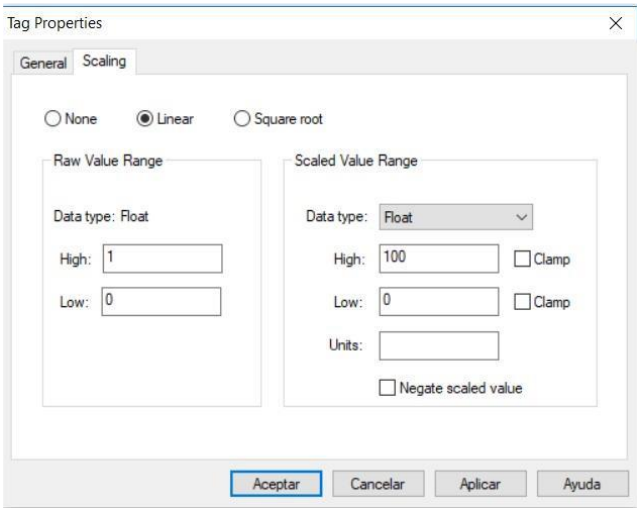


Ilustración 3-111: Configuración de escalamiento.

- Luego de haber creado todos los tags necesarios, se debe conectar el runtime en caso de no estar conectado previamente.

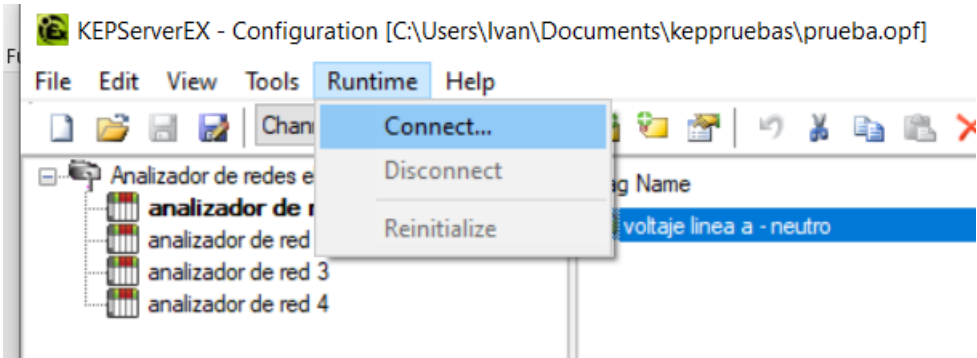


Ilustración 3-112: Conexión runtime de proyecto.

- La creación de tag para voltaje entre línea A y neutro en el analizador de red PM800 será configura asignando el nombre “*voltaje línea a - neutro*” y la dirección para tal parámetro es informada por el manual de referencia 63230-500-201A3 del *analizador de red eléctrica*.

3.13.2 Creación de canal de comunicación para MICROLOGIX 1100

3.13.2.1 Procedimiento

- En el proyecto ya creado, se agrega un canal de comunicación para la etapa de control de suministro de petróleo y otro canal para el control de distribución de cargas en los dos casos la comunicación es con el PLC micrologix 1100.

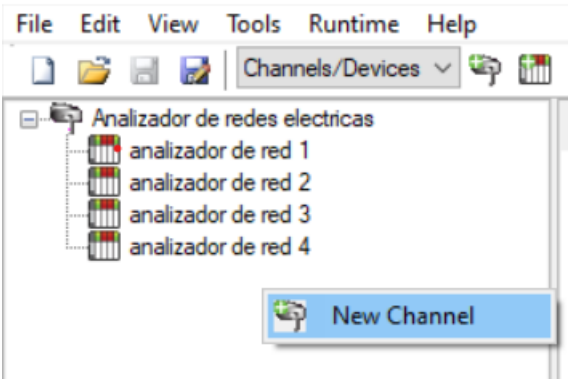


Ilustración 3-113: Creación de nuevo canal para control de suministro y de interruptor.

- Se procede a dar nombre al canal.

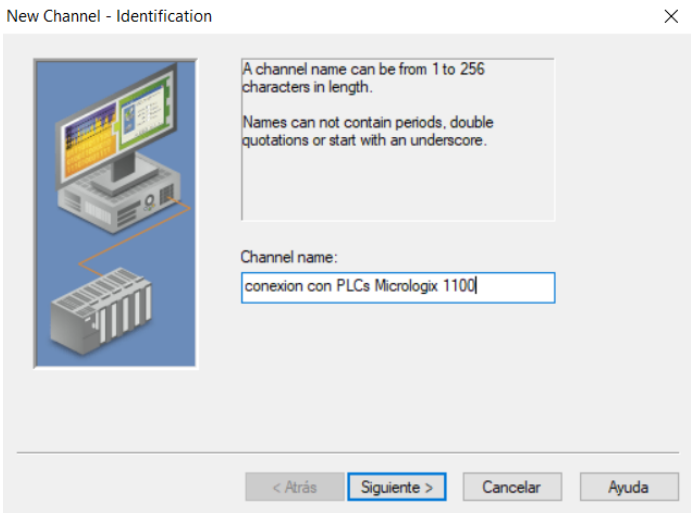


Ilustración 3-114: Asignación nombre de canal.

- Luego se selecciona el controlador de dispositivo que desea asignar al canal. la lista desplegable a continuación contiene los nombres de todos los controladores que están instalados en el sistema.

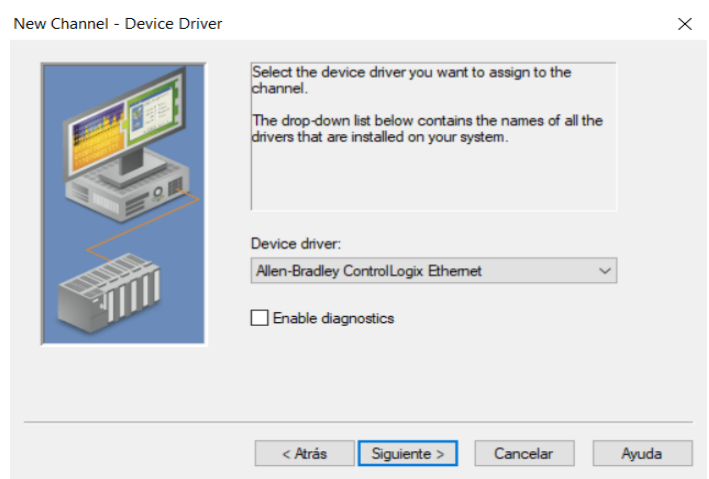


Ilustración 3-115: Selección driver para dispositivos.

- Este canal está configurado para comunicarse a través de una red. Se selecciona el adaptador de red que debe utilizar el controlador en la siguiente lista.

Se selecciona 'predeterminado' si se desea que el sistema operativo elija un adaptador.

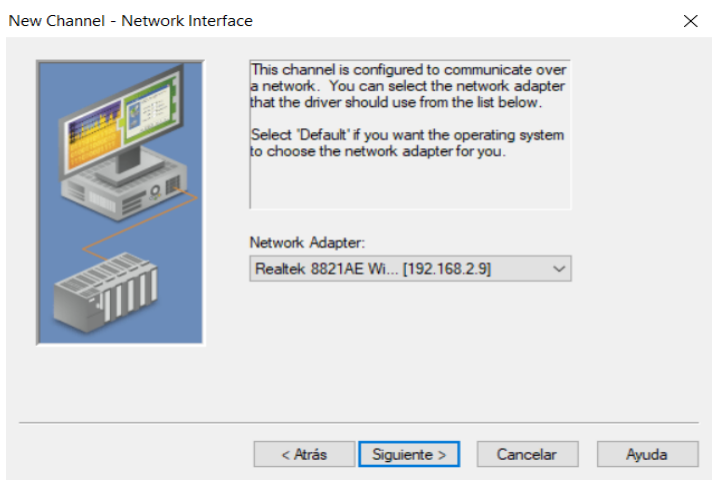


Ilustración 3-116: Selección de adaptador de red.

- a continuación se configuran nuevos dispositivos, se clikea con botón derecho del puntero sobre el canal de comunicación ya creado.

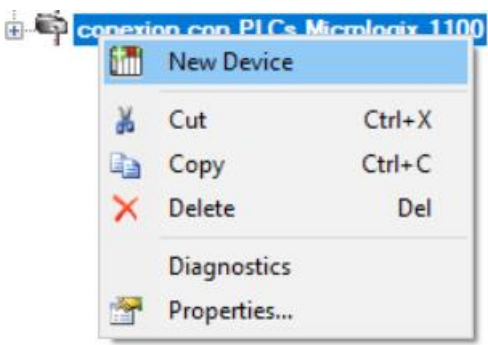


Ilustración 3-117: Creación de nuevo dispositivos.

- se asignan nombre a los dispositivos creados.

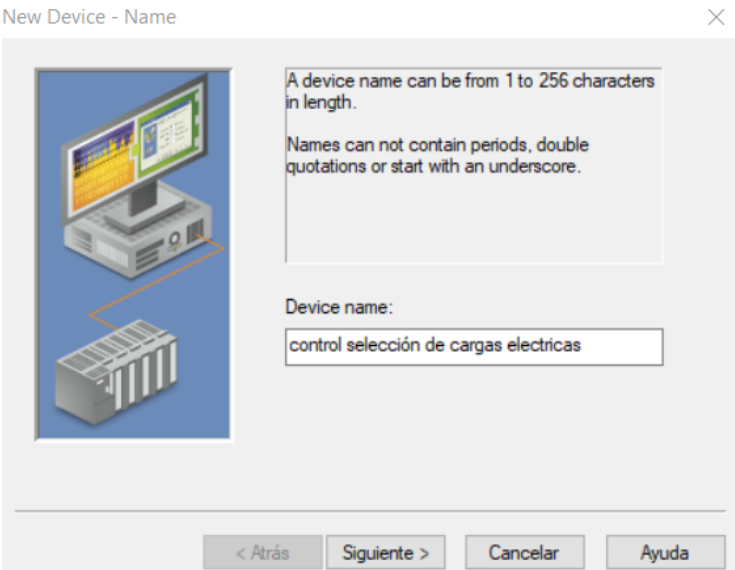


Ilustración 3-118: Asignación de nombre a dispositivo de control de selección de cargas eléctricas.

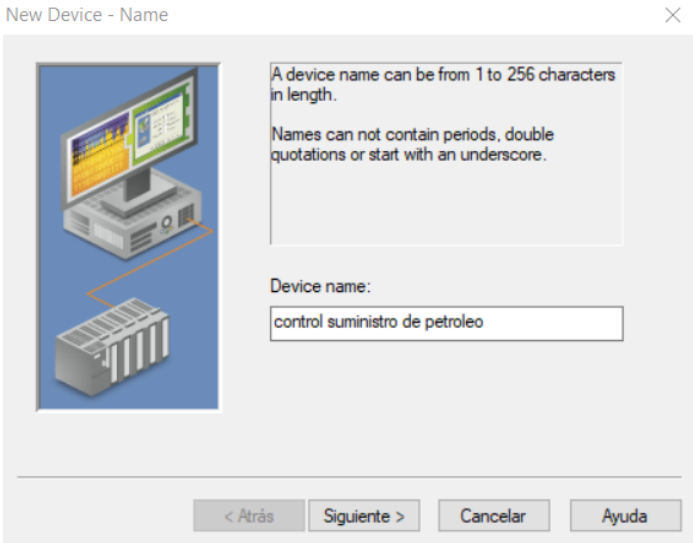


Ilustración 3-119: Asignación de nombre a dispositivo de control de suministro de petróleo.

- el dispositivo que se está definiendo utiliza un controlador de dispositivo que admite más de un modelo. la siguiente lista muestra todos los modelos compatibles. El modelo en este caso el MicroLogix 1100.

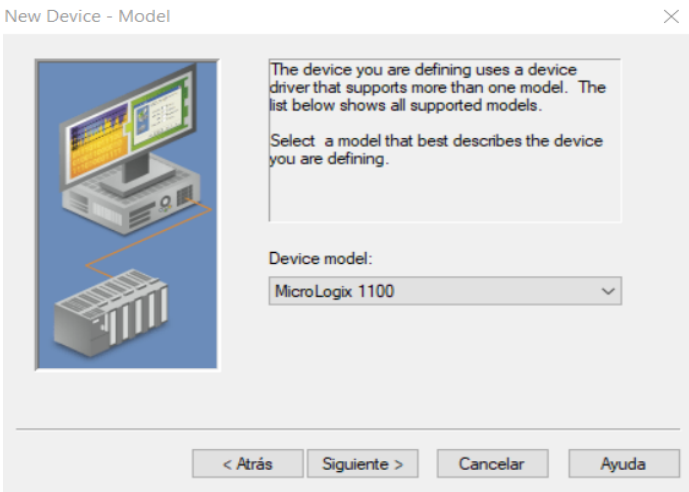


Ilustración 3-120: Selección de modelo para el dispositivo.

- el dispositivo que está definiendo puede ser multipunto como parte de una red de dispositivos. para comunicarse con el dispositivo. se le debe asignar una identificación única.

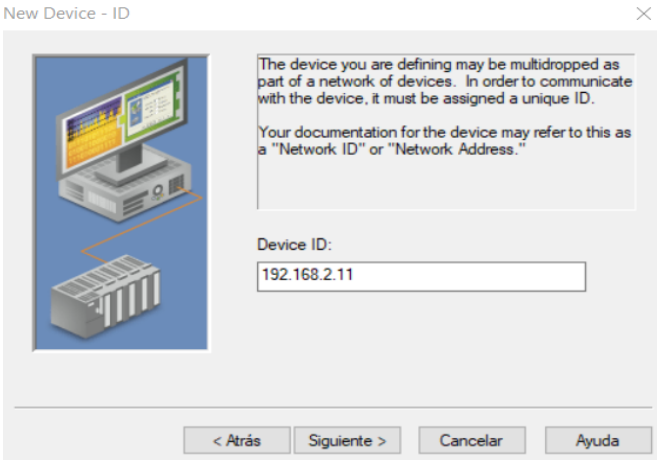


Ilustración 3-121: Asignación dirección de red para los dispositivos

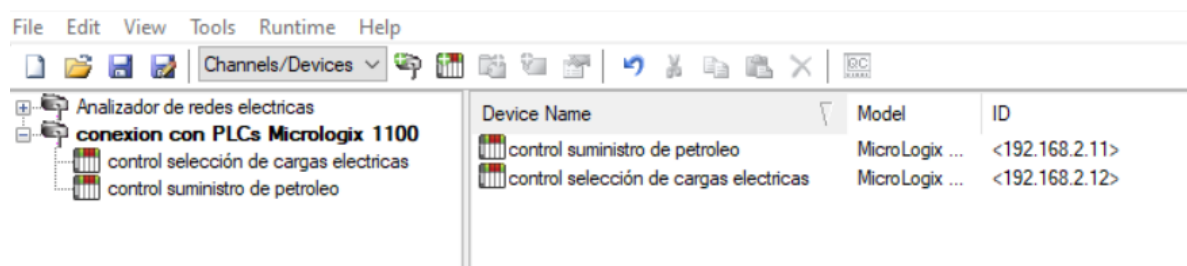


Ilustración 3-122: Detalle de identificación de red de cada dispositivo para un solo canal.

- En cada dispositivo se cliquea para crear tag.

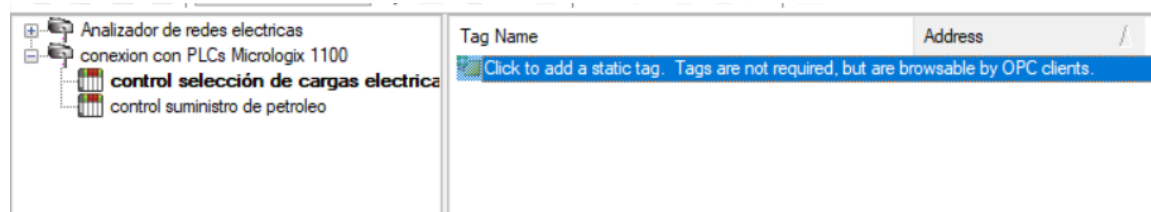


Ilustración 3-123: Creación de tag.

- Para crear el tag, primero se le asigna un nombre. Luego se identifica la dirección con la que estará relacionado el tag (ejemplo. Name: entrada y Addeess: I:0/1). La descripción es opcional, pero se debe definir el tipo de dato (al presionar el “tick” a la derecha de Address, reconoce el tipo de dato desde el origen). También se debe definir el acceso del cliente: lectura, escritura o ambos; esto dependerá de la finalidad del tag.

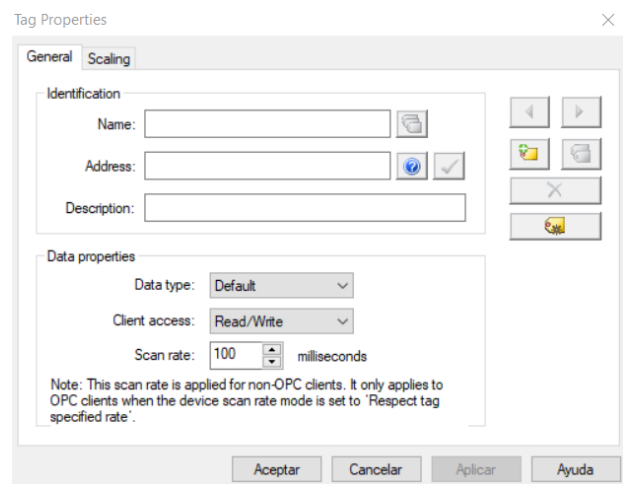


Ilustración 3-124: Configuración de tag.

4 CAPITULO IV: SEGURIDAD

4.1 ALCANCES

En este capítulo se entregan algunos aspectos normativos asociados a la seguridad en el manejo de combustibles líquidos en estanques de almacenamiento de petróleo.

El avance de la tecnología ha dado lugar a una nueva problemática dentro del control de procesos: la seguridad.

Cada vez que un proceso comienza a funcionar se presentan potenciales riesgos tanto para las máquinas como para el operador.

En el presente capítulo se hace mención de las políticas de seguridad inherente a los estanques de combustible según el Reglamento de Seguridad para el almacenamiento de combustibles líquidos derivados del petróleo del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción con el fin de proteger a las personas y los bienes.

El organismo encargado de fiscalizar el cumplimiento de la normativa vigente es la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

La norma es el decreto 160 y fue publicado el 07-07-2009 y promulgado el 26-05-2008 su título es: APRUEBA REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA LAS INSTALACIONES Y OPERACIONES DE PRODUCCIÓN Y REFINACIÓN, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

Las instalaciones industriales son aquellas que utilizan los combustibles para producción de calor, para procesos químicos o físicos de transformación o procesamiento sin la finalidad de su ulterior distribución como combustible.

La operación de toda instalación de combustibles líquidos debe considerar sus características de diseño y las instrucciones de los fabricantes. La operación debe ser documentada mediante procedimientos escritos que permitan adoptar las medidas de seguridad pertinentes, para evitar peligros y emanación de residuos que causen daños a las instalaciones de uso público, cursos de agua, lagos o mares.

La clasificación de los combustibles líquidos según su punto de inflamación, indica que el petróleo Diesel se encuentra dentro la clase de peligrosidad II.

4.1.1 Planes de Emergencia y Accidentes

Los métodos de manejo de combustible líquido en caso de emergencia o accidente, deberán estar establecidos en un Plan de Emergencia, basado en normas nacionales y a falta de

éstas en normas extranjeras, reconocidas internacionalmente. El Plan deberá quedar registrado por escrito y versionado. El plan de emergencia, el cual debe ser parte tanto del manual de seguridad de combustibles líquidos como del Programa de Seguridad, deberá contemplar una organización de excepción y procedimientos operativos normalizados, que permitan actuar en forma sistemática, minimizando las improvisaciones y, por ende, las posibilidades de error, en el manejo de eventuales emergencias. Dentro de dicha organización, los encargados de dirigir las acciones durante la emergencia deberán tener competencia técnica adecuada, poseer cabal conocimiento de las instalaciones y su operación, así como de las posibles emergencias que puedan ocurrir en la instalación de combustibles líquidos. El personal que trabaje en las instalaciones deberá estar capacitado para adoptar las medidas necesarias en caso de incendio o siniestro, como, asimismo, conocer la ubicación y manejo de los elementos que corresponda utilizar.

4.1.2 Aspectos Básicos sobre Diseño

El diseño de los tanques deberá considerar, entre otras, las siguientes solicitudes: efectos sísmicos, presiones máximas de operación, posibilidades de que se produzca vacío interior, vientos y los esfuerzos originados por los soportes y tuberías.

4.2 **TERMINOLOGÍA.**

4.2.1 Instalaciones eléctricas

En materias eléctricas las instalaciones de combustibles líquidos deberán cumplir con las disposiciones legales, reglamentarias y técnicas vigentes que correspondan.

4.2.2 Ambiente inflamable

Es aquel que contiene polvo, vapor o gas inflamable en mezcla con el aire y que puede entrar en ignición al producirse una chispa u otro agente.

4.2.3 Anclaje

Fundación de acero y hormigón con el peso suficiente para proporcionar una carga adecuada a un estanque lleno, impidiendo su movimiento.

Todo tanque enterrado deberá descansar en arena de río o arena continental.

4.2.4 Venteo

Conexión existente entre la zona de gases de un estanque y el exterior, cuyo propósito es impedir que la presión o vacío se exceda en el interior del estanque.

4.2.5 Zona clasificada

Aquella en la cual existe la presencia de vapores o gases explosivos inflamables, la cuál debe ser señalizada e implementada con las medidas de seguridad que correspondan.

4.2.6 Zona estanca de seguridad

Es aquella que circunda a un estanque, constituida por el suelo y muros de contención impermeables al combustible almacenado y cuyo propósito es contener el líquido ante un eventual derrame de combustible.

4.3 **CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD DEL PROYECTO**

El diseño contempla la renovación de las instalaciones por lo que debe ser ejecutada por un instalador proyectista considerando las siguientes disposiciones generales:

- 1) Contemplar la eventual interrupción del suministro de combustible en forma total y contar con la información de planos y especificaciones técnicas de los estanques.
- 2) Considerar los métodos de eliminación de las emanaciones, según lo dispuesto por las autoridades medio-ambientales.
- 3) Las instalaciones eléctricas deben cumplir con la norma chilena oficial.
- 4) Se prohíbe el tendido de líneas aéreas de cualquier categoría sobre zonas clasificadas como instalaciones de combustibles líquidos.

El autómata programable debe estar protegido de ambientes hostiles, electromagnéticos, químicos, etc. Para ello se instalan dentro de armarios o gabinetes para evitar posibles contaminaciones en su funcionamiento.

Los módulos de entradas y salidas deben disponer de aislamiento galvánico con el exterior.

Para asegurar la fiabilidad del sistema se debe considerar la falla de los sensores de uso normal, para lo cual se instalan sensores adicionales que alarman el sistema y lo restituyen.

Para solucionar cualquier problema de funcionamiento en un determinado instante se considera una parada de emergencia que paraliza el proceso. Esta es activada en forma manual.

4.3.1 Seguridad intrínseca

Se refiere al diseño de los circuitos de comando y control de manera que su nivel de energía sea tan bajo para responder el ideal a la seguridad intrínseca “la energía no debe llegar a valores que puedan producir altas temperaturas, arcos o chispas”. La seguridad intrínseca es la más utilizada para operar en ambientes explosivos. Esta seguridad no requiere de blindajes pesados o costosos y actualmente sus dispositivos son más económicos de fabricar.

4.3.2 Protección contra intemperie

Los dispositivos de control deben responder contra la intemperie para aumentar su seguridad en el caso que lo requiera. Principalmente se trabaja con los índices de protección IP que se refiere a la hermeticidad de las carcasas y gabinetes contra sólidos, líquidos e impactos. El código consiste en dos letras y dos dígitos, el primer dígito indica nivel de protección contra polvo y ataque de sólidos externos; el segundo dígito indica el nivel de protección contra el agua.

A continuación, se indican algunos ejemplos:

- IP5X: especifica hermeticidad parcial contra polvo, protección total contra sólidos.
- IP6X: especifica hermeticidad total contra polvos, protección total contra sólidos.
- IP64: agrega protección contra salpicaduras de agua.
- IP65: agrega protección contra lluvia, nieve, escarcha y manguereo ocasional directo.
- IP66: agrega protección contra chorros fuertes de manguera con presión.
- IP67: agrega protección contra inmersión temporal en agua.
- IP68: agrega protección contra inmersión prolongada en agua.

4.3.3 Estanques de combustible.

Los estanques deben ser diseñados y contruirdos utilizándose materiales de acuerdo a las normas nacionales y a falta de estas, se debe utilizar normas extranjeras. Para los estanques externos, estos deben soportar condiciones climáticas adversas como lluvia, nieve, vientos, salinidad, humedad y bajas temperaturas.

4.3.4 Distancia de seguridad

Los estanques de almacenamiento de combustible deben tener una distancia de seguridad que debe estar incluida al interior del terreno donde se encuentra instalado.
Los tanques sobre superficie, destinados al almacenamiento de combustible deben cumplir con las distancias de seguridad dispuestas en la Tabla 4.1:

Capacidad del tanque (m³)	Distancias mínimas de seguridad	
	A (m)	B (m)
1,0 o menor	1,5	1,5
1,1 a 3,0	3,0	1,5
3,1 a 50,0	4,5	1,5
40,1 a 100,0	6,0	1,5
100,1 a 190,0	9,0	3,0
190,1 a 400,0	15,0	4,5
400,1 a 2.000,0	24,5	6,0
2.000,1 a 4.000,0	30,5	11,0
4.000,1 a 8.000,0	40,0	14,0
8.000,1 a 12.000,0	50,0	17,0
Superior a 12.001,0	53,0	18,0

Tabla 4.1: Distancias de seguridad para tanques que almacenan de CL.

Fuente: Decreto-160 07-JUL-2009 normas de los combustibles.

A: Distancia en metros, medida desde un tanque a cada una de las líneas que deslindan la propiedad, en las cuales hay o puede haber construcciones vecinas.

B: Distancia en metros, medida desde un tanque al lado más próximo de cualquier camino o edificación dentro de la propiedad.

4.3.5 Zona estanca de seguridad.

Es un sistema de protección contra derrames, que se debe emplazar alrededor del estanque. La zona estanca debe tener un volumen igual o superior al del tanque dentro de la zona.

Las zonas estancas de seguridad deber ser impermeables al combustible almacenado en el estanque y además de estar libres de materiales y envases de combustible.

4.3.6 Venteo de ignición.

Se deben eliminar toda fuente de ignición, de todas aquellas zonas donde se puedan producir vapores inflamables.

4.3.7 Prevención de sobre llenado

Los tanques de instalaciones que almacenan combustible deben estar equipados con alarma de nivel máximo de líquido o con cierre automático de válvulas de llenado.

4.4 NCH Elec. 4/2003

La superintendencia de electricidad y combustible (SEC) es la más importante agencia pública responsable de supervigilar el mercado de la energía. Esta consta con una serie de normas que garantiza todas las actividades vinculadas al sector eléctrico.

La norma NCH Elec 4/2003 tiene como fin fijar las condiciones mínimas de seguridad en instalaciones eléctricas de baja tensión, de manera de mantener la seguridad a las personas que operan o hacen uso de las instalaciones, también para preservar el medio ambiente en donde se construirá la instalación eléctrica.

Entrando en detalle a la norma NCH Elec 4/2003 se especifica los sistemas de autogeneración que están destinados a proporcionar energía a instalaciones eléctricas en forma independiente de la red pública o en combinación con esta.

En él se menciona los sistemas de emergencia y sus distintos fines al que están destinados, entre uno de ellos están los recintos asistenciales que es al grupo que pertenece el hospital Guillermo Grant Benavente ya que alberga una gran cantidad de personas, entonces se necesita resguardar la seguridad de las muchas actividades que se pueden hacer en un hospital como es este caso.

Todo el trabajo realizado bajo las normas de electricidad debe ser fiscalizado por un técnico calificado que pueda responder sobre la calidad y seguridad del trabajo realizado. El personal específico para esa labor son instaladores eléctricos acreditados ante la superintendencia de electricidad y combustible (SEC), estos cuentan con distintos tipos de licencia que certifican la labor al que son especializados.

4.4.1 Clasificación de los sistemas de emergencia

Es el punto 14.2 de la norma NCH Elec. 4/2003. (ver ANEXO 8)

Desde el punto de vista de las necesidades de continuidad de servicio para asegurar el normal desarrollo de los procesos o actividades ligados al funcionamiento de sistemas de emergencia, éstos se clasificarán como sigue:

- Grupo 0. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que, por la naturaleza de su finalidad no toleran interrupciones en su alimentación.
- Grupo 1. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que no toleran interrupciones superiores a 0,20 segundos y variaciones de frecuencia no mayores a $\pm 0,5\%$.
- Grupo 2. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que no toleran interrupciones superiores a 15 segundos.
- Grupo 3. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que toleran interrupciones superiores a las indicadas, pero en ningún caso superiores a 15 minutos.

4.4.2 Consumos conectados a los sistemas de emergencia

Es el punto 15.1 (ver ANEXO 9) de la norma NCH Elec. 4/2003. Desde el punto de vista de la necesidad de continuidad de servicio para asegurar la supervivencia del enfermo y el eficiente funcionamiento del hospital, los consumos deberán considerarse dentro de los siguientes grupos de acuerdo a la clasificación dada en 14.2 (ver ANEXO 8) de la norma NCH Elec. 4/2003.

- Grupo 0. En este grupo se encuentran todos los equipos que estén cumpliendo una función biológica suplementaria vital para el enfermo y/o los registros y procesamiento de datos mediante computadoras, en los cuales una detención del proceso significa un peligro para la vida del paciente.
- Grupo 1. En este grupo se encuentran todos los equipos que estén cumpliendo una función biológica suplementaria vital para el enfermo y/o los registros y procesamiento de datos mediante computadoras, en los cuales una detención del proceso implica un alto riesgo para el éxito de la intervención quirúrgica.
- Grupo 2. Dentro de este grupo se encuentran los equipos cuya finalidad es asegurar la continuidad de la terapia, diagnóstico o control del enfermo, como, asimismo, proporcionar algunos servicios básicos para mantener en cierto grado de operatividad y eficiencia el funcionamiento del hospital.
- Grupo 3. En este grupo se encuentran equipos y servicios imprescindibles para el funcionamiento del hospital, pero cuya actividad no afecta directamente al enfermo.

Es necesario seleccionar cuanto es el tiempo de interrupción de energía que puede tolerar el recinto donde alberga el sistema de emergencia, para este establecimiento es necesario el grupo 0 que no tolera interrupciones debido a se están efectuando actividades vitales, además se requiere considerar resguardar las actividades realizadas en caso de alguna interrupción producto de algún fenómeno más grave como puede ser un movimiento sísmico u otro fenómeno importante.

4.4.2.1 Grupos motor-generator 14.3.4.2 de la norma NCH Elec. 4/2003

Otra necesidad que se requiere para el eficiente funcionamiento del hospital es que los grupos electrógenos deben contar con equipos de control que asegure su funcionamiento automático en caso de corte del suministro eléctrico que además que aseguren la transferencia automática. (ver ANEXO 8)

4.5 **NORMA TÉCNICA NTM 003**

Al Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) le corresponde formular y supervigilar la política habitacional y urbanística en nuestro país, velando porque las obras de urbanización y construcción, y los materiales y sistemas a utilizar en las edificaciones, cumplan con los estándares vigentes. Para realizar esta labor, el Minvu debe contar con normas o reglamentos técnicos referentes a las materias que le corresponde conocer.

La NTM 003 define al HGGB como una edificación estratégica ya que es su punto 3.1.1 (ver ANEXO 10) de Edificación estratégica la describe como una edificación en donde funcionan y operan instalaciones de utilidad pública necesarias en la recuperación de la normalidad posterior a un sismo o evento de gran magnitud, y que deben permanecer en funcionamiento durante y después de dicho evento.

4.5.1 Período de emergencia

En el punto 3.1.2 (ver ANEXO 10) Período de emergencia, para los efectos de esta Norma Técnica el período de emergencia es igual a las 72 horas siguientes al término del evento que produjo la catástrofe.

4.5.2 Autonomía energética total

En el punto 3.1.5 (ver ANEXO 10) Autonomía energética total, Capacidad de dotar de energía para la normal operación del 100% de las instalaciones del edificio durante 72 horas, por medio de equipos de emergencia autónomos como grupos electrógenos, equipos eólicos, y otros que puedan existir.

Además, se debe contar con provisionamiento de combustible para operar los equipos en este período.

Por lo siguiente se requiere que las edificaciones estratégicas a que se refiere la presente norma técnica deberán estar diseñadas y construidas dando cumplimiento a toda la normativa y reglamentación vigente por lo tanto el combustible debe ser necesario para cubrir el periodo de emergencia y así otorgar autonomía energética total.

5 CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIÓN

Debido a las fallas e inseguridad que provoca el control del interruptor de sincronismo y la imprecisa lectura del combustible, se requirió implementar un sistema que permita controlar y monitorear en tiempo real los interruptores, generadores y nivel de petróleo ya que es fundamental para identificar fallos o daños en el sistema.

A través de esta problemática se ha cumplido con los objetivos de este proyecto al desarrollar una propuesta a un sistema de control a interruptor de barra de sincronismos y a un control al suministro de combustible para el centro de atención ambulatorio del HGGB, aunque no se puede realizar esta propuesta de forma real, se pudo llegar a concretar los alcances del proyecto, que fueron: realizar la programación para el control del interruptor y control de suministro de combustible utilizado el programa RSlogix 500 y la creación de pantallas para interfaz de monitoreo utilizado el programa TIA portal V14, Otra función que se añade a esta propuesta es de la lectura de parámetros eléctricos con el analizador PM800 Power meter, agregando que estas aplicaciones son de diferentes compañías y que se utilizan para sus respectivos dispositivos, estos no se pueden comunicar de forma nativa, pero con la ayuda de otros medios como el programa Kepserver, en el cual su función es ser un servidor de datos con tecnología OPC, que permite que las aplicaciones o dispositivos puedan conectarse.

Respecto al servidor OPC, se logró dimensionar la importancia de este tipo de servidores, que permiten la comunicación entre Hardware y/o Software que nativamente no son compatibles, situación que en la industria es muy recurrente, pues no se trabaja con un solo fabricante, ni se desechan equipos con una frecuencia tan alta.

Respecto a las diversas plataformas que debimos integrar en el proyecto, también se obtuvo la comprensión de buena manera el manejo de las distintas variables, tipos de datos a utilizar, escalar los datos en los casos que se requería y poder vincular las direcciones de correcta manera.

Un respaldo de energía con grupos electrógenos debe ser un sistema que garantice seguridad, un buen control automatizado aumenta considerablemente las opciones de que el sistema no falle.

El control de suministro de petróleo automáticos proporciona más confianza que en sistemas de control manual, pero se debe tener en cuenta que se deben realizar mantenciones preventivas de actuadores, sensores y entre otros.

la implementación de esta propuesta favorecerá en gran medida al sistema de generación eléctrica, debido a que se tiene la operación de pruebas de los grupos electrógenos de forma remota. Esto da gran versatilidad al sistema ya que se puede trabajar como un sistema centralizado sin la necesidad de hacer controles visuales de forma presencial tan recurridamente, recomendando si realizar las observaciones en terreno periódicamente.

Las mediciones que realizan los sensores tienen ciertas tolerancias que se deben considerar para fijar los límites en caso contrario el control realizado podría no responder a lo programado.

Al realizar esta propuesta con diversos equipos de control, medición y actuadores se puede visualizar procesos en tiempo real, incluyendo resultados de variables y estados de los actuadores.

Con el aumento del estanque principal de 1000 litros a 17000 litros más los 880 litros de estanque de cada generador, la cantidad de combustible por generador repartida pasara de 1213 litros a 6546 litros, y si los generadores están al 100% de su potencia con un consumo de 79,9lts/hora y la autonomía pasara de 15,18 horas a 81,9 horas superando las 72 horas exigidas

por el MIMBU. Al 50% de su capacidad en consumo es de 41lts/hora y la autonomía de 159,6 horas siempre y cuando los estanques se mantengan llenos.

A través de este proyecto se dejó establecida una base tecnológica a nivel de hardware y software que permitirá en el futuro no solo llevar a efecto los alcances dados sino también realizar un mejoramiento del sistema creado y de algunos controles de posible ejecución que fueron determinadas en el transcurso de la realización de este proyecto de tesis.

Cabe mencionar que complejos hospitalarios se hace dispensable las metodologías que se aplican en las industrias, no basta solo la implementación clínica para solventar las necesidades de los usuarios, en este caso los pacientes.

5.2 **RECOMENDACIONES**

- Mantener el funcionamiento de los equipos según los parámetros indicados por su fabricante, sin un funcionamiento excesivo.
- Realizar capacitaciones a los operadores de los equipos, para que tengan el conocimiento necesario a la hora de realizar las actividades de monitoreo y control.
- Verificar las condiciones del agua en el sistema de ablandamiento, para evitar incrustaciones.
- Realizar las limpiezas periódicas de los estanques de petróleo.
- Mantener el registro histórico de los cortes o fallas del sistema de generación de electricidad con sus respectivos fechas, tiempos y pérdidas que estas producen, para poseer constancia y poder realizar nuevas intervenciones y mejoras en el sistema.
- Utilizar las herramientas y elementos de seguridad necesarios al momento de realizar las actividades de mantenimiento.
- Respetar la periodicidad establecida de las actividades de monitoreo y control.
- Continuar realizando actividades de control y monitoreo de forma presencial.

6 BIBLIOGRAFÍA

6.1 BIBLIOGRAFIA

ALLEN BRADLEY BY ROCKWELL AUTOMATION. 2007. *MicroLogix 1100 Programmable Controllers. Bulletin 1763 Controllers and 1762.* 2007. 1763-UM001B-EN-P.

COLOMER, Joan, MELÉNDEZ, Joaquim Y AYZA, Jordi. *Introducción a la monitorización y supervisión experta de procesos. Métodos y herramientas.* s.l. : CEA-IFAC. Sistemas de supervisión.

DOMINGUEZ, Rafael, HERNÁNDEZ, Reynaldo y OROZCO, Magaly. 2012. *TUTORIAL DE CONFIGURACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE HMI CON WINCC FLEXIBLE.* CARTAGENA DE INDIAS D.T.C. e H : UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, 2012. FACULTAD DE INGENIERÍAS, INGENIERIA ELECTRICA ELECTRÓNICA.

EMERSON ELECTRIC Co. 2017. *La guía del ingeniero para la medición de tanques.* Rosemont : EmersonProcess.com/Rosemount, 2017. 00805-0109-5100, Rev AA 08/16.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, INN. 1998. *NORMA CHILENA OFICIAL NCh382.0f98.* Santiago - Chile : s.n., 1998.

KEPWARE. 2019. *Connectivity Guide KEPServerEX®, DDE, and Excel.* s.l. : www.kepware.com, 2019. Ref. 1.005.

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN. 1996. *DECRETO 90, REGLEMENTO DE SEGURIDAD PAR EL ALMACENAMIENTO, REFINACION. TRANSPORTE EXPENDIO AL PUBLICO DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS DERIVADOS DEL PETROLEO.* 1996. 07-JULIO-2009, Decreto 160.

MINISTERIO DE ECONOMIA, FOMENTO Y RECONSTRUCCION. 1986. *DECRETO N°379. REGLAMENTO SOBRE REQUISITOS MÍNIMOS DE SEGURIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO, DESTINADOS A CONSUMOS PROPIOS.* SANTIAGO - CHILE : COMISION NACIONAL DE ENERGIA, 1986.

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN. 2007. *DECRETO N°160.REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA LAS INSTALACIONES Y OPERACIONES DE PRODUCCIÓN, REFINACIÓN, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS.* Santiago- Chile : REPUBLICA DE CHILE, 2007.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. *Establecida mediante Res. Ex. N° 8954, de fecha 5/12/2013. NTM 003 Edificaciones estratégicas y de servicio comunitario.* Santiago -

Chile : www.minvu.cl, Establecida mediante Res. Ex. N° 8954, de fecha 5/12/2013. 978-956-7674-92-3.

OMEGA. (S.F.). 2015. *Sensor de nivel*. 2015. <http://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>.

ROCKWELL AUTOMATION. 1999. *Módulo de entrada CC 1762-IQ8 MicroLogix*. 1999. 1762-IN004A-ES-P.

ROCKWELL AUTOMATION. 1999. *Módulo de salida de relé 1762-OW8 MicroLogix*. 1999. 1762-IN003A-ES-P.

ROCKWELL AUTOMATION. 1999. *Módulo de salida de relé 1762-OW8 MicroLogix*. 1999. 1762-IN003A-ES-P.

S.p.A, ABB SACE. 2005. *Catalogo técnico Tmax 1SDC210004D0702*. Bergano, Italia : An ABB Group Company, 2005.

SCHNEIDER ELECTRIC. 2012. *Power Logic 800 Power Meter Ethernet Communications Card*. 2012. 63230-506-204B2.

SCHNEIDER ELECTRIC. *Manual del usuario Masterpact NW08-63*. Barcelona : Pl. Dr. Letamendi, 5-7. 020502 C00.

SCHNEIDER ELECTRIC. 2018. *Masterpact NW*. 2018. 51156118AA-11.

SCHNEIDER ELECTRIC. 2006. *PowerLogic® Series 800 Power Meter Reference Manual*. La Vergne : www.schneider-electric.com, 2006. 63230-500-201A3.

SCHNEIDER ELECTRIC. 2009. *Tarjeta de comunicaciones ethernet (ECC) de la central de medida de la serie 800 de POWER LOGIC PM8ECC*. 2009. 63230-506-201A3.

SMITH, Carlos y CORRIPIO, Armando. 1999. *Control Automático de procesos*. Mexico : Limusa, 1999.

TRIVIÑO SÁNCHEZ, JUAN CARLOS, y otros. 2014. *AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE BASURA*. GUAYAQUIL : UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 2014. INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES S.E.C. Octubre de 2003. *NCH Elec. 4/2003 ELECTRICIDAD INSTALACIONES DE CONSUMO EN BAJA TENSIÓN*. Octubre de 2003.

WESTERLIND, Hans. Marzo/Abril de 2015. *ALMACENAMIENTO EN TANQUES*. Emerson Process Management, Rosemount Tank Gauging, Marzo/Abril de 2015.

7 ANEXOS

U-GAGE® QT50ULB Series Sensors with Analog Output



Datasheet



Long-range ultrasonic sensors with TEACH-mode programming

- Fast, easy-to-use TEACH-Mode programming; no potentiometer adjustments
- Scalable output automatically distributes the output signal over the width of the programmed sensing window
- Minimum and Maximum window limits can be adjusted independently
- Selectable 0 to 10 V dc or 4 to 20 mA output, selected via DIP switch
- Access to bank of 8 DIP switches through sealed cover for superior user functionality
- Rugged encapsulated design for harsh environments
- Unique housing design allows for multiple mounting configurations
- Choose models with integral unterminated 2 m (6.5 ft) or 9 m (30 ft) cable, or with Mini-style or M12/Euro-style quick-disconnect connection
- Wide operating range of -20 °C to +70 °C (-4 °F to +158 °F)
- Temperature compensation
- Programmable for either positive or negative output slope

Models ¹	Sensing Range	Cable ²	Supply Voltage	Output
QT50ULB	200 mm to 8 m (8 inches to 26 feet)	5-wire, 2 m (6.5 ft) cable	10 to 30 V dc	Selectable: 0 to 10 V dc or 4 to 20 mA
QT50ULBQ		5-pin Mini-style QD		
QT50ULBQ6		5-pin Euro-style QD		

WARNING: Not To Be Used for Personnel Protection

Never use this device as a sensing device for personnel protection. Doing so could lead to serious injury or death. This device does not include the self-checking redundant circuitry necessary to allow its use in personnel safety applications. A sensor failure or malfunction can cause either an energized or de-energized sensor output condition.

Principles of Operation

Ultrasonic sensors emit one or multiple pulses of ultrasonic energy, which travel through the air at the speed of sound. A portion of this energy reflects off the target and travels back to the sensor. The sensor measures the total time required for the energy to reach the target and return to the sensor. The distance to the object is then calculated using the following formula: $D = ct \div 2$

D = distance from the sensor to the target
c = speed of sound in air
t = transit time for the ultrasonic pulse

To improve accuracy, an ultrasonic sensor may average the results of several pulses before outputting a new value.

20-12-2020



LEVEL SWITCHES – SINGLE POINT

WIF-1250 Water in Fuel Sensor

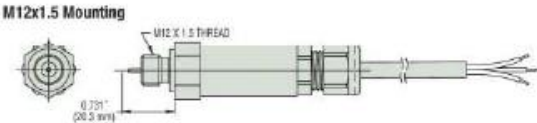
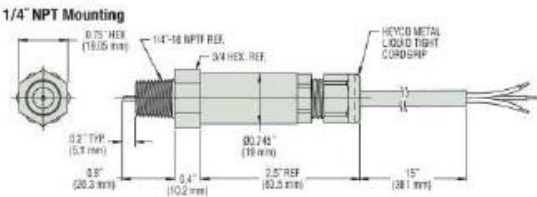
- ▶ Designed for OHV and Generator Set applications
- ▶ Compact size, easy to install
- ▶ Operates in plastic or metal tanks
- ▶ Reliable and affordable OEM solution
- ▶ Solid-State – no moving parts

The WIF-1250 sensor is an innovative, no-moving-parts solution specifically designed to detect the presence of water in fuel. The sensor is an ideal solution for OEM's of off-highway vehicles, locomotive and generator sets. It is also ideal for use with fuel filters, and in compressor crank cases to determine if water is present in lubricating oil. Based on reliable conductivity technology, WIF-1250 sensors are built from robust nickel plated steel for compatibility with temperatures up to 257°F (125°C), and are suited for the most challenging environments or applications. A 5-second delay circuit prevents "slosh" actuation. The sensor is easily mounted in any position.

Specifications

Housing Materials	Nickel plated steel, electrolytic nickel plated & fused glass conductivity pin insulator
Sensing Element Length	0.2" (5.1 mm)
Operating Pressure	750 PSI (51.7 bar) @ 70°F (21°C)
Operating Temperature	-40°F to 257°F (-40°C to 125°C)
Sensitivity	10,000 Ohms (fluid resistance)
Slosh Dampening	5 seconds
Supply Voltage	8 to 32 V DC
Output	Open collector, sinking output
Output Load Capability	250 mA max.
Electrical Connection	20 AWG 3-Conductor Cable, 15" (381 mm)
Approvals	CE

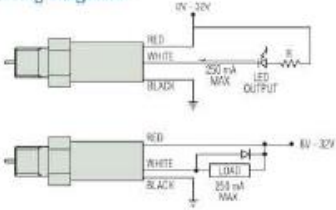
Dimensions



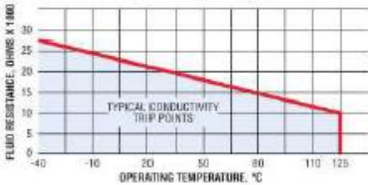
Typical Applications

- To detect water in:
- Fuel filters
 - Compressor crank cases
 - Lubricating Oil
 - Diesel fuel storage tanks

Wiring Diagrams



Resistance vs. Operating Temperature





LeVel Sonda capacitiva de nivel de relleno
Salida corriente analógica 4...20 mA / 20...4 mA

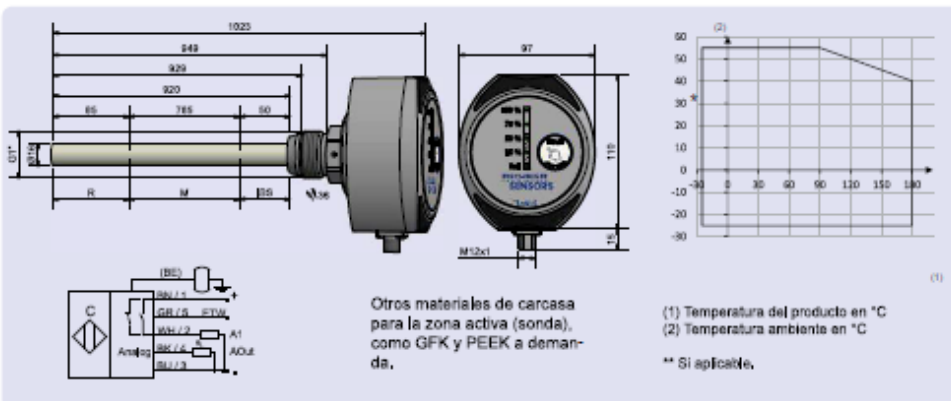
- Electrónica de evaluación integrado
- Ajuste con EasyTeach by Membrane foil (ETF) / EasyTeach by wire (ETW)
- Material de carcasa: PTFE, Ø 16 mm
- Cabeza de conexión / de conexión al proceso: Aluminio / Acero fino VA No. 1,4305 (AISI 303)
- Conexión al proceso G1"
- Salida adicional en la zona de referencia (normalmente abierto / normalmente cerrado conmutable)



Características técnicas

Zona activa [M]	785 mm
Salida	Análoga
Modelo	KFX-1-85-920-785-PTFE/VAB/AL-D16-PHG1-IL-ET-Y10
No. art.	KF 0643
Tensión de alimentación (U_0)	18...36 V CC
Corriente de servicio (I_0)	0...250 mA
Ondulación residual max. permisible	25 %
Resistencia de la carga (R_L)	$\leq 600 \Omega$
Consumo de potencia (salidas sin carga)	3 W
Salida analógica	4...20 mA / 20...4 mA
Temperatura ambiente permisible	-25...+55 °C
Temperatura del producto permisible	-25...+180 °C*
LED=indicador	Verde / azul
Circuito de protección	Incorporado
Tipo de protección según IEC 60529	IP 65
Norma	EN 60947-5-2*
Conexión	Conector enchufe M 12 x 1 (Código A) (5 pines)
Material de cabeza de conexión / conexión al proceso	Aluminio / Acero fino VA No. 1,4305 (AISI 303)
Material de zona activa	PTFE (FDA 21 CFR 177.1550)
Tapa	Aluminio

Para conectores adecuados, por favor, vea nuestro programa de accesorios.



Made in Germany

Glass Filled Nylon WIF Bowl Mount Sensor

W003801AA
(1/2 x 20 thread)

W003802AA
(M14 x 2.0 thread)

Entratech
3-Wire Harness

Red wire
Yellow wire
Black wire

Entratech
Indicator Lamp

INSTALLATION:

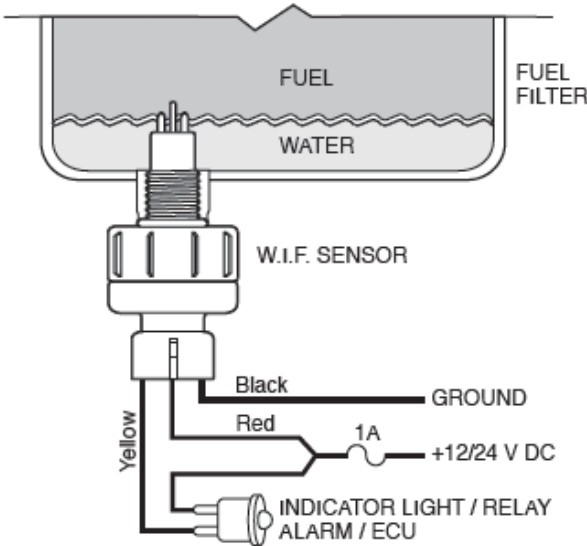
1. Connect Wire Harness to Sensor
2. YELLOW WIRE from the Harness connects to terminal blade on Indicator.
3. BLACK WIRE from Harness connects to negative terminal on battery (Ground).
4. RED WIRE from Sensor connects to switched ignition source through customer provided 1 amp fuse.
5. RED WIRE from 1 amp fuse connects to other terminal blade on Indicator.
6. Hand tighten Sensor to bottom of fuel filter.

On initial power up there will be a few second "power on" test.

When water is detected there is a slight delay for a few seconds. Then the Blue LED on the Indicator will light.

The system will reset after the ignition switch is turned off.

All wires are 36 inches 18 gauge GXL.



Bowl Mount Sensor: ES04020200



Válvulas solenoides ASCO™ Serie 210

La serie 210 de ASCO es una línea de válvulas solenoides económicas de alto flujo para servicio de líquidos, corrosivos y aire / gas inerte. Con una amplia gama de clasificaciones de presión, tamaños y materiales elásticos, las válvulas de 2 vías ultra confiables brindan una larga vida útil y pocas fugas internas. Las aplicaciones industriales incluyen equipos de lavado de autos, compresores de aire, bombas, equipos de lavandería y control de agua industrial.

Especificaciones

Actuación de la válvula	Solenoides
Cuerpo material	Latón, acero inoxidable, latón sin plomo
Medios de comunicación	Líquidos / gases agresivos, aire, gas inerte, amoníaco, criogénico, fueloil, agua caliente, aceite ligero, gas propano líquido, gas natural, oxígeno, vapor, vacío, agua
Tamaño de tubería / puerto	1/2"; 3/8"; 3/4"; 1"; 1 1/4"; 1 1/2"; 2"; 2 1/2"
Tipo de puerto	NPTF, G (ISO 228/1)
Función	2 vías - 2/2 normalmente cerrado; 2 vías - 2/2 normalmente abierto
Flujo	De 0,86 a más de 12 kv
Voltaje	24 AC, 110 AC, 115 AC, 12 DC, 12 a 24 DC Rango de voltaje, 120 AC, 120 DC, 125 DC Carga de batería, 208 AC, 220 AC, 230 AC, 24 DC, 24 a 120 AC / DC Rango de voltaje, 240 CA, 240 CC - 50/60, voltajes poco comunes disponibles a pedido.
Máxima presión diferencial / máxima de funcionamiento	Vacío hasta 10,3 bar; vacío hasta 150 PSIG, 150-500 PSIG, 10,3-34,5 bar
Entorno operativo	Corrosivo, peligroso, interior, exterior

Características

- Hay versiones sin plomo disponibles para cumplir con las regulaciones de la Ley de Agua Potable Segura.
- Los modelos de baja temperatura controlan los fluidos criogénicos, incluido el nitrógeno líquido (-320 ° F / -194 ° C), el argón líquido (-303 ° F / -184 ° C) y el oxígeno líquido (-297 ° F / -181 ° C).
- Las válvulas se pueden especificar para servicio de agua caliente a 210 ° F para aplicaciones de lavandería, calderas e intercambiadores de calor.
- Ideal para aplicaciones de control de alta presión en quemadores de gas comerciales e industriales.
- Se utiliza para controlar los gases líquidos del petróleo (propano) en secadores de granos, incineradores y calefactores portátiles.
- Opciones de rango de voltaje disponibles en bobinas de próxima generación.



Versión de plástico, para montaje desde el exterior, salida de cable
Modelo HLS-M12

Datos técnicos	
Potencia de ruptura Contacto de cierre (girándolo 180° se puede usar como contacto de apertura)	< AC 25 V; 25 VA; 0,5 A < DC 60 V; 25 W; 0,5 A Atención: Funcionamiento solamente con baja tensión de protección, p. ej. con relé protector
Posición de montaje	Horizontal
Densidad límite	≥ 800 kg/m³
Temperatura del medio	-10 ... +80 °C
Tipo de protección	IP65
Presión de trabajo máx.	1 bar
Material	Polipropileno
Conexión a proceso	Rosca macho 1/2" NPT
Montaje	Para montaje en el depósito desde el exterior
Flotador	Diámetro exterior 15 mm Longitud 25 mm
Conexión eléctrica	Cable de conexión Conductor de hilos trenzados de PVC, 2 x 0,5 mm² Longitud del cable 0,3 m
Código	118329

© 2018 KSB AG. Todos los derechos reservados. KSB es una marca registrada de KSB AG. KSB es una marca registrada de KSB AG.

DEFINICIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS (NCh 382.OF98)

Son aquellas que por su naturaleza producen o pueden producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal y a los elementos materiales, tales como instalaciones, maquinarias y edificios.

CLASIFICACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS (NCh 382.Of98)

Clase	Sustancias Peligrosas
1	Sustancias y objetos explosivos
2	Gases comprimidos, licuados, disueltos a presión o criogénicos
3	Líquidos inflamables
4	Sólidos inflamables
5	Sustancias comburentes; peróxidos orgánicos
6	Sustancias venenosas (tóxicas) y sustancias infecciosas
7	Sustancias radiactivas
8	Sustancias corrosivas
9	Sustancias peligrosas varias

14.- SISTEMAS DE AUTOGENERACION

14.0.- CONCEPTOS GENERALES

14.0.1.- Los sistemas de autogeneración están destinados a proporcionar energía a instalaciones eléctricas en forma independiente de la red pública o en combinación con ésta. Según su finalidad se clasificarán en:

- Sistemas de emergencia
- Sistemas de corte de puntas
- Sistemas de cogeneración

14.0.2.- Todo sistema de autogeneración deberá ser construido de acuerdo a un proyecto el cual deberá ser presentado ante SEC o ante el organismo inspectivo que ésta designe, para su revisión antes de iniciarse su etapa de construcción.

14.0.3.- Los sistemas de emergencia entrarán en funciones cuando la energía de la red pública no esté disponible y requerirán para su entrada en servicio de un sistema de partida y un sistema de transferencia. Estos sistemas pueden ser de accionamiento manual o automático.

14.0.4.- Se entenderá por transferencia como el proceso de traspaso de carga desde la red pública al sistema de autogeneración o viceversa.

14.0.5.- Los sistemas de corte de punta están destinados a eliminar o disminuir la demanda de potencia de una instalación en el horario de punta y de acuerdo a la forma en que se haga la transferencia pueden operar de dos maneras:

- Sistemas de transferencia abierta, en caso que el traspaso de consumos desde la red pública al sistema de corte de puntas se haga sin interconexión eléctrica entre ambos sistemas
- Sistemas de transferencia cerrada, en caso que el sistema de corte de puntas y la red pública permanezcan interconectados en forma momentánea, mientras dura el proceso de traspaso de carga.

14.0.6.- Para efectos de proyectar y dimensionar el esquema de protecciones de una sistema de corte de puntas de transferencia cerrada éste deberá tratarse como un sistema de cogeneración.

N4.- *En la zona, el horario de punta corresponde al lapso comprendido entre las 18 y la 23 horas del periodo de invierno, entre el 1 de Mayo y el 30 de Septiembre de cada año. Este periodo podrá variar de acuerdo a lo dispuesto en el Decreto tarifario correspondiente*

14.0.7.- Un sistema de cogeneración corresponde a un sistema de autogeneración en que una parte de la demanda la suple la autogeneración, y la parte restante la entrega la red pública. Esto exige el funcionamiento en paralelo de la autogeneración y la red.

14.0.8.- La Superintendencia llevará un registro nacional actualizado de todos los sistemas de cogeneración o de corte de puntas con transferencia cerrada, en operaciones el cual será puesto en conocimiento de las Empresas Eléctricas Concesionarias locales. En este registro se consignarán: el período de operación del sistema, horario de conexión y desconexión y tiempo estimado de permanencia de la condición paralelo entre el sistema y la red pública. La actualización de los datos de este registro será semestral.

14.0.9.- Cualquier puesta en paralelo del sistema con la red pública fuera del período acordado en los términos del registro se deberá coordinar en cada oportunidad con la Empresa Eléctrica Concesionaria local; de no ser posible esta coordinación no podrá efectuarse la puesta en paralelo.

14.0.10.- La Empresa Eléctrica Concesionaria local, en caso de trabajos en sus líneas que signifiquen la desenergización de ellas, deberá prevenir su posible reenergización por la presencia de cogeneradores, cumpliendo el siguiente procedimiento:

- Verificando en el registro mencionado en 14.0.8 la existencia de cogeneradores en la zona en cuestión.
- En caso afirmativo, avisará a cada uno de los clientes cogeneradores de la zona de la desconexión, aún cuando ésta se produzca fuera del horario y período de paralelismo consignado en el registro.
- Desconectando a todos los clientes cogeneradores de la zona por todo el tiempo que duren los trabajos que mantengan desenergizada la línea. Esta desconexión se hará por la operación de las protecciones del empalme y la reposición de éstas sólo podrá ser efectuada por personal autorizado de la Empresa Eléctrica, una vez terminados los trabajos que originaron la desconexión.

14.1.- **Sistemas de emergencia**

14.1.1.- Los sistemas de emergencia serán necesarios en recintos asistenciales, educacionales, hoteles, teatros, recintos deportivos, locales de reunión de personas, y todo otro recinto o institución de finalidades similares.

14.1.2.- También deberán contar con el respaldo de sistemas de emergencia aquellos procesos industriales cuya interrupción accidental pueda provocar daños ambientales severos.

14.1.3.- En el empalme y/o en el tablero general de toda instalación de consumo que cuente con un respaldo de un sistema de emergencia de transferencia y partida automáticas, se deberá colocar en forma fácilmente visible un letrero indicando esta condición e indicando la forma en que este sistema de emergencia se debe desconectar en caso de siniestros, cuando es necesario que la instalación quede totalmente desenergizada.

14.1.4.- Los sistemas de emergencia alimentarán consumos tales como sistemas de sustentación de funciones biológicas vitales y sus sistemas periféricos esenciales para su funcionamiento, alumbrado y fuerza en salas de cirugía de centros asistenciales, sistemas de alarma contra incendio o contra robos, sistemas de combate y extinción de incendios, sistemas de alumbrado de escape y circulación de emergencia y todo otro consumo de características similares, como los considerados en la sección 11.5.

14.1.5.- Aquellos procesos o sistemas industriales cuya interrupción provoque pérdidas económicas y que por esa razón sus usuarios o propietarios decidan alimentarlos desde una fuente alternativa a la red pública, no se considerarán sistemas de emergencia y estarán afectos sólo a las disposiciones generales de los sistemas de autogeneración establecidas en los párrafos precedentes pero no necesariamente estarán sujetos a las exigencias particulares de esta sección.

14.1.6.- Las instalaciones pertenecientes a un sistema de emergencia se canalizarán mediante alguna de los métodos prescritos en la sección 8 y todos los equipos empleados, distintos de los equipos convencionales, deberán ser aprobados para el uso específico en sistemas de emergencia.

14.1.7.- Los sistemas de emergencia deberán ser probados periódicamente para comprobar su perfecto estado de funcionamiento y asegurar su correcto mantenimiento. De estas pruebas, por lo menos una cada año deberá ser supervisada por la Superintendencia o por el organismo inspectivo que ésta designe.

- 14.1.8.- Se llevará un registro escrito de las pruebas periódicas efectuadas al sistema de emergencia, en el cual se indicará las frecuencias con que estas pruebas se efectúan, las pruebas hechas y sus resultados. Este registro estará disponible cada vez que la Superintendencia lo requiera, en particular en cada ocasión en que se hagan las pruebas bajo su supervisión.
- 14.1.9.- En donde se utilicen baterías como fuente de alimentación para sistemas de emergencia, para hacer partir grupos de motor generador o para alimentar circuitos de control, deberá efectuarse un mantenimiento periódico, de acuerdo a las indicaciones del fabricante o las prácticas normales para estos casos.
- 14.1.10.- Los elementos de control adecuados para probar el funcionamiento del sistema de emergencia en cualquier momento se ubicarán en el tablero general de la instalación, el tablero de transferencia u otra ubicación accesible que sea igualmente satisfactoria.
- 14.2.- **CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE EMERGENCIA.**
- 14.2.1.- Desde el punto de vista de las necesidades de continuidad de servicio para asegurar el normal desarrollo de los procesos o actividades ligados al funcionamiento de sistemas de emergencia, éstos se clasificarán como sigue:
- Grupo 0. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que, por la naturaleza de su finalidad no toleran interrupciones en su alimentación.
- Grupo 1. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que no toleran interrupciones superiores a 0,20 segundos y variaciones de frecuencia no mayores a $\pm 0,5\%$.
- Grupo 2. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que no toleran interrupciones superiores a 15 segundos.
- Grupo 3. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que toleran interrupciones superiores a las indicadas pero en ningún caso superiores a 15 minutos.
- 14.3.- **Alimentación de sistemas de emergencia**
- 14.3.1.- La alimentación de sistemas de emergencia deberá hacerse en cada caso, mediante alguno de los métodos que se indican adelante, de modo de asegurar que la energía esté disponible en un tiempo no superior al previsto, de acuerdo a las condiciones indicadas en 14.2.1.
- 14.3.2.- En donde sea necesario se deberá usar más de una fuente para alimentar sistemas de emergencia independientes.
- 14.3.3.- Las fuentes de alimentación de los sistemas de emergencia deberán tener una capacidad y condiciones de funcionamiento adecuados para la operación de todos los equipos conectados a ellos.
- 14.3.4.- Las fuentes de alimentación aceptadas para alimentar sistemas de emergencia y las características generales que ellas deben cumplir son las siguientes:
- 14.3.4.1.- Baterías de acumuladores. Los acumuladores que se utilicen para alimentar sistemas de emergencia deberán ser de tipo estacionario; no se permitirá el uso de baterías de vehículos.
- Los sistemas de emergencia alimentados por baterías podrán funcionar con una tensión de servicio distinta de la del sistema normal.

- Estando en funcionamiento la batería deberá tener una capacidad y características tales como para mantener una tensión no menor al 85% del valor nominal, durante un periodo no inferior a 90 minutos, alimentando toda la carga conectada a este sistema.
- Se preferirá el uso de baterías libres de mantenimiento; sin embargo, en donde se usen baterías plomo - ácido que requieran verificaciones periódicas del nivel del electrolito y en que se le deba agregar agua para mantener dicho nivel, éstas deberán tener vasos transparentes.
- Las baterías irán montadas sobre soportes y bajo ellas se colocarán bandejas que cumplan las siguientes condiciones:
- Los soportes podrán ser de madera tratada, de metal tratado o materiales tales como fibra de vidrio, de modo que sean resistentes a la corrosión provocada por acción del electrolito. En todo caso, las partes del soporte que estén en contacto directo con las baterías deberán ser de material no conductor.
- Las bandejas irán colocadas bajo las baterías y serán de madera tratada u otro material no conductor resistente a la acción corrosiva del ácido.
- Las baterías estarán ubicadas en un recinto adecuadamente ventilado, de modo de evitar la acumulación de una mezcla gaseosa explosiva.
- La instalación de baterías deberá contar con un equipo cargador.

14.3.4.2.- Grupos motor -generador

Los grupos motor - generador accionados por motores de combustión interna podrán utilizarse para alimentar sistemas de emergencia; aquellos grupos motor generador destinados a servir sistemas del grupo 1 y grupo 2 deberán contar con equipos de control, que aseguren la transferencia automática; los que alimentan sistemas del grupo 3 podrán ser de transferencia manual

- Estos grupos motor generador deberán contar con un depósito de combustible que permita su funcionamiento a plena carga durante 90 minutos por lo menos.
- Los equipos que utilicen baterías para su partida deberán tener un cargador automático.

14.3.4.3.- Empalmes separados

Para sistemas clasificados en el grupo 3 se aceptará como alimentación del sistema de emergencia un empalme distinto del principal, el cual deberá ser tomado desde un alimentador de la red de distribución distinto al del empalme principal.

14.3.4.4.- Unidades autoenergizadas

Para sistemas de alumbrado de emergencia se podrán utilizar unidades autoenergizadas las que consisten en una batería recargable, libre de mantenimiento, un cargador, una o más lámparas montadas en la unidad, terminales que permitan la conexión de lámparas remotas y un sistema de control que conecte automáticamente las lámparas cuando falle la energía normal.

La capacidad y características de la batería deberán ser tales como para mantener el 87,5% de su tensión nominal durante 90 minutos, a plena carga.

Las unidades deberán montarse fijas en su ubicación, no removibles sin uso de herramientas y podrán ser alimentadas desde los circuitos normales de alumbrado, a través de enchufes montados a una altura conveniente.

14.3.4.5.- Unidades de potencia sin interrupción (UPS).

Las UPS consistirán en un banco de baterías el cual, mediante un sistema convertidor, transformará la tensión continua de salida en una tensión alterna casi sinusoidal con los valores nominales de tensión y frecuencia del sistema normal.

14.3.4.6.- Las UPS alimentarán a los consumidores del Grupo 0 y deberán tener una autonomía suficiente como para permitir la entrada en funciones a plena carga de un sistema de alimentación de emergencia alternativo que sea capaz de entregar la potencia requerida a condiciones nominales por un lapso de tiempo ilimitado.**14.3.4.7.- Las UPS deberán cumplir las exigencias de norma en cuanto a los valores tolerables de generación de armónicas.****14.4.- Circuitos de emergencia****14.4.1.- En circuitos de alumbrado de emergencia no se podrán colocar enchufes ni conectar otro tipo de consumo distinto.****14.4.2.- El alumbrado de emergencia se proyectará de acuerdo a las exigencias establecidas en la sección 11.5.****14.4.3.- Los circuitos de alumbrado de emergencia podrán ser totalmente independientes de los circuitos normales e incluso permanecer apagados mientras no existan fallas, o bien podrán formar parte de los circuitos normales y operar en modo similar a los circuitos de fuerza de emergencia.****14.4.4.- Los circuitos de fuerza de emergencia formarán parte de los circuitos normales conectados a una barra Independiente del tablero respectivo, la cual se transferirá a la fuente de emergencia en caso de falla. Se exceptúa de esta condición a las instalaciones de emergencia cuya fuente de alimentación está dimensionada para suplir la carga total de la instalación.****14.4.5.- En donde existan circuitos independientes de alumbrado de emergencia, éstos se canalizarán independientes de los circuitos normales.****14.4.6.- Los interruptores y elementos de control y protección de los circuitos de emergencia serán accesibles sólo a personal calificado.****14.4.7.- En donde se proyecten luces de emergencia en el exterior se podrá comandar separadamente de las luces de emergencia interiores, individualmente o en grupos, mediante una fotocelda para evitar su funcionamiento durante el día.**

En este caso, estas luces deberán estar en circuitos separados de los de las luces de emergencia interior.

14.4.8.- Los edificios de altura de cinco o más pisos deberán contar con un circuito de emergencia, que operará con independencia de la red eléctrica general del inmueble, para uso exclusivo de bomberos, que se mantendrá permanentemente desenergizado y sólo podrá ser energizado por ellos.

Este circuito cumplirá además las siguientes condiciones:

14.4.8.1.- Su alimentación estará en el perímetro del edificio en un lugar fácilmente accesible y para su conexión se dejará habilitado un enchufe macho especial del modelo definido por el cuerpo de bomberos**14.4.8.2.- La capacidad mínima de este circuito será de 5 kW en disposición monofásica**

- 14.4.8.3.- La canalización se hará preferentemente embutida, utilizando ductos metálicos, los que deberán protegerse mediante un aislante térmico resistente a la llama directa
- 14.4.8.4.- Los conductores empleados serán aptos para una temperatura de servicio mínima de 250°C.
- 14.4.8.5.- Este circuito alimentará enchufes embutidos del tipo P17, configuración 2P+T de 16 A, 220 V, según norma CEEI 60309, con grado de protección IP 67, ubicados en cada piso, en el sector de la caja de escala
- 14.5.- **Sistemas de corte de puntas**
- 14.5.1.- Los sistemas de corte de puntas operarán de acuerdo a lo indicado en 14.0.5.
- 14.5.2.- Un sistema de corte de puntas de transición abierta deberá contar con un circuito de control que le permita entrar en funcionamiento sólo cuando los consumos servidos estén separados de su fuente de alimentación principal. Este circuito de control podrá ser manual o automático, pero en ambos casos deberá contar con los enclavamientos necesarios para evitar la interconexión de la fuente de autogeneración con la fuente principal.
- 14.5.3.- Un sistema de corte de puntas de transición cerrada se considerará como sistema de cogeneración y por lo tanto su equipamiento deberá cumplir las condiciones de aquellos, no importando lo corto que sea el período de permanencia en paralelo de la fuente principal y la fuente de autogeneración.
- 14.6.- **Sistemas de cogeneración**
- 14.6.1.- Un sistema de cogeneración está destinado a funcionar en paralelo con la red pública por períodos de tiempo prolongados o indefinidos; por ello debe contar en su implementación con todo el equipamiento y protecciones necesarias para un adecuado funcionamiento, tanto desde el punto de vista técnico como el de seguridad, sean éstos los del propio sistema de cogeneración como los de la red a la cual se va a conectar.
- 14.6.2.- Un sistema de cogeneración forma parte de la instalación de consumo respaldada por lo tanto, administrativamente debe ser incluido en la declaración de Anexo 1 como parte integrante de ésta y sus características de equipamiento y disposición de montaje deberán quedar registrados en los planos y memorias del proyecto correspondiente.
- Además, esta condición deberá ser comunicada expresamente a la Empresa Eléctrica de Distribución correspondiente, en esta comunicación se deberá dejar constancia de:
- 14.6.2.1.- Período de operación del sistema.
- 14.6.2.2.- Horario de conexión del sistema.
- 14.6.2.3.- Horario de operación del sistema.
- 14.6.2.4.- Tiempo máximo de permanencia en paralelo, en caso de sistemas de corte de puntas con transición cerrada.
- 14.6.3.- Para el control de sus parámetros de funcionamiento y de sincronización con la red, un sistema de cogeneración debe contar a lo menos con los siguientes equipos:
- Voltímetros que midan simultáneamente las tensiones de red y de fuente.

- Frecuencímetros que midan simultáneamente las frecuencias de red y de fuente.
 - Medidor del factor de potencia del consumo.
 - Sincronoscopio, para sistemas de puesta en paralelo manual se aceptará como alternativa el uso de luces de sincronización.
- 14.6.4.- Para la protección y el control de la puesta en paralelo o separación de la fuente y la red en forma manual o automática el sistema de cogeneración deberá contar con los siguientes equipos
- Contactores o interruptores de mando motorizado remoto.
 - Disyuntores de fuente y de red que permitan su desconexión por sobrecarga o cortocircuito.
 - Un relé de potencia inversa de alta sensibilidad para prevenir la energización de la red por la fuente de cogeneración cuando la red se desenergice por cualquier motivo programado o accidental.
 - Un relé de sincronismo que permita la puesta en paralelo automática cuando se alcance las condiciones de paralelismo.
 - Un control de repartición de cargas de accionamiento manual o automático.
- 14.6.5.- El relé de potencia inversa exigido en 14.6.4 deberá ser del tipo de regulación de potencia; no serán aceptables para estos fines los relés de potencia inversa de ventana porcentual. No obstante lo anterior se podrá instalar un relé de ventana porcentual, adicional al relé exigido, si esta condición es técnicamente recomendable.
- 14.6.6.- La sensibilidad de disparo del relé, medida en potencia, se fijará asumiendo que el relé operará contra una puesta a tierra de operación en la red de una resistencia de 150 Ohm.

15.- INSTALACIONES EN HOSPITALES

15.0.- CONCEPTOS GENERALES.

- 15.0.1.- Por tener relación exclusivamente con las disposiciones de esta sección, no fueron incluidos en la sección "Terminología", y se definen en este párrafo los siguientes términos:
- 15.0.1.1.- Área de operaciones. Es la zona del hospital en que se realizan las intervenciones quirúrgicas. Comprende el siguiente grupo de dependencias:
- 15.0.1.2.- Depósito de anestesia. Recintos en los que se almacenan los anestésicos y se guardan los equipos de anestesia.
- 15.0.1.3.- Pabellón de cirugía. Recintos en que se desarrollan las intervenciones quirúrgicas.
- 15.0.1.4.- Salas de esterilización menor. Recintos en los cuales se esterilizan los instrumentos que se utilizarán en la intervención quirúrgica.
- 15.0.1.5.- Salas de lavado preoperatorio. Recintos anexos al pabellón de cirugía en donde los médicos y sus asistentes se lavan para desinfectarse.

- 15.0.1.6.- Salas de parto. Recintos en los que ocurren los nacimientos.
- 15.0.1.7.- Salas de parto. Salas de preparación al parto.
- 15.0.1.8.- Salas de preparación. Salas en que los pacientes son preparados para una operación, por ejemplo se les administra anestésicos.
- 15.0.1.9.- Salas de recuperación. Recintos en que se mantienen bajo observación al paciente mientras se disipan los efectos de la anestesia.
- 15.0.1.10.- Salas de yesos. Dentro del alcance de esta norma son recintos en los cuales se aplica yeso al paciente, estando éste anestesiado.
- 15.0.1.11.- Servicio de urgencia. Recintos en que se realizan operaciones de cirugía menor, en las cuales puede ser necesario anestesiarse al paciente.
- 15.0.1.12.- Salas de exámenes intensivos. Salas en que con ayuda de equipos electromédicos, se registran funciones biológicas de los pacientes y se observan sus reacciones.
- 15.0.1.13.- Salas de hospitalización. Aquellas salas en las que permanecen los pacientes durante su estadía en un hospital o centro asistencial.
- 15.0.1.14.- Unidades de tratamiento intensivo. Recintos en que el paciente es tratado con equipos electromédicos, que desarrollan alguna función biológica complementaria.
- 15.0.1.15.- Zona peligrosa. Es la zona dentro de una sala de operaciones o recintos en que se utilicen anestésicos combustibles y en la que es probable encontrar una mezcla explosiva de aire u oxígeno con el anestésico.
- 15.1.- **Consumos conectados a los sistemas de emergencia.**
- 15.1.1.- Desde el punto de vista de la necesidad de continuidad de servicio para asegurar la supervivencia del enfermo y el eficiente funcionamiento del hospital, los consumos deberán considerarse dentro de los siguientes grupos de acuerdo a la clasificación dada en 14.2.
- 15.1.1.1.- Grupo 0. En este grupo se encuentran todos los equipos que estén cumpliendo una función biológica suplementaria vital para el enfermo y/o los registros y procesamiento de datos mediante computadoras, en los cuales una detención del proceso significa un peligro para la vida del paciente.
- 15.1.1.2.- Grupo 1. En este grupo se encuentran todos los equipos que estén cumpliendo una función biológica suplementaria vital para el enfermo y/o los registros y procesamiento de datos mediante computadoras, en los cuales una detención del proceso implica un alto riesgo para el éxito de la intervención quirúrgica, por ejemplo:
- Pabellones de cirugía cardiovascular
 - Pabellones de neurocirugía
 - Pabellones de cirugía de trasplante de órganos
 - Computadoras
- 15.1.1.3.- Grupo 2. Dentro de este grupo se encuentran los equipos cuya finalidad es asegurar la continuidad de la terapia, diagnóstico o control del enfermo, como asimismo proporcionar algunos servicios básicos para mantener en cierto grado de operatividad y eficiencia el funcionamiento del hospital, por ejemplo:
- Unidades coronarias
 - Salas de post operados

- Salas de tratamientos intensivos
 - Pabellones de cirugía general
 - Pabellones y salas de parto
 - Salas de prematuros
 - Unidades renales
 - Servicio de urgencia
 - Cámara de cultivo en laboratorios
 - Bomba de vacío central
 - Unidades de radiación nuclear
 - Luces de emergencia
 - Planta telefónica
 - Sistema buscapersonas
 - Radio comunicaciones
 - Sistema de llamado de enfermería
- 15.1.1.4.- Grupo 3. En este grupo se encuentran equipos y servicios imprescindibles para el funcionamiento del hospital, pero cuya actividad no afecta directamente al enfermo. Por ejemplo:
- Refrigeradores de banco de sangre y medicamentos
 - Esterilización rápida
 - Extracción de pabellones y salas de parto
 - Radioscopia
 - Ascensores
 - Bombas de impulsión de agua potable
 - Calderas de vapor de alta presión
- 15.1.2.- Dependiendo de la importancia del centro asistencial o el hospital considerado, será exigible la existencia de uno o más de estos sistemas de emergencia.
- 15.1.3.- Para hospitales y centros asistenciales de importancia (más de 150 camas) se aceptará la existencia de un doble alimentador en media tensión con un intercambiador automático, que impida la conexión de la instalación a ambos alimentadores simultáneamente, o bien, se aceptará conectar distintos transformadores o subestaciones a distintos alimentadores en media tensión, siempre que existan dispositivos de control que impidan la realimentación de la red de alta tensión por la puesta en paralelo de transformadores a través de su circuito secundario; sin embargo, esta solución deberá ser complementada por alguno de los sistemas indicados en 14.2, según corresponda.
- 15.1.4.- En todo caso y cualquiera sea el tamaño del hospital o centro asistencial, deberán contar a lo menos con sistemas de alumbrado de emergencia y seguridad.
- 15.2.- **Medidas de seguridad en recintos de uso médico**
- 15.2.1.- Además de la adopción de alguna de las medidas de protección prescritas en las secciones 9 y 10, deberán adoptarse las siguientes medidas específicas de acuerdo al tipo de recinto.
- 15.2.1.1.- Salas de hospitalización

Si no se emplean anestésicos combustibles, no se requieren medidas adicionales. En caso de emplearse dicho tipo de anestésicos, estas salas deberán cumplir las exigencias prescritas para las salas de operaciones.

15.2.1.2.- Salas de exámenes y cirugía menor

Si no se emplean anestésicos combustibles, no se requieren medidas adicionales. En caso de emplearse dicho tipo de anestésicos, estas salas deberán cumplir las exigencias prescritas para salas de operaciones

15.2.1.3.- Salas de preparación, salas de yesos y salas de parto

Todos los circuitos de este tipo de salas deberán ser protegidos mediante protecciones diferenciales y conexiones equipotenciales y, en caso de utilizar anestésicos combustibles, se deberán cumplir las exigencias prescritas para las salas de operación.

15.2.1.4.- Los circuitos de todos los recintos de uso médico definidos en 15.0.1, aparte de los ya citados, deberán ser protegidos mediante protecciones diferenciales y conexiones equipotenciales.

15.2.2.- Salas de operaciones

15.2.2.1.- En las salas de operaciones y recintos en que utilicen anestésicos combustibles, se considerará como una expuesta a peligro de explosión todo el volumen del recinto comprendido entre el piso y 1,20 m de altura. Ver hoja de norma N° 21.

15.2.2.2.- La alimentación de los equipos ubicados dentro de la zona peligrosa limitada en 15.2.2.1 se hará a través de transformadores de aislación que deberán cumplir las prescripciones del párrafo 9.2.6.1, excepto que su voltaje no podrá ser superior a 220 V ni su potencia superior a 5 KVA.

15.2.2.3.- Se deberá instalar por lo menos un transformador de aislación por cada sala de operaciones y sus correspondientes recintos anexos. Los transformadores se instalarán fuera de la sala de operaciones.

15.2.2.4.- Se aceptará que los transformadores de aislación de varias salas de operaciones se instalen en un único recinto destinado a este fin; en tal caso, las dimensiones de él deberán ser tal que se cumpla lo establecido en 5.3.4 de la norma NSEG 20 E.p. 78 y se deberán adoptar las medidas necesarias para asegurar su adecuada ventilación, cumpliendo lo establecido en 7.0.8 a 7.0.15 de la norma señalada.

15.2.2.5.- El circuito que alimenta el transformador de aislación de una sala de operaciones no deberá alimentar otros consumos. De igual forma el o los circuitos del secundario de este transformador no deberán alimentar consumos de otros recintos.

15.2.2.6.- Los interruptores que accionen equipos conectados a circuitos aislados de tierra deberán interrumpir todos los conductores de la alimentación.

15.2.2.7.- Además de las protecciones normales, los circuitos aislados de tierra estarán conectados a un dispositivo detector de fallas de aislación.

Este dispositivo estará compuesto por una unidad de detección y un panel de indicación; la unidad de detección se ubicará fuera de la sala de operaciones y el panel de indicación se ubicará fuera de la sala, preferentemente en la sala de enfermeras; en él existirá una luz verde que estará permanentemente encendida, estando el circuito conectado y en condiciones normales.

Si la corriente total de fuga a tierra, sea ésta resistiva, capacitiva o la suma de ambas, alcanza un valor de 2 mA al voltaje nominal, en el panel de señalización

se dejará oír una chicharra y se encenderá una luz roja. La corriente mínima de operación del dispositivo de señalización será de 1,7 mA. En el panel de señalización deberá existir una botonera de prueba que permita en cualquier momento comprobar el funcionamiento del dispositivo y una botonera que permita silenciar la alarma acústica, la cual en ningún momento podrá ser dejada fuera de servicio; la luz roja de indicación de falla deberá permanecer encendida mientras dure la falla.

El voltaje de prueba con que el detector funciona no debe ser superior a 24 V; la impedancia interna del detector no debe ser inferior a 100 KOhm, y la máxima corriente que circula a través del detector cuando exista una falla franca a tierra en algún conductor del circuito no debe ser superior a 1 mA.

15.2.2.8.- Los equipos de rayos X y los equipos cuya potencia unitaria sea superior a 5 KVA podrán conectarse a los circuitos de alimentación sin necesidad de transformadores de aislación, pudiendo incluso alimentarse con 380 V, siempre que cumplan algunas de las prescripciones siguientes :

- a) La construcción del equipo sea del tipo doble aislación.
- b) El equipo se conecte mediante un conductor de protección que cumpla lo prescrito en la sección 10 siempre que su voltaje de operación no sea superior a 220 V.
- c) El equipo opere a una tensión no superior a 24 V.
- d) El equipo sea protegido por un protector diferencial, de acuerdo a lo prescrito en 9.2.7.3, con una sensibilidad no superior a 30 mA. La resistencia de puesta a tierra no será superior a:

$$R = \frac{24}{I_s}$$

15.2.2.9.- Los enchufes o dispositivos de conexión de los equipos indicados en 15.2.2.8 a), b) y d), serán de un tipo tal que impidan su conexión a circuitos aislados, igualmente los enchufes de los equipos que deban conectarse a circuitos aislados impedirán la conexión a circuitos comunes.

15.2.2.10.- En caso de utilizar circuitos con tensión de seguridad, los dispositivos de conexión de los equipos y los enchufes de estos circuitos serán de un tipo tal que impidan la conexión en circuitos de tensiones superiores.

15.2.2.11.- Los enchufes que alimenten equipos dentro de una sala de operaciones se deberán instalar fuera de la zona peligrosa limitada en 15.2.2.1 y serán del tipo de seguridad.

15.2.2.12.- La conexión desde un enchufe al equipo respectivo se hará mediante cordones flexibles de tipo servicio pesado. Este cordón deberá tener la longitud adecuada a cada caso y deberá estar enrollado sobre un carrete de un diámetro no inferior a 10 cm y preferentemente de enrollado automático.

15.2.2.13.- El alumbrado general fijo, cuya altura de montaje no sea inferior a 2,4 m, podrá conectarse a circuitos no aislados, siempre que las lámparas tengan pantallas o difusores cerrados y los interruptores queden fuera de la zona peligrosa definida en 15.2.2.1.

15.2.2.14.- En caso de tener necesariamente que instalar un enchufe dentro de la zona peligrosa, éste y su canalización deberán cumplir con alguno de los métodos de seguridad para instalaciones en lugares peligrosos, definidos en 4.1.23.1 a

- 4.1.23.5 de esta Norma y aprobados para las condiciones ambientales en que van a funcionar.
- 15.2.3.- En todo recinto que se use para fines médicos, se deberán efectuar conexiones equipotenciales que cumplan las disposiciones de 9.2.6.4; a estas conexiones se conectarán todos los elementos metálicos, aunque no pertenezcan a la instalación eléctrica.
- 15.2.4.- El conductor con que se haga la conexión equipotencial será de cobre y de una sección mínima de 4 mm². Este conductor tendrá una sección mínima de 16 mm² si une dos o más salas en las cuales haya equipos de medida o de exámenes que operen en combinación.
- 15.2.5.- La conexión equipotencial se conectará a la tierra de protección del sistema.
- 15.2.6.- En una sala de operaciones, las conexiones equipotenciales llegarán a una barra de conexión que sea accesible en todo momento y que permita la desconexión individual de cada conductor equipotencial. A esta barra estarán conectados, siguiendo la trayectoria más corta posible, los siguientes elementos:
- 15.2.6.1.- El conductor de protección de los circuitos considerados en 15.2.2.8.
- 15.2.6.2.- El conductor de protección del sistema detector de fugas.
- 15.2.6.3.- Los conductores equipotenciales de todas las tuberías metálicas, como por ejemplo las de agua potable, aguas servidas, calefacción, gases, vacío, etc.
- 15.2.6.4.- Los conductores equipotenciales de elementos metálicos de gran superficie, por ejemplo: mesas de operación, lámparas de la mesa de operaciones, ducto de evacuación de gases, etc.
- 15.2.6.5.- Los conductores equipotenciales que conecten salas o grupos de salas en las que existan equipos de exámenes que operen en conjunto.
- 15.2.6.6.- Las pantallas contra radio interferencias.
- 15.2.6.7.- La malla de disipación del piso semiconductor, si éste existe.
- 15.2.6.8.- Dentro de lo posible, las estructuras de acero de refuerzo del edificio.
- 15.2.7.- Los pisos de los recintos comprendidos en el área de operaciones deberán ser de una calidad tal que su resistencia eléctrica no sea inferior a 50.000 Ohm ni superior a 1 Megohm.
- 15.2.8.- La resistencia se medirá según el método prescrito en el párrafo 9.0.6.4, debiendo efectuarse un mínimo de cinco medidas en el recinto considerado, ver Apéndice 5. El promedio de estas mediciones deberá estar comprendido entre los valores señalados en 15.2.7; sin embargo, ninguno de los valores medidos debe ser inferior a 10.000 Ohm ni superior a 5 Megohm.
- 15.2.9.- En caso de ser necesario, bajo el recubrimiento del piso se colocará una malla metálica de disipación, la que se conectará a la conexión equipotencial. La presencia de esta malla no alterará las exigencias fijadas a la resistencia eléctrica del piso.
- 15.2.10.- En la Hoja de Norma Nº 17 se muestran en forma esquemática las exigencias indicadas en los párrafos 15.2.2 a 15.2.9.
- 15.3.- **Canalizaciones.**
- 15.3.1.- En áreas no peligrosas

- 15.3.1.1.- En áreas no peligrosas, se empleará como sistema de canalización, cualquiera de los sistemas aprobados para condiciones similares en la sección 8.
- 15.3.1.2.- En todo caso, los conductores de circuitos aislados de tierra no deben compartir la misma canalización con conductores de circuitos comunes.
- 15.3.1.3.- En salas de operaciones y similares, fuera de la zona definida como peligrosa la canalización deberá hacerse en tuberías metálicas.
- 15.3.2.- En áreas peligrosas
 - 15.3.2.1.- Toda canalización eléctrica que deba entrar o atravesar la zona peligrosa de una sala de operaciones o similar, deberá cumplir con alguno de los métodos de seguridad para instalaciones en lugares peligrosos, definidos en 4.1.23.1 a 4.1.23.5 de esta Norma y ser aprobada para las condiciones ambientales en que van a funcionar.
 - 15.3.2.2.- En caso de utilizar el método de protección antideflagrante, ver 4.1.23.1, tanto a la entrada como a la salida de la zona peligrosa se deberán colocar sellos adecuados, que aislen dicha parte de la canalización del resto de la canalización.
 - 15.3.2.3.- Cualquier accesorio, caja o parte de la canalización que quede parcialmente dentro de la zona peligrosa se considerara como comprendido totalmente en ésta y deberá ser del tipo a prueba de explosión

Norma Técnica NTM 003

Establecida mediante Res. Ex. N° 8954, de fecha 5/12/2013

Resuelvo N° 1: Establécese la Norma Técnica 003 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo "Edificaciones estratégicas y de servicio comunitario", en adelante NTM 003, cuyo texto es el siguiente:

Requisitos: Edificaciones estratégicas y de servicio comunitario.

3.1 Terminología

3.1.1 Edificación estratégica: Es aquella edificación donde funcionan y operan instalaciones de utilidad pública necesarias en la recuperación de la normalidad posterior a un sismo o evento de gran magnitud, y que deben permanecer en funcionamiento durante y después de dicho evento. Para esta norma se consideran edificaciones estratégicas aquellas listadas en numeral 4.

3.1.2 Período de emergencia: Para los efectos de esta Norma Técnica el período de emergencia es igual a las 72 horas siguientes al término del evento que produjo la catástrofe.

3.1.3 Sismo de gran magnitud: Sismo excepcionalmente severo según demanda sísmica de la Normativa sísmica vigente y estructuras en categoría IV.

3.1.4 Autonomía de agua potable: Disponibilidad de un sistema que incluya estanques de acumulación para provisión de Agua Potable para consumo del establecimiento al 100% de su capacidad por 48 horas.

3.1.5 Autonomía energética total: Capacidad de dotar de energía para la normal operación del 100% de las instalaciones del edificio durante 72 horas, por medio de equipos de emergencia autónomos como grupos electrógenos, equipos eólicos, y otros que puedan existir. Además se debe contar con aprovisionamiento de combustible para operar los equipos en este período.

3.1.6 Autonomía energética parcial: Capacidad de dotar de la energía mínima necesaria a los equipos e instalaciones esenciales que permiten el funcionamiento de la edificación estratégica duran-

te 72 horas, por medio de equipos de emergencia autónomos como grupos electrógenos, equipos eólicos, y otros que puedan existir. Además, se debe contar con aprovisionamiento de combustible para operar los equipos en este período.

3.1.7 Sistema integral de protección contra incendios: Sistema de protección contra incendio tales como red seca, húmeda, extintores, rociadores o sprinklers y otros, en todos los niveles o pisos del edificio y con una cobertura total por planta.

3.1.8 Autoridad competente: Organismo o entidad que lleve a cabo la regulación, ordenación o control de las actividades, o cuya actuación afecte al acceso a una actividad o a su ejercicio, y, en particular, las autoridades administrativas estatales, regionales, comunales o locales.