



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES**

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y
MONITOREO BASADO EN HMI-PLC PARA EL SISTEMA
HIDRONEUMÁTICO DEL EDIFICIO TEATRO NACIONAL
SUCRE.**

AUTOR: MARTÍNEZ TOAPANTA NIXON PATRICIO

TUTOR: Ing. FLAVIO DAVID MORALES ARÉVALO. Mg

AÑO: 2018

DECLARACIÓN

Yo, Nixon Patricio Martínez Toapanta, estudiante de la carrera de ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, en la Universidad Tecnológica Israel, declaro que el contenido aquí descrito es de mi autoría y de mi absoluta responsabilidad legal.

Quito DM, febrero de 2018



Nixon Patricio Martínez Toapanta

C.I: 1204954547

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO BASADO EN HMI-PLC PARA EL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DEL EDIFICIO TEATRO NACIONAL SUCRE” presentado por el señor Nixon Patricio Martínez Toapanta, estudiante de la carrera de ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito DM, Febrero de 2018

TUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Flávio Morales Arévalo', is written over a horizontal line.

Ing. Flavio Morales. Arévalo. Mg

AGRADECIMIENTO

Muy agradecido con Dios, por hacer posible la consecución de todas las metas propuestas. A mi esposa, por su paciencia mostrada durante este tiempo, pues no debe ser fácil convivir con una persona que por cuestiones laborales y de estudios, pase poco tiempo en el hogar.

Me es grato agradecer también, al ingeniero Flavio Morales, quien me ha sabido guiar acertadamente en el desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA

El presente trabajo, resultado de años de esfuerzo y sacrificio está dedicado a mis muchachitos Isaac y Melissa, por su ternura, su alegría, que me llenan de ánimos y fuerzas para no decaer ante situaciones difíciles. A mi madrecita Laura M. Toapanta Recalde (+). A mis abuelos por su invaluable apoyo, por haberme enseñado desde niño a trabajar, a ganarme el sustento diario, en fin, muchos valores muy importantes, que hicieron de mí una persona con la capacidad de desenvolverme por sí solo en la vida.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE

RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	19
OBJETIVOS	20
OBJETIVO GENERAL	20
OBJETIVO ESPECÍFICOS	20
DESCRIPCIÓN DE LOS CAPÍTULOS	21
1. CAPÍTULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	23
1.1.GENERALIDADES DE UN PROCESO AUTOMATIZADO	25
1.2.DEFINICIÓN DE UN HMI (INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA)	27
1.2.1. FUNCIONES BÁSICAS DE UNA PANTALLA HMI.....	27
1.2.2. TIPOS DE PANTALLAS HMI.....	28
1.2.3. ESTRUCTURA GENERAL DE UNA PANTALLA HMI	29
1.3.CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)	31
1.3.1. DEFINICIÓN DE UN PLC	31
1.3.2. PARTES DE UN PLC	32
1.3.3. ESTRUCTURA DE UN PLC.....	33
1.3.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC	34
1.3.5. TIPOS DE PLC	34
1.3.6. INTERFAZ DE COMUNICACIÓN DE LOS PLC	37
1.3.7. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL	38
1.3.8. ESTRUCTURA DE UNA RED DE COMUNICACIONES INDUSTRIAL	40
1.3.9. NORMAS DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES	42
1.3.10. REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PROFINET	43

1.3.11. TIPOS DE REDES PROFINET	43
1.3.12. ARQUITECTURA DE UNA RED PROFINET	44
1.4.LOS SISTEMAS SCADA	45
1.4.1. DEFINICIÓN DE APLICACIÓN SCADA	46
1.4.2. COMPONENTES DE UNA APLICACIÓN SCADA	47
1.4.3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS EN UNA APLICACIÓN SCADA..	48
1.5.SENSORES.....	50
1.5.1. INTRODUCCIÓN A LOS SENSORES	50
1.5.2. SENSORES MAS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA.....	51
1.5.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES	52
1.5.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SENSORES	52
1.5.5. LOS SENSORES DE PRESIÓN.....	53
1.5.6. TIPOS DE SENSORES DE PRESIÓN	53
1.5.7. FORMAS DE MEDIR LA PRESIÓN EN LA INDUSTRIA	54
1.5.8. SENSORES DE NIVEL DE LIQUIDOS	54
1.6. ELEMENTOS DE MANDO E INDICADORES	55
1.6.1. CONMUTADOR SELECTOR DE TRES POSICIONES	55
1.6.2. INDICADOR DE LUZ PILOTO.....	55
1.6.3. PULSADOR INDUSTRIAL	51
1.7.ELEMENTOS DE MANIOBRA	56
1.7.1. EL CONTACTOR.....	56
1.7.2. CONFIGURACIONES DE ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS	57
2. CAPÍTULO II. PROPUESTA.....	61
2.1. ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO.....	62
2.2.DISEÑO DE LA TARJETA INTERFAZ DE SENSORES	62
2.2.1. MICROCONTROLADOR PIC16F628A.....	63
2.2.2. RELÉ DE BOBINA DE 24 VOLTIOS DC.....	64
2.2.3. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CONFIGURACIÓN DEL PIC	64
2.2.4. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA TARJETA ELECTRÓNICA DE LOS SENSORES.....	65
2.2.5. DISEÑO DE LA TARJETA PCB	66

2.2.6. SOFTWARE MICROCODE STUDIO	68
2.2.7. SOFTWARE COMPILADOR DEL MICROCONTROLADOR PICKit.....	69
2.3.DIAGRAMA DE BLOQUES EN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL	69
2.4.INTERFAZ HMI.....	70
2.4.1. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN (TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION) TIA PORTAL.....	72
2.5.CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE LOGO 8	73
2.5.1. ESTRUCTURA DEL PLC	74
2.5.2. SERVIDOR WEB DEL PLC	75
2.5.3. COMUNICACIÓN DEL PLC.....	75
2.5.4. INTERFAZ ETHERNET	75
2.5.5. SOFTWARE LOGOSOFT COMFORT	76
2.6.ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA SCADA A IMPLEMENTAR.....	77
2.6.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL SISTEMA SCADA	78
2.6.2. SOFTWARE DE DESARROLLO IGNITION	79
2.6.3. FUNCIONES PRINCIPALES DEL SISTEMA SCADA	80
2.6.4. COMUNICACIÓN DEL SISTEMA SCADA IGNITION	81
2.6.5. TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL SISTEMA SCADA.....	82
2.7. ESPECIFICACIONES DE LOS SENSORES DE PRESIÓN	83
2.8.SENSOR ANALÓGICO DE NIVEL DE LIQUIDOS	84
2.9.FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONMUTADA	85
2.10. ROUTER GIGABIT ETHERNET	86
2.11. CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL MONITOREO	87
2.11.1. FUNCIONES DE MONITOREO EN LA PANTALLA HMI.....	87
2.11.2. FUNCIONES DE CONTROL.....	87
2.11.3. FUNCIONES DE MONITOREO A TRAVÉS DEL SISTEMA SCADA....	88
3.CAPÍTULO III. IMPLEMENTACIÓN	89
3.1.DISEÑO DEL PLANO DE LAS INSTALACIONES	89
3.2.IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL	90
3.2.1. ASIGNACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC	91
3.2.2. PARÁMETROS DE COMUNICACIÓN PARA EL PLC.....	91
3.2.3. CONFIGURACIÓN MANUAL DE DIRECCIÓN IP EN EL PLC	92
3.2.4. CONFIGURACIÓN DE COMUNICACIÓN DEL PLC-PC.....	93
3.2.5. CONFIGURACIÓN DE COMUNICACIÓN DEL PLC-HMI	94

3.2.6. PROCEDIMIENTO DE PROGRAMACIÓN DEL PLC.....	96
3.2.7. DEFINICIÓN DE VARIABLES DE ENTRADAS Y SALIDA	98
3.2.8. CONFIGURACIÓN DE BLOQUES DE MEMORIAS VARIABLES	100
3.2.9. PARÁMETROS DE COMUNICACIÓN DEL PLC	101
3.2.10. CARGAR PROGRAMA EN LA MEMORIA DEL PLC.....	101
3.3.ELABORACIÓN DE LA TARJETA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIÓN CON LOS SENSORES	102
3.3.1. FABRICACIÓN DE LA TARJETA ELECTRÓNICA	103
3.3.2. PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADOR PIC16F628A.....	104
3.4.PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA HMI.....	107
3.4.1. COMUNICACIÓN ENTRE HMI-COMPUTADOR	107
3.4.2. COMUNICACIÓN ENTRE HMI-PLC	108
3.4.3. GESTIÓN DE USUARIOS.....	109
3.4.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES	110
3.4.5. DISEÑO DE LAS INTERFAZ GRÁFICA.....	110
3.4.6. VISUALIZACIÓN DE INTERFAZ LOGIN DE USUARIOEN EL HMI..	113
3.5.DISEÑO DEL SISTEMA SCADA.....	116
3.5.1. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE IGNITION.....	116
3.5.2. CARACTERÍSTICAS	116
3.5.3. ARQUITECTURA DE PROGRAMACIÓN UTILIZADA.....	116
3.5.4. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE	117
3.5.5. LOGIN DE ACCESO AL SOFTWARE IGNITION.....	118
3.5.6. CONFIGURACIÓN DE LA COMUNICACIÓN	118
3.5.7. DISEÑO DE LA INTERFAZ DEL SISTEMA SCADA	123
3.5.8. CONFIGURACIÓN DE LOS TAGS DEL SISTEMA SCADA	127
3.5.9. DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	128
3.6.INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL SITIO.....	131
3.6.1. INSTALACIÓN DE LOS SENSORES DE NIVEL EN LA CISTERNA...	131
3.6.2. INSTALACIÓN DE LOS SENSORES DE PRESIÓN	132
3.6.3. INSTALACIÓN DEL TABLERO DE MONITOREO	133
3.7.PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MONITOREO	135
3.7.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA PANTALLA HMI.....	136
3.7.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA SCADA	138
3.8.PRESUPUESTO	142

CONCLUSIONES	143
RECOMENDACIONES	144
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145
ANEXOS	147

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1. AUTOMATIZACIÓN SISTEMA HIDRONEUMÁTICOS	24
FIGURA 1.2. DIAGRAMA DE AUTOMATIZACIÓN DE UN PROCESO EN LA INDUSTRIA.....	26
FIGURA 1.3. FUNCIONAMIENTO ESTRUCTURADO DE UN SOFTWARE HMI. ...	30
FIGURA 1.4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	32
FIGURA 1.5 COMPONENTES INTERNOS DE UN PLC	33
FIGURA 1.6. DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN PLC.	34
FIGURA 1.7. EJEMPLO DE PLC COMPACTO.....	35
FIGURA 1.8. EJEMPLO DE PLC MODULAR.....	35
FIGURA 1.9. EJEMPLO DE PLC MODULAR.....	36
FIGURA 1.10. EJEMPLO DE OPLC	37
FIGURA 1.11. INTERFAZ DE COMUNICACIÓN PROFINET	37
FIGURA 1.12. PROTOCOLOS USADOS EN APLICACIONES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL	38
FIGURA 1.13 PIRÁMIDE DE COMUNICACIONES SIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING).	39
FIGURA 1.14. PROCESO DE CONTROL CENTRALIZADO.	41
FIGURA 1.15. PROCESO DE CONTROL DISTRIBUIDO	41
FIGURA 1.16. CARACTERÍSTICAS DE UNA RED PROFINET	44
FIGURA 1.17 CAPAS DEL ESTÁNDAR PROFINET	46
FIGURA 1.18. ESQUEMA GENERAL SISTEMA SCADA.....	46
FIGURA 1.19. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UN SCADA	48

FIGURA 1.20. COMPONENTES DE UN SENSOR.	51
FIGURA 1.21. TIPOS DE SENSORES INDUSTRIALES	51
FIGURA 1.22 SEÑAL DE SALIDA SENSORES ANALÓGICOS Y DIGITALES.....	52
FIGURA 1.23. ESQUEMA GENERAL DE UN SENSOR DE PRESIÓN DE DOS PLACAS.....	53
FIGURA 1.24 SENSOR FLOTADOR PARA MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA EN CISTERNA	54
FIGURA 1.25. SELECTOR DE MANDO TIPO PALANCA	55
FIGURA 1.26 LUZ PILOTO 110 VOLTIOS.	56
FIGURA 1.27 PULSADOR DE CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO	56
FIGURA 1.28. CONTACTOR DE BOBINA ELECTROMAGNÉTICA	57
FIGURA 1.29. ARRANQUE CONFIGURACIÓN ESTRELLA	58
FIGURA 1.30. ARRANQUE CONFIGURACIÓN TRIÁNGULO.....	58
FIGURA 1.31. DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE ARRANQUE ESTRELLA- TRIÁNGULO	59
FIGURA 1.32. CURVA DE FUNCIONAMIENTO ARRANQUE ESTRELLA- TRIÁNGULO.	60
FIGURA 2.1. DIAGRAMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL TABLERO DE CONTROL Y MONITOREO	62
FIGURA 2.2. ASIGNACIÓN DE LOS TERMINALES DEL MICROCONTROLADOR PIC16F628A.....	63
FIGURA 2.3. RELÉ DE 24 VOLTIOS DC	64
FIGURA 2.4. RELÉ DE 5 VOLTIOS DC	64
FIGURA 2.5. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN PROCESO	65

FIGURA 2.6 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA TARJETA ELECTRÓNICA DE CONEXIÓN DE LOS SENSORES	66
FIGURA 2.7. DISEÑO DE LA TARJETA PCB PERFORADA	68
FIGURA 2.8. VISTA GENERAL SOFTWARE MICROCODE STUDIO.....	68
FIGURA 2.9. VISTA GENERAL SOFTWARE PICKIT 2 V2.60.00.....	69
FIGURA 2.10. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA AUTOMATIZADO	70
FIGURA 2.11. HMI KTP 400 BASIC	71
FIGURA 2.12. VISTA POSTERIOR HMI KTP 400 BASIC.....	72
FIGURA 2.13. VISTA PRINCIPAL SOFTWARE TIA PORTAL V13	72
FIGURA 2.14. VISTA FRONTAL PLC LOGO 8, FIRMWARE VERSIÓN 08.01	76
FIGURA 2.15 VISTA DE INTERFAZ PRINCIPAL SOFTWARE LOGOSOFT COMFORT	77
FIGURA 2.16. VISTA DE INTERFAZ PRINCIPAL SOFTWARE SCADA IGNITION	80
FIGURA 2.17 COMUNICACIÓN SISTEMA SCADA	82
FIGURA 2.18. VELOCIDAD TÍPICA PROFINET	83
FIGURA 2.19. SENSOR ANALÓGICO DE PRESIÓN	84
FIGURA 2.20. SENSOR FLOTADOR TIPO BOYA, PARA MEDICIÓN DE LÍQUIDOS	84
FIGURA 2.21. FUENTE DE ALIMENTACIÓN 24 VOLTIOS DC	85
FIGURA 2.22. ROUTER DIR-610N+	86
FIGURA 3.1. PLANO DE LAS INSTALACIONES DEL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO EN EL EDIFICIO	89
FIGURA 3.2. ELABORACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL	90

FIGURA 3.3. ASIGNACIÓN MANUAL DE DIRECCIÓN DE IP EN EL PLC	92
FIGURA 3.4. SELECCIÓN INTERFAZ DE COMUNICACIÓN	93
FIGURA 3.5. SELECCIÓN DE LA COMUNICACIÓN DEL PLC CON LA PC DE PROGRAMACIÓN	93
FIGURA 3.6. PRUEBA DE COMUNICACIÓN ENTRE PLC-PC	94
FIGURA 3.7. AGREGAR DISPOSITIVO LOGO8	95
FIGURA 3.8. CONEXIÓN ENTRE PLC LOGO Y HMI	95
FIGURA 3.9. SELECCIÓN DE MODO DE PROGRAMACIÓN DEL PLC	97
FIGURA 3.10. INSTRUCCIONES DE PROGRAMACIÓN EN LA MEMORIA DEL PLC	98
FIGURA 3.11. CONFIGURACIÓN DE VARIABLES DE E/S EN EL PLC	98
FIGURA 3.12. DEFINICIÓN DE BLOQUES DEL PROGRAMA QUE EJECUTA EL PLC	100
FIGURA 3.13. DEFINICIÓN DE DIRECCIÓN IP DEL PLC	101
FIGURA 3.15. CARGAR PROGRAMACIÓN EN EL PLC	101
FIGURA 3.16. ESQUEMA DEL DISEÑO ELECTRÓNICO DE LA TARJETA	102
FIGURA 3.17. CIRCUITO EN PAPEL TERMOTRANSFERIBLE DE LA TARJETA ELECTRÓNICA	103
FIGURA 3.18. PERFORACIÓN DE LA TARJETA ELECTRÓNICA COLOCACIÓN DE ELEMENTOS	104
FIGURA 3.19. SELECCIÓN DE HMI KTP400 BASIC EN TIA PORTAL	107
FIGURA 3.20. SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS TIA PORTAL	108
FIGURA 3.21. ESTABLECIENDO COMUNICACIÓN ENTRE LA PANTALLA HMI Y LA PC	109
FIGURA 3.22. GESTIÓN DE NUEVOS USUARIOS EN LA PANTALLA HMI	109

FIGURA 3.23. DEFINICIÓN DE VARIABLES DE MONITOREO EN LA HMI	110
FIGURA 3.24. DISEÑO DE LA INTERFAZ PRINCIPAL DE LA PANTALLA	111
FIGURA 3.25. PROGRAMACIÓN DE GRÁFICOS MEDIANTE EL SOFTWARE TIA PORTAL.....	112
FIGURA 3.26. PROGRAMACIÓN DE LOS CURVAS DE TENDENCIAS DE LOS EQUIPOS	112
FIGURA 3.27. ACCESO AL SISTEMA MEDIANTE LOGIN DE USUARIO	113
FIGURA 3.28. VISUALIZACIÓN DE LA PORTADA DE LA PANTALLA HMI.....	114
FIGURA 3.29. VISUALIZACIÓN GRÁFICA DEL PROCESO EN LA HMI	115
FIGURA 3.30. VISUALIZACIÓN DE ALARMAS EN LA PANTALLA HMI	115
FIGURA 3.31. ARQUITECTURA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SCADA	117
FIGURA 3.32. COMPONENTES PARA LA INSTALACIÓN DEL SOFTWARE IGNITION	117
FIGURA 3.33. LOGIN DE ACCESO A LA INTERFAZ DE ADMINISTRACIÓN	118
FIGURA 3.34. AGREGAR SERVIDOR OPC	119
FIGURA 3.35. VALIDACIÓN DE SERVIDOR OPC	119
FIGURA 3.36. PROCESO PARA AGREGAR DRIVER DE PLC	120
FIGURA 3.37. PROCESO PARA AGREGAR NUEVOS DISPOSITIVOS	121
FIGURA 3.38. TABLA DE DISPOSITIVOS REGISTRADOS	121
FIGURA 3.39. INTERFAZ PRINCIPAL DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS	122
FIGURA 3.40. INTERFAZ PRINCIPAL DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS	123
FIGURA 3.41. LOGIN DE ACCESO AL SISTEMA IGNITION SCADA	123
FIGURA 3.42. VENTANA DE CREACIÓN DE NUEVO PROYECTO SCADA	124
FIGURA 3.43. VENTANA DE CREACIÓN DE GRÁFICOS	125

FIGURA 3.44. VENTANA DE REGISTRO MANUAL DE TAGS.....	125
FIGURA 3.45. ASOCIACIÓN DE TAGS.....	126
FIGURA 3.46. VISUALIZACIÓN DE LA INTERFAZ PRINCIPAL DE MONITOREO A TRAVÉS DEL SCADA	127
FIGURA 3.47. CONFIGURACIÓN DE VARIABLES EN EL SISTEMA SCADA	128
FIGURA 3.48. VISUALIZACIÓN DE ALARMAS	130
FIGURA 3.49. CABLEADO E INSTALACIÓN PARA SENSORES	131
FIGURA 3.50. UBICACIÓN DE CISTERNA Y COLOCACIÓN DE SENSORES DENTRO DE LA CISTERNA	132
FIGURA 3.51 MONTAJE SENSORES DE PRESIÓN EN CUARTO DE BOMBAS ..	132
FIGURA 3.52 ENTUBADO Y CABLEADO PARA SENSORES DE PRESIÓN	133
FIGURA 3.53 INSTALACIÓN DEL TABLERO DE MONITOREO EN EL CUARTO DE BOMBAS DEL EDIFICIO	134
FIGURA 3.54. EQUIPOS INSTALADOS DENTRO DEL CUARTO DE BOMBAS DEL EDIFICIO	135
FIGURA 3.55. INICIANDO EL SISTEMA DE MONITOREO EN LA PANTALLA HMI	136
FIGURA 3.56. PRUEBA DE LA PANTALLA HMI VISUALIZACIÓN DEL PROCESO EN ESTADO OFF	137
FIGURA 3.57 PRUEBA DE LA PANTALLA HMI VISUALIZACIÓN DEL PROCESO EN ESTADO ON.....	137
FIGURA 3.58. VISUALIZACIÓN DEL PROCESO EN ESTADO DE LLENADO COMPLETO DE LOS TANQUES	138
FIGURA 3.59. VISUALIZACIÓN LOS SERVICIOS DE INICIADOS EN EL SERVIDOR WEB	139

FIGURA 3.60. PRUEBA DEL SISTEMA SCADA VISUALIZACIÓN DEL PROCESO EN EL SISTEMA EN ESTADO APAGADO	130
FIGURA 3.61. PRUEBA DEL SISTEMA SCADA VISUALIZACIÓN DEL PROCESO ENCENDIDO DE BOMBAS	140
FIGURA 3.62. PRUEBA DEL SISTEMA VISUALIZACIÓN DE ALARMAS A TRAVÉS DEL SISTEMA SCADA	141
FIGURA 3.63. PRUEBA DEL SISTEMA SCADA VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA CUANDO FALLA LA COMUNICACIÓN	141

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VELOCIDAD DE RESPUESTA EN LAS COMUNICACIONES	41
TABLA 2. MODELO OSI	44
TABLA 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS INTERFAZ HMI	70
TABLA 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SENSOR CS-PT100.....	81
TABLA 5. ASIGNACIÓN DE INTERFACES DEL PLC	88
TABLA 6. VARIABLES REGISTRADAS EN EL PLC	95
TABLA 7. DEFINICIÓN DE VARIABLES O TAGS DEL SISTEMA SCADA	122
TABLA 8. PRESUPUESTO REFERENCIAL	134

RESUMEN

El proyecto de implementación de un sistema para automatizar el monitoreo en el edificio Teatro Nacional Sucre, utilizando principalmente una pantalla HMI, un PLC, una aplicación Scada y una tarjeta electrónica de interfaz para los sensores, se desarrolló con la finalidad mantener una presión eficiente en las líneas de suministro de la edificación. De esta manera suplir la demanda de agua que se presenta especialmente cuando en la sala del teatro se desarrolla un evento escénico y se tiene gran concurrencia de público.

A través de este sistema se ha podido visualizar en la pantalla HMI, en la aplicación SCADA y en el display del propio PLC, el estado de funcionamiento de las instalaciones, la presión en las redes de agua potable, los niveles de almacenamiento de agua en la cisterna, el bloqueo de las bombas por exceso de corriente, ausencia de voltaje, registros de operación de los equipos.

Se consiguió que la presión de agua en las instalaciones del edificio sea constante y óptima, especialmente en las áreas de mayor altura donde por la fuerza de la gravedad la presión tiende a disminuir.

Los registros de funcionamiento del sistema que se obtuvieron, permiten planificar situaciones de mantenimiento preventivo en los equipos, consiguiendo así, parar innecesariamente su estado de operación.

Palabras claves: HMI, SCADA, HIDRONEUMÁTICO, PLC, SENSOR, BOMBA, PROFINET.

Abstract

The implementation project of a control and monitoring system based on HMI-PLC for the Hydropneumatic System of the Sucre National Theater building was developed with the purpose of automating and maintaining an efficient pressure in the supply lines of the installation. In this way, the demand for water that occurs especially when a theatrical event takes place in the theater hall and has great public attendance is met.

Through this system it was possible to visualize on the HMI screen, in the SCADA application and on the PLC's own display, the operating status of the facilities, pressure in drinking water networks, storage levels of the tanks, blocking of the pumps due to excess current, absence of voltage, operation records of the equipment.

It was achieved that the water pressure in the building facilities is constant and optimal, especially in the areas of higher height where by the force of gravity the pressure tends to decrease.

The historical records obtained through the remote monitoring systems, allow to plan situations of preventive maintenance in the equipment, in this way it has avoided unnecessarily stopping its operation status.

Keywords: HMI, SCADA, HYDROPNEUMATIC, PLC, SENSOR, PUMP, PROFINET.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Entre los años 2002 -2003 el Municipio de Quito a través de la Empresa del Centro Histórico realizó la restauración del edificio Teatro Nacional Sucre, después de haber estado varios años en abandono, como parte de este proceso de restauración integral se realizaron varias instalaciones y proyectos de ingeniería orientados a construir un edificio moderno con tecnología de vanguardia, con la finalidad de hacer más eficiente su uso, control y administración inteligente de los recursos.

Todas las tecnologías de automatización aplicadas en el edificio fueron integradas mediante una plataforma de software SCADA, permitiendo la administración eficiente y organizada en los sistemas de generación eléctrica, ventilación mecánica, climatización, hidroneumático, seguridad, control de accesos, detección de incendios, video vigilancia, entre otros.

Con el pasar de los años, la discontinuidad del software, la falta de mantenimiento de la plataforma Scada ha ocasionado que se vaya perdiendo y deteriorando las instalaciones automatizadas del edificio, ocasionando daños en las infraestructura, problemas de funcionamiento en equipos como motores eléctricos, sensores y equipos de comunicación.

En la actualidad el sistema hidroneumático del edificio Teatro Nacional Sucre no cuenta con un sistema electrónico de control y monitoreo que permita conocer los niveles de las reservas en las cisternas, niveles de presión de los tanques, líneas de acometida y distribución del servicio de agua potable, monitoreo del estado de operación de bombas, saber si se encuentran cebadas y disponen de alimentación eléctrica.

Anteriormente esto se lo realizaba a través de una plataforma Scada, debido a daños en esta plataforma, la tarea de supervisión del funcionamiento de este sistema la realizan el personal de área de mantenimiento acudiendo al área de máquinas y verificando el estado

de cada equipo o componente, en ocasiones el diagnóstico obtenido no es el acertado debido a la falta de herramientas, ocasionando desabastecimiento de agua en el edificio.

Con la implementación de este sistema de monitoreo para el sistema hidroneumático del edificio Teatro Nacional Sucre y la información obtenida a través del HMI y sistema Scada se pretende dar seguimiento a la operación de las instalaciones y equipos, información que permitirá establecer programas de mantenimiento más acertados para mejorar el desempeño y vida útil de los equipos, además mejorar la calidad de servicios que presta el Teatro Nacional Sucre a la comunidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el sistema hidroneumático del edificio Teatro Nacional Sucre, carece de un sistema automatizado que permita monitorear sus condiciones técnicas de operación, como son los niveles de las reservas en las cisternas, presiones de los tanques hidroneumáticos, líneas de acometida y distribución del servicio de agua potable, además validar el funcionamiento de las dos bombas como cebado y alimentación eléctrica. Anteriormente este sistema era monitoreado a través de una plataforma Scada, el mismo que con el pasar del tiempo, debido a la falta de mantenimiento y daños en su infraestructura, actualmente ya no existe, por lo que esta tarea de supervisión del funcionamiento de este sistema la realizan el personal de área de mantenimiento acudiendo al sitio y verificando el estado de cada componente, en ocasiones este diagnóstico no es el acertado debido a la falta de instrumentos de medición.

Esta situación ocasiona suspensiones o deficiencias en el servicio, debido a fallas en los equipos e instalaciones, lo cual es muy crítico, especialmente en ocasiones en las que se está desarrollado un evento escénico y se tiene gran cantidad de personas en el edificio, el mismo que tiene aproximadamente un aforo de 850 personas, que por un lapso de 3 a 4 horas de duración de una presentación escénica ocupan las instalaciones del teatro, poniendo en riesgo la salud e higiene del público asistente al no disponer del servicio básico.

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El edificio Teatro Nacional Sucre es un edificio ubicado en el casco colonial de la ciudad de Quito, es un ícono de la cultura y las artes escénicas, en él se llevan a cabo presentaciones artísticas con exponentes de renombre nacional e internacional.

La inmensa acogida que tienen las presentaciones artísticas que se desarrollan en el escenario del Teatro Nacional Sucre generalmente aglomera a un grupo de entre 600 a 700 personas en cada una de ellas todas las semanas, por lo que es indispensable contar con servicios básicos como el de agua potable en todos los sectores del edificio que satisfagan las necesidades del público asistente, este servicio debe cubrir la demanda que se presenta especialmente en las instalaciones de las baterías sanitarias.

Las presentaciones artísticas que se desarrollan en el escenario generalmente tienen momentos de descanso, que el público asistente lo utiliza para diversas actividades de distracción o también aprovechar para efectuar sus necesidades fisiológicas, por lo que durante esta fracción de hora se presenta una alta demanda de agua especialmente en las baterías sanitarias, llegando en ocasiones al punto de colapsar el abastecimiento en el edificio y no por falta del líquido en las cisternas o desabastecimiento de la empresa distribuidora, sino por la caída de presión que se da en las instalaciones debido a la alta demanda que se presenta en ese instante.

Para solventar este problema se ha propuesto al área de mantenimiento del edificio, monitorear las presiones en la red de agua potable, medir condiciones de funcionamiento de las bombas y equipos hidroneumáticos, en fin instalar un sistema automatizado que utiliza sensores, controlador PLC y monitoreo a través de una interfaz HMI y SCADA los cuales permitirán monitorear y registrar el funcionamiento de toda la instalación.

Con la información obtenida y que se visualiza por medio de la pantalla HMI y sistema SCADA se dará seguimiento a las instalaciones y equipos, información permitirá establecer parámetros óptimos de funcionamiento acordes con la demanda presente en diferentes momentos, además programar los mantenimientos de los equipos de una manera más acertada, orientada a prologar la vida útil y mejorar los servicios que presta el Teatro Nacional Sucre a la comunidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para el sistema Hidroneumático del edificio Teatro Nacional Sucre.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sistema de control y monitoreo para las instalaciones hidroneumáticas a través de la implementación de un Controlador Lógico Programable (PLC) Siemens, pantalla táctil HMI Siemens Simatic.
- Desarrollar la programación del PLC y panel táctil HMI para realizar las lecturas de las variables de nivel, presión y alarmas provenientes de las instalaciones y equipos del sistema hidroneumático, proyectar los valores medidos en la pantalla HMI, de igual manera la visualización de alarmas y registros de operación.
- Desarrollar una aplicación SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), es decir, Supervisión, Control y Adquisición de Datos para interactuar remotamente con la pantalla HMI gestionar el funcionamiento de las instalaciones.
- Mejorar las condiciones de los niveles de presión en el suministro de agua potable en el edificio, asimismo la vida útil de los equipos a través de mantenimientos programados de acuerdo al uso y recomendaciones de los fabricantes.
- Diseñar una tarjeta electrónica para la comunicación del PLC con los sensores y actuadores.
- Realizar las pruebas de funcionamiento del sistema de monitoreo implementado, validar y analizar los resultados obtenidos.

DESCRIPCIÓN DE LOS CAPÍTULOS

El presente proyecto tiene una parte introductoria, cuyos antecedentes describen el inicio y la naturaleza de la Institución, donde se ha implementado el proyecto, su tecnología utilizada en las instalaciones y equipos, y el estado actual de funcionamiento de estos. Asimismo se describe los problemas de que padece la edificación, entre los cuales se encuentra, el mal funcionamiento del sistema hidroneumático, la falta de abastecimiento de agua potable, especialmente durante el desarrollo de un evento artístico, con gran afluencia de público.

En el capítulo uno se describe la forma como ha evolucionado la tecnología en nuevas técnicas o procesos de automatización, las situaciones que han hecho que las personas adapten o mejoren cada proceso, a fin de obtener los mayores beneficios a través de la utilización adecuada de nuevas tecnologías.

En el capítulo dos se realiza una descripción de todos los recursos a utilizar en el proyecto, los equipos y accesorios que serán parte de este, se incluye especificaciones técnicas, comunicación entre equipos, la forma como serán conectados.

De igual manera en este capítulo, se presenta el desarrollo y diseño propiamente del sistema automatizado, los diagramas de bloques, software que se utilizará durante la programación del PLC, HMI, SCADA, diseño de la tarjeta que hace de interfaz y conectará los sensores instalados y actuadores que controlaran el encendido y apagado de los equipos a través del PLC, y todos los demás componentes a utilizar en el diseño del proyecto.

En el capítulo tres, se tiene todas las actividades relacionadas a la implementación del sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para el sistema Hidroneumático del edificio Teatro Nacional Sucre, los parámetros del diseño de la interfaz de los sensores y actuadores, programación del microcontrolador PIC16F628A, la programación de las instrucciones del PLC, comunicación entre el PLC y la pantalla HMI, diseño de la interfaz gráfica del HMI.

Además se establecerá el estándar de comunicación que utilizar los equipos como el PLC con el sistema SCADA y HMI, comprende también el diseño del sistema Scada a través del cual se podrá gestionar remotamente las instalaciones.

Asimismo, se tiene los resultados de las pruebas y ensayos realizados, revisión de los resultados acorde a los objetivos planteados, será posible identificar que los objetivos señalados se cumplieron en su totalidad, que el proyecto se implementó e integró a las instalaciones existentes y que contribuye en el funcionamiento adecuado del sistema.

CAPÍTULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Una de las particularidades en las personas es la capacidad de cambiar las cosas, mejorarlas y adaptarlas a sus necesidades a fin de obtener seguridad, automatizar procesos, logística y comunicaciones.

Actualmente existen gran cantidad de equipos y máquinas orientadas a la automatización de las industrias. Estas tecnologías también se desarrollaron para mejorar la calidad de vida de las personas por lo que se fue aplicando en la automatización de los edificios, en la actualidad la tendencia es dotar a las grandes edificaciones de tecnologías orientadas a la optimización de recursos energéticos, procesos de mantenimiento, provisión de servicios básicos como agua potable, electricidad, comunicaciones, control de ingreso de personas. (Rodríguez, 2016).

Inicialmente la automatización de los edificios se la realizaba a través de dispositivos electromecánicos lo cual demandaba de gran cantidad de instalación de cableado y esfuerzo por mantener operativa las instalaciones, con la llegada de los Controladores Lógicos Programables (PLC) los procesos de automatización se fueron ganando terreno al punto de que en la actualidad en muchos de estos procesos se ha logrado reemplazar la intervención del hombre. (Rodríguez, 2016).

La interfaz HMI (Interfaz Hombre Máquina) es un dispositivo electrónico o puede también estar constituido mediante un software que permite visualizar los datos y enviar señales de control sobre un proceso automatizado, podría decirse que es la mejor manera que tiene el hombre de relacionarse con las máquinas, cuando el proceso a automatizar demanda de mayores de recursos, la solución más apropiada a implementar es un sistema SCADA que es una solución que en ocasiones incluye interfaces HMI en sus procesos, estas fueron diseñadas para la automatización a gran escala de procesos centralizados complejos. (Rodríguez, 2016).

Existen paquetes de software que permiten desarrollar soluciones de interfaces HMI personalizadas a según las necesidades del usuario o del proceso a automatizar, soluciones como estas tienen la ventaja de disponer del código fuente del sistema en diferentes lenguajes de programación el cual permite al operador o usuario, realizar las actualizaciones o modificaciones que considere necesarias. (Indusoft, 2018).

Tanto las interfaces HMI como los sistemas SCADA disponen de protocolos de comunicaciones conocidos comúnmente como driver que permite comunicarse con gran cantidad de dispositivos de campo como sensores, actuadores o controladores, todos los equipos o dispositivos utilizados deben disponer de una comunicación que pueda ser interpretada por el HMI. (Rodríguez, 2016).

Desde hace mucho tiempo la automatización de edificios se ha venido desarrollando a gran escala, pues la necesidad de gestionar de manera automática sus funciones es una muestra del alto interés por su implementación, disponer de comunicaciones eficientes, instalaciones confortables, espacios flexibles capaces de adaptarse a múltiples escenarios, prolongar la vida útil de los edificios e instalaciones son las principales características de lo que hoy se conoce como un edificio inteligente. (Rodríguez, 2016).

En la actualidad en el edificio Teatro Nacional Sucre tiene la necesidad de automatizar el funcionamiento del sistema que abastece de agua potable, la propuesta es realizarlo a través de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC y una aplicación SCADA para el sistema Hidroneumático, toda la información recogida a través de este sistema automatizado permitirá determinar el estado de funcionamiento de las instalaciones y equipos, además permitirá realizar programaciones en los equipos a fin de determinar cronogramas de mantenimientos más acertados conforme a las horas de trabajo de cada uno de los equipos, encaminados a prolongar su vida útil. La figura No.1.1 es un ejemplo de la automatización básica de un sistema hidroneumático.

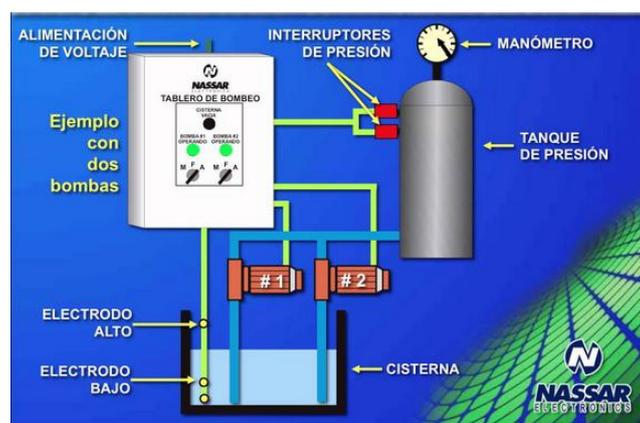


Figura 1.1. Automatización sistema hidroneumáticos

Fuente: Nassar Electronics, 2017

En la misma se puede apreciar que guarda mucha similitud con el sistema instalado en el Teatro Nacional Sucre, consta de dos bombas alimentadas por un sistema eléctrico trifásico a 220 voltios, son las llamadas a mantener la presión de agua de una manera constante en todo el edificio.

En la cisterna se encuentran sensores de nivel los cuales permitirán conocer el nivel de líquido, además de generar eventos de alarmas cuando las condiciones no sean las adecuadas, permitiendo el control total de la instalación. A través de estos sensores se establecerá el estado de arranque de las bombas permitiendo establecer un nivel de protección cuando el nivel de agua se encuentre fuera del margen seteado evitando de esta manera que el equipo se active innecesariamente.

1.1. GENERALIDADES DE UN PROCESO AUTOMATIZADO

Un sistema automatizado hace referencia a una gran diversidad de equipos, procesos o sistemas que funcionan con muy poca o ninguna intervención del hombre.

Un sistema automatizado se basa en la integración de grupos de sensores, contactores, interfaces de visualización, redes de comunicación industrial, adquisición de datos, acondicionamiento de señales. Juntos conforman un sistema enfocado a la supervisión del funcionamiento de determinado proceso o máquinas de manera directa. (Ponsa, 2015)

Los datos son adquiridos a través de los sensores o dispositivos de medición de acuerdo a la configuración realizada en el dispositivo central que los gestiona, esta información es procesada y conforme a los valores seteados, los resultados se expresan a través de las salidas del dispositivo de control central, a través de cuya salida es posible activar o desactivar motores, luces, bandas transportadoras, equipos hidráulicos, neumáticos, etc. (Ponsa, 2015)

Para la automatización de un proceso ya sea este industrial o de cualquier proceso productivo, se realiza en base cambios que se presentan en el exterior y estos pueden ser: medición de magnitudes físicas por medio de sensores, la evaluación y valoración del funcionamiento que lo realiza el software o instrucciones que ejecuta el dispositivo de

control y finalmente el control propiamente dicho el mismo que es llevado a cabo por los elementos de maniobra. (Nassar, 2017).

Las mediciones que se realizan por medio de los sensores, estos envían los datos medidos, indispensables para efectuar el control hacia el sistema que realiza el monitoreo.

Como parte del análisis que se realiza con los datos obtenidos a través de los sensores, el sistema automatizado debe tener la capacidad de por sí solo realizar operaciones de control, sin que sea necesaria la interacción del hombre.

Esta es una tecnología que ha venido desarrollándose a pasos agigantados a tal punto de que hoy en día existen aplicaciones para dispositivos móviles, dando la posibilidad de gestionar de manera remota toda instalación desde cualquier parte del mundo. Permitiendo al usuario el monitoreo en tiempo real, visualización de alarmas, gráficos de tendencias, históricos de funcionamiento, alarmas, manejo de equipos a través de elementos de entrada y salida. (Ponsa, 2015).

Los sistemas de monitoreo han venido evolucionando conforme la movilidad de las personas, pasando por interfaces HMI instaladas en el sitio. En la figura 1.2 tenemos un sistema diagrama generalizado de un proceso automatizado, realizado por medio de un sistema Scada, que se ejecuta en una computadora o por medio de un servidor web, una interfaz HMI, controladores lógicos programables (PLC), redes de comunicación industrial como Profibus, DeviceNet, Profinet, sensores, actuadores y buses de campo. (Ponsa, 2015).

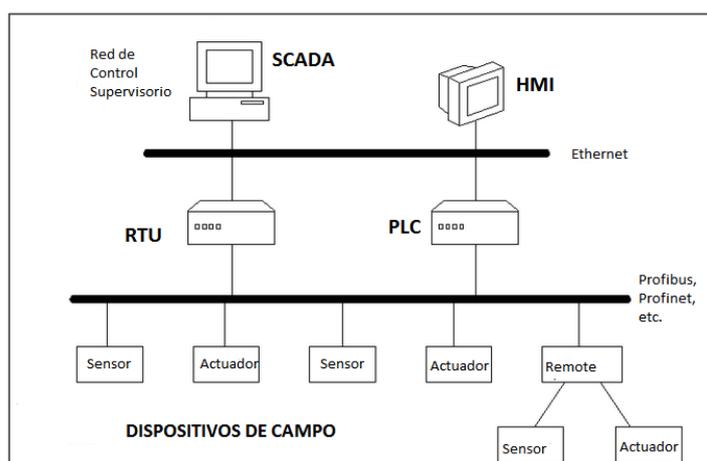


Figura 1.2. Diagrama y etapas de automatización de un proceso en la industria.

Fuente: Elaborado por el Autor.

1.2. DEFINICIÓN DE UN HMI (INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA)

Interfaz Hombre-Máquina por las siglas en inglés HMI (Human Machine Interface). Es un dispositivo electrónico que permite la interacción entre el hombre u operario y la maquina o proceso a controlar. También existen interfaces HMI basados en software instalado en una computadora al mismo que se le denomina software HMI. (Siemens, 2017).

Anteriormente para la construcción de estos sistemas se requería de una variedad de elementos como luces pilotos, display, indicadores analógicos o digitales para visualizar los datos y para el ingreso de comandos o instrucciones se utilizaban pulsadores, interruptores, temporizadores, selectores, entre otros. Como resultado se obtenía unos sistemas muy complejos constituidos de gran cantidad de elementos y cables de conexión que para situaciones de soporte o mantenimiento demandaba de muchos recursos. (Siemens, 2017).

Actualmente debido a que muchas máquinas y procesos industriales de manera general se encuentran constituidos por elementos electrónicos, como controladores lógicos programables (PLC) por sus siglas en inglés, microcontroladores y otros componentes, que permiten enviar señales a través de interfaces de comunicación a otros equipos, se ha conseguido desarrollar sistemas HMI muy eficaces y de alto nivel de desempeño, logrando que la automatización de una maquina o proceso se más efectiva, económica y que demande de un menor tiempo de implementación. (Siemens, 2017).

En general las pantallas HMI recogen la información que le entrega un PLC, microcontrolador, unidades remotas o módulos RTU, variadores de frecuencia y todo equipo que permita establecer comunicación con la pantalla HMI. (Siemens, 2017).

1.2.1. FUNCIONES BÁSICAS DE UNA PANTALLA HMI

- **Monitoreo.-** Es la aplicación que se usa con mayor frecuencia en una HMI, por la capacidad de despliegue de información directamente de la maquina o proceso automatizado en tiempo real. Bajo este esquema de trabajo se tiene la posibilidad de generar gráficos de tendencias respecto al desempeño del proceso, la visualización de alarmas, textos, gráficos e imágenes personalizadas con la temática

del proceso haciendo que la interpretación de los datos sea más amigable para el usuario. (Siemens, 2017).

- Supervisión. - Es una función de la HMI que en conjunto con la de monitoreo da la posibilidad de ingresar parámetros y condiciones de funcionamiento directamente en el proceso, sin que sea necesario realizar ajustes o conexiones nuevas. Para poder ingresar datos a través de la pantalla HMI, esta debe ser sensible al tacto, comúnmente conocidas como pantallas (Touch Screen), esta es una característica propia de estas pantallas, utilizadas en la automatización. (Siemens, 2017).
- Alarmas. - Permite realizar el reconocimiento de sucesos o eventos que se presentan dentro del proceso, se tiene la posibilidad de almacenar estos datos creando registros históricos que podrán ser utilizados para evaluar el comportamiento del sistema, además esta información puede ser muy relevante al momento de tomar decisiones y programar el mantenimiento de equipos. (Siemens, 2017).

Al momento que se origina un error, el operador fácilmente puede identificar el estado del proceso o máquina. Con tan sólo seleccionar el mensaje de la alarma es posible consultar información relacionada con el mal funcionamiento de una forma gradual por fechas. Es posible parametrizar de manera intuitiva las alarmas y los gráficos de tendencia de datos inherentes con la alarma, permitiendo dar solución a problemas simples, depurar errores o actualizaciones en los equipos que se encuentra en producción sin que exista la necesidad de apagarlos, reduciendo de manera significativa los tiempos de inactividad mejorando así la productividad del sistema. (Siemens, 2017).

- Control .- Ofrece la posibilidad de realizar operaciones de encendido y apagado de la planta o proceso directamente desde una ubicación remota sin que sea necesario acudir al sitio y manejar desde una pantalla táctil todo el sistema. Haciendo que el seguimiento y el control del funcionamiento sea muy flexible. (Siemens, 2017).

1.2.2. TIPOS DE PANTALLAS HMI

Generalmente se tiene dos tipos de interfaces HMI, un terminal de usuario con pantalla sensible al tacto y otra mediante software instalado en una computadora.

- Terminal de Usuario operador. - Se trata de un dispositivo electrónico desarrollado con características muy robustas que permite ser instalado en escenarios industriales de condiciones de operación extremas, para la personalización de la interfaz de usuario se requiere de un software como entorno de desarrollo. (Industry, 2017).
- Software HMI. - Software que se instala en un computador con gráficos personalizados que interactúan con el funcionamiento del proceso, hacer registro de datos en tiempo real, almacenar datos históricos, generación de alarmas, al igual que el sistema anterior también se requiere de un software el mismo que permite personalizar la interfaz de usuario. (Industry, 2017).

Para utilizar el software se requiere su licencia de uso, esta licencia va de acuerdo a que tan dimensionado está el proyecto, pueden ser adquiridas en partes, existen software que permite adquirir el componente de ejecución en una parte, que es la que básicamente le interesa al cliente, y la otra parte que comprende el paquete de desarrollo, que es adquirido mayoritariamente por las personas integradoras de soluciones de automatización. (Industry, 2017).

La siguiente licencia es la que a más del componente de ejecución incluye el paquete o entorno de desarrollo, siendo esta la más conveniente en caso de requerirse un cambio en la interfaz de usuario, es posible realizarlo sin que sea necesario contar con personal externo.

1.2.3. ESTRUCTURA GENERAL DE UNA PANTALLA HMI

Un software HMI está conformado por archivos del sistema y programas, estos programas pueden ser los que se utilizan durante el diseño con las herramientas de la personalización del sistema y otros que contiene la información nativa o kernel del sistema. En la figura 1.3 se puede identificar en bloques los principales de una interfaz HMI. (Industry, 2017).

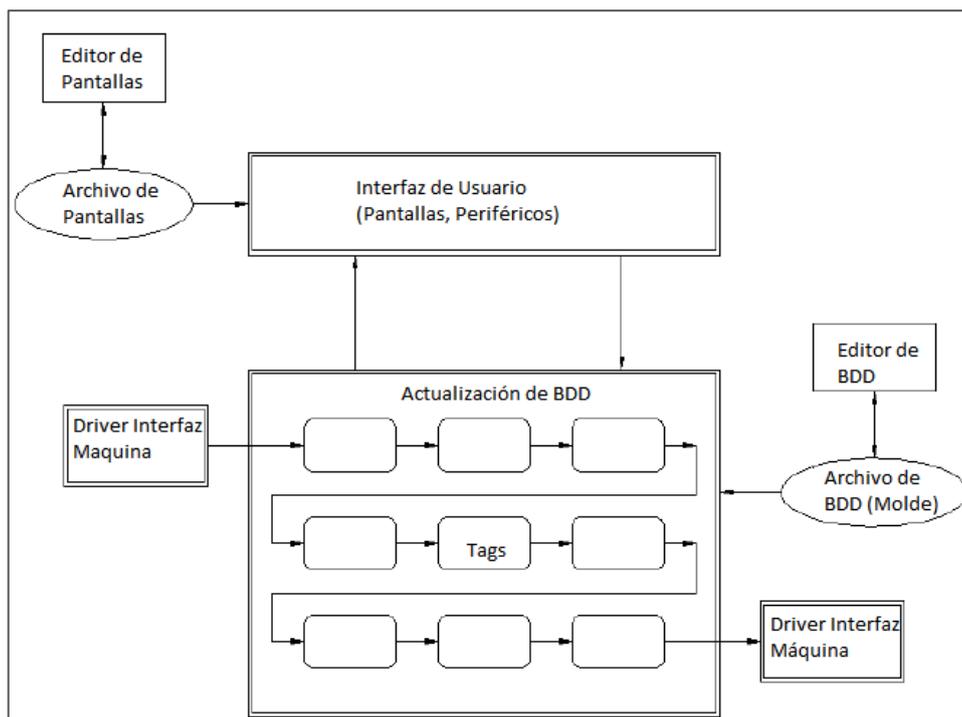


Figura 1.3. Funcionamiento estructurado de un software HMI.

Fuente: Elaborado por el Autor.

A través del editor de pantallas se personaliza la interfaz que finalmente interactúa con el usuario, esta información se guarda en el archivo que contiene todo el desarrollo de gráficos que permiten visualizar la información de los procesos. (Industry, 2017).

- **Interfaz de Usuario.-** Es la aplicación que permite visualizar los datos en la pantalla, y hace de intermediaria entre el operador y los datos adquiridos del proceso.
- **Base de datos.-** Es un espacio de memoria en el equipo que almacena los datos obtenidos del proceso, esta información es variable y se la puede relacionar en bloques, se la estructura mediante un editor.
- **Driver.-** Establece la conexión de los datos, con las señales provenientes del proceso automatizado, realiza el control de la comunicación entre el HMI y

los dispositivos instalados en el campo, constituyéndose en la interfaz mas próxima a las máquinas.

- Bloques.- La base de datos almacena la información en bloques, si se requiere modificar las características de los bloques se necesita el editor de base de datos, estos bloques reciben la información proveniente de los drivers y la procesan y envían hacia otros bloques. Entre las principales funciones de los bloques se tiene: Envío y Recepción de datos de otros bloques o driver, crear enlaces entre hacia la pantalla de usuario, procesamiento de datos y variables del sistema.

Durante el procesamiento de las señales, a los bloques se los puede representar como cadenas de información, tal como se observa en la figura 1.3, mostrada en la pagina anterior.

1.3. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

1.3.1. DEFINICIÓN DE PLC

Controlador Lógico Programable (PLC) sus siglas en inglés, es un dispositivo electrónico provisto de una memoria interna programable que almacena los programas que el usuario desarrolla, que están orientadas a automatizar el funcionamiento de maquinarias o procesos generalmente de ambientes industriales. (UNCOR, 2016).

Las tareas que ejecuta el PLC son en función de las señales que recibe a través de sus interfaces de entradas, a las que es posible conectar sensores analógicos o digitales, dichas señales eléctricas son procesadas de acuerdo al programa de control almacenado en la memoria interna y ejecutará acciones a través de sus puertos de salida donde podrá conectarse luces, reles, motores, válvulas, etc. (UNCOR, 2016).

Los PLC en su gran mayoría están provistos mínimo de un puerto de comunicación que maneja protocolos abiertos para enviar información a otros dispositivos como HMI, sistemas Scada u otros PLC, logrando tener mucha acogida y estar disponible para soluciones de automatización que van de uno hasta varias decenas de equipos. (UNCOR, 2016).

Los Controladores Lógicos Programables están en permanente desarrollo y cada vez se añaden nuevas funcionalidades a pesar de que en sus inicios fueron desarrollados para reemplazar enormes tableros de control, hoy en día estos equipos están diseñados para realizar tareas de procesamiento muy complejas, al punto de considerarlos como pequeños computadores industriales de alta confiabilidad y rendimiento, presentes en la mayoría de procesos de automatización o máquinas industriales (UNCOR, 2016).



Figura 1.4 Controlador Lógico Programable.

Fuente: (Siemens, 2017).

1.3.2. PARTES DE UN PLC

El PLC como todo dispositivo que procesa información tiene como elemento principal un microprocesador (CPU), Memorias ROM, RAM e interfaces de Entrada y Salidas.

La Unidad Central de Procesamiento (CPU) ejecuta el programa que el usuario guardó en la memoria del equipo, conforme a los datos obtenidos por las entradas y posteriormente activar las salidas. (UNCOR, 2016).

Todo PLC generalmente posee dos tipos de memorias la ROM de lectura únicamente y la RAM de lectura y escritura, la primera guarda los programas del sistema para su operación, la segunda almacena los datos que se obtienen a través de las interfaces de entrada y salida, variables internas y el programa desarrollado por el usuario o lógica de operación. (UNCOR, 2016).

Las interfaz de Entrada adquiere información procedente de sensores, pulsadores, detector de nivel, presostato, sensor de proximidad, etc. (UNCOR, 2016).

1.3.3. ESTRUCTURA INTERNA DE UN PLC

De manera general los PLC indistintamente del fabricante en su interior contienen elementos similares como CPU, unidades de entradas y salidas, fuente de alimentación, interfaces de comunicación, unidad de memoria. La figura 1.5 contiene los componentes básicos de un PLC, vemos que los mismos se conectan por medio de un bus interno de comunicación. (Control, 2017)

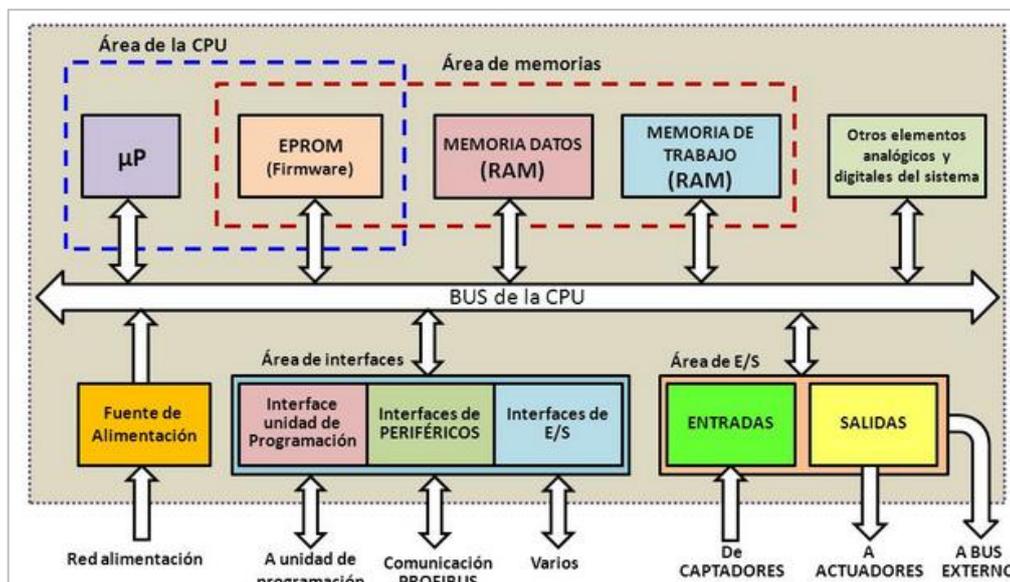


Figura 1.5 Estructura interna de un PLC (Controlador Lógico Programable).

Fuente: (Control, 2017).

La siguiente figura 1.6 muestra de manera resumida los bloques que generalmente se encuentran dentro de un PLC.

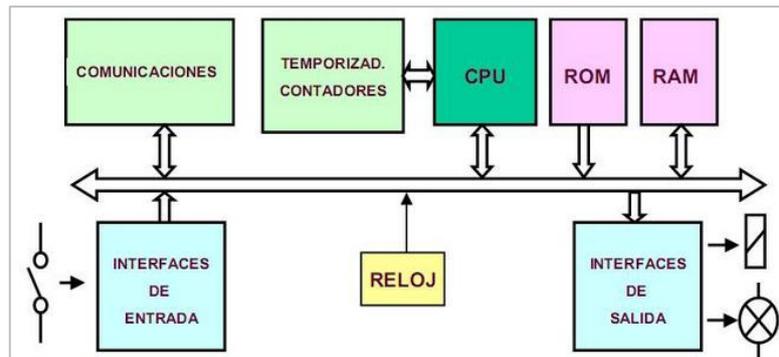


Figura 1.6. Diagrama de bloques de un PLC.

Fuente: (Siemens, 2017).

La interfaz de Salida general señales que permiten accionamiento de contactores, motores, electrovalvulas, luces pilotos, relés, etc.

1.3.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC

- Equipo compacto requiere de menor espacio.
- Cantidad reducida de cableado.
- Menor costos de mantenimiento.
- Costo reducido de operación.
- Configuración flexible y amigable.

1.3.5. TIPOS DE PLC

De acuerdo a sus características, memorias, números de estradas y salidas analógicas o digitales, presentación, capacidad, los PLC se han agrupado de la siguiente manera:

- PLC compactos.- son aquellos cuyos componentes como CPU, entradas y salidas estan ubicados formando un solo cuerpo compacto, también pueden estar provistos de interfaces de comunicación, son uy utilizados en procesos pequeños de automatización. En la figura 1.7 se observa un tipo de PLC compacto compuesto

basicamente por 8 entradas digitales de de 100 a 240voltios y 4 salidas digitales de relé con capacidad de manejar una carga de hasta 8 amperios.



Figura 1.7. Ejemplo de PLC compacto.

Fuente: (Schneider, 2018).

- PLC Modular.- Este es un equipo con mejores características que los compactos, generalmente sus componentes se encuentran separados para montaje en riel DIN, conectados con un bus interno de comunicación hacia la Unidad Central de Procesamiento, módulos, entradas y salidas analógicas, módulos adicionales de entradas y salidas digitales, módulos de memoria, etc. Estos equipos son utilizados en aplicaciones que requieren mayor capacidad de memoria de programa, mejores velocidades de respuesta para ejecutar varias tareas al mismo tiempo, aplicaciones donde que requieran de un número mayor de entradas y salidas, procesamiento y comunicación en tiempo real. En la figura 1.8 se tiene un ejemplo de un PLC compuesto de módulos que van montados sobre una riel DIN, provisto de módulos para la comunicación con interfaces ethernet, serial, fuente de alimentación eléctrica , módulos de entradas y componentes para salidas analógicas y digitales. (EXSOL, 2018).



Figura 1.8. Ejemplo de PLC modular.

Fuente: (EXSOL, 2018)

- PLC rackeables.- son muy similares a los PLC anteriores, solo que este esta provisto de un bus de comunicación lo realiza a través de ranuras propias que forman parte del rack, estos equipos tienen la ventaja de disponer de una mayor velocidad para comunicarse, y también un fácil intercambio de sus módulos. En la figura 1.9 se observa un PLC tipo rack cuya base esta provista de socket para la conexión de sus respectivos módulos. (EXSOL, 2018).

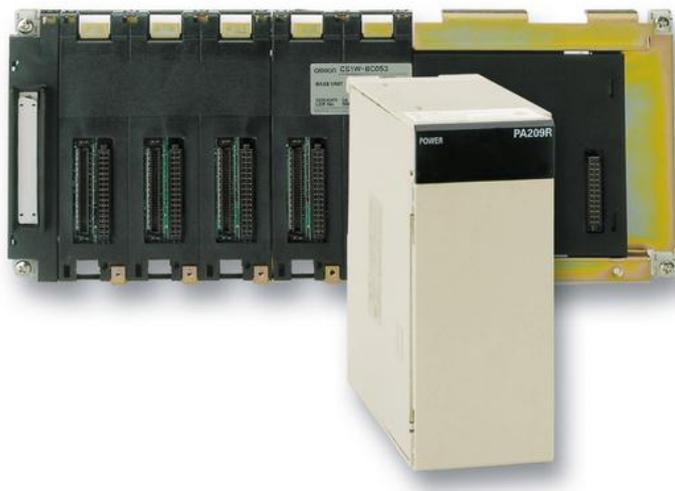


Figura 1.9. Ejemplo de PLC modular.

Fuente: (EXSOL, 2018).

- OPLC.- Es un PLC que tiene incorporado una interfaz HMI o también llamado panel de operador, de ahí su nombre, permite desarrollar proyectos de una mejor manera en vista de que la programación se la realiza a través de una solución de software, al ser dos equipos en uno el costo de implementación es menor, en la figura 1.10 se muestra un equipo con las características mencionadas. (Unitronics, 2018).



Figura 1.10. Ejemplo de OPLC.

Fuente: (Unitronics, 2018).

1.3.6. INTERFAZ DE COMUNICACIÓN DE LOS PLC

El PLC Logo! Esta provisto de una interfaz Profinet, utilizada para interactuar con otros dispositivos, a traves de esta vía es posible realizar la programación del equipo y la comunicación con otros sistemas. El terminal de conexión es un RJ-45 Ethernet con capacidad de Autocrossing a 10/100 Mbps, soporta hasta 16 conexiones, al ser una comunicación Ethernet la conexión es mas flexible y requiere de menor cableado ,en la Figura 1.5 el terminal identificado como X1 corresponde a la interfaz de comunicación Profinet. (Siemens, 2017).



Figura 1.11. Interfaz de Comunicación Profinet.

Fuente: Elaborado por el Autor.

1.3.7. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Actualmente en la industria existen diferentes estándares de comunicaciones que hacen posible la comunicación entre diversos equipos, sistemas, procesos o instalaciones, de muchas importancia para el desarrollo de los proyectos, cuando mas cerca estan se los procesos son mas estrictos. (Guerrero, 2016).

Podria definirse a la comunicación industrial aquella que hace posible la transmisión de datos desde un controlador hacia los otros dispositivos que son parte de un proceso automatizado (Guerrero, 2016).

Como consecuencia de la gran cantidad de estándares de comunicación de sistema de control industrial en su gran mayoría cerrados, En la Figura 1.12 se puede apreciar diferentes una infraestructura con diferentes conectada mediante diferentes protocolos de comunicaciones de la industria (Guerrero, 2016).

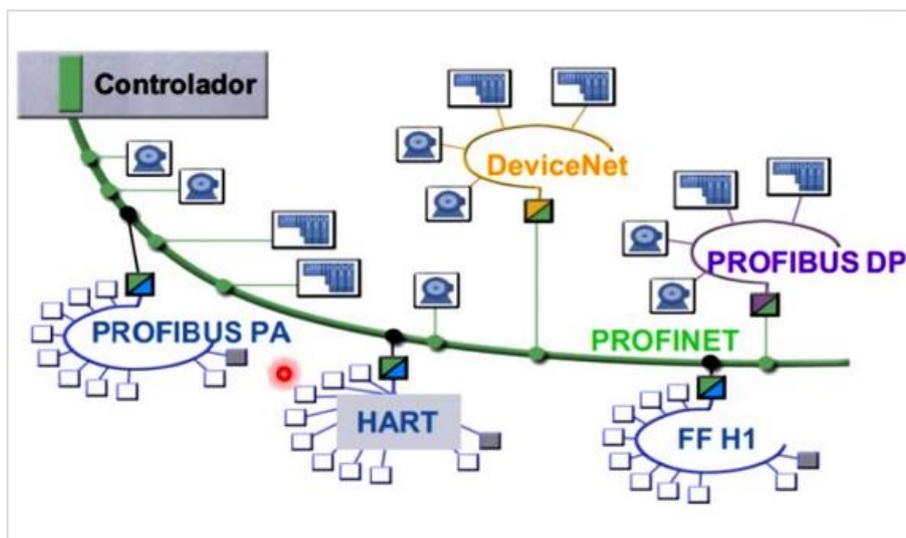


Figura 1.12. Protocolos usados en aplicaciones de comunicación industrial.

Fuente: (Industry, 2017).

Haciendo una pequeña comparación de las redes de comunicación que intervienen en un proceso automatizado de sus principales características, en la Tabla 1, se dispone de una comparación de tiempos de respuestas de los sistemas de comunicaciones en dos aplicaciones típicas de comunicación, la red de computadoras a pesar de permitir la transmisión de grandes cantidades de información a altas velocidades, su velocidad de

respuesta es bajo, debido a la cantidad de tráfico producido en la red, mientras que en la red de sensores de proximidad su velocidad de respuesta es casi inmediata con un retraso estimado en milisegundos, a diferencia del primero en donde el retraso se estima en segundos. (Guerrero, 2016)

Tabla 1. Velocidad de respuesta en las comunicaciones.

TIPO EQUIPOS	CANTIDAD DE INFORMACIÓN	VELOCIDAD TX	VELOCIDAD RESPUESTA	USO
Red computadoras	Alto	Alto	Bajo	Lectura de información
Red de Sensores de proximidad	Bajo	Bajo	Inmediata	Instalaciones de seguridad

Fuente:Elaborado por el Autor

En la industria las comunicaciones se las realiza por niveles, existiendo diferentes tipos las mismas que se desarrollan de acuerdo a la etapa de los procesos, en la figura 1.6 se tiene una pirámide que es de conocimiento general para los desarrolladores de equipos de comunicación, basicamente consta de cuatro niveles. (Guerrero, 2016)

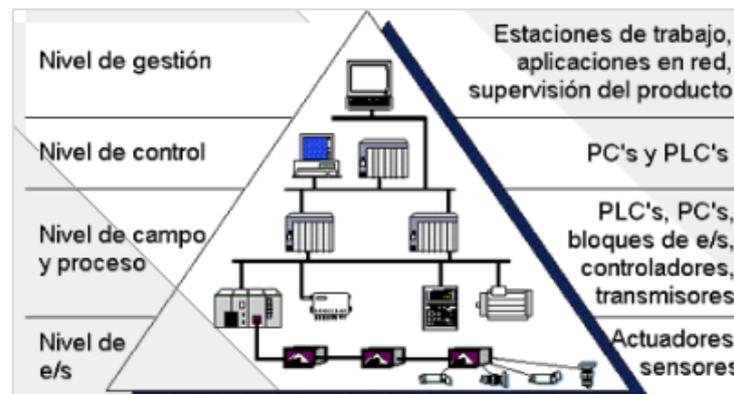


Figura 1.13. Pirámide de comunicaciones SIM (Computer Integrated Manufacturing).

Fuente: (Guerrero, 2016).

Nivel de Gestión.- Se ubican computadoras para actividades típicas de oficina contabilidad, bases de datos, actividades de ingeniería.

Nivel de Control.- se encuentran computadoras que disponen de aplicaciones destinadas a controlar los procesos.

Nivel de Campo.- Dispositivos inteligentes con la programación adecuada para intervenir de manera directa en el proceso.

Nivel E/S.- se encuentra componentes que intervienen en los movimientos de los actuadores del proceso de producción.

La pirámide SIM Computer Integrated Manufacturing, se trata de una estructura de comunicación en forma de pirámide la misma se encuentra conformada de diferentes niveles gerarquizados, en la cual en la parte mas baja se tiene los buses de campo que se relacionan directamente con los equipos de producción, mientras que en la parte más alta de la pirámide se tiene la infraestructura que permite la toma de decisiones de carácter gerencial. (Guerrero, 2016).

La tendencia actual en los procesos de automatización es la migración hacia sistemas abiertos, tonando en consideración la acogida que ha tenido la incorporación de tecnologías Ethernet en ambientes industriales. (Guerrero, 2016).

El estandar Ethernet ha ganado terreno en el área de la automatización debido a su flexibilidad y la capacidad de realizar el control de los procesos en un entorno industrial y llegar hasta la presentación de la información en una oficina remota.

Cuando la comunicación se la realiza a través de una infraestructura solida monomarca, se obtiene muchas ventajas, respecto a la compatibilidad, fácil integración, escalabilidad y redundancia. (Guerrero, 2016).

1.3.8. ESTRUCTURA DE UNA RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

La estructura de una red depende mucho de los elementos que intervienen. Entre estos se tiene:

- **Sistemas Centralizado.-** en el proceso a controlar interviene un solo equipo.

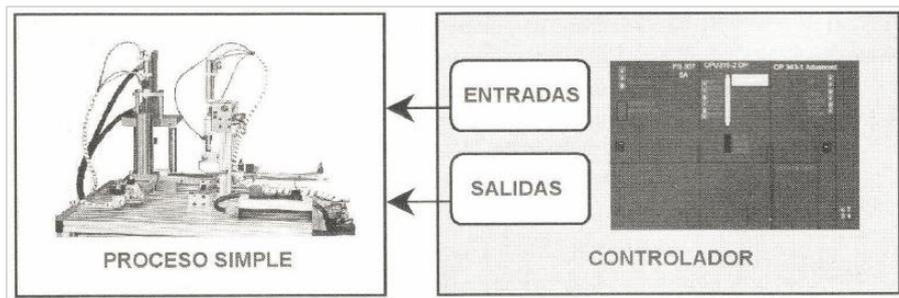


Figura 1.14. Proceso de control centralizado.

Fuente: (Guerrero, 2016).

- Sistema Distribuido.- cuando se requiere de varios dispositivos conectados a través de una red para el control de un proceso.

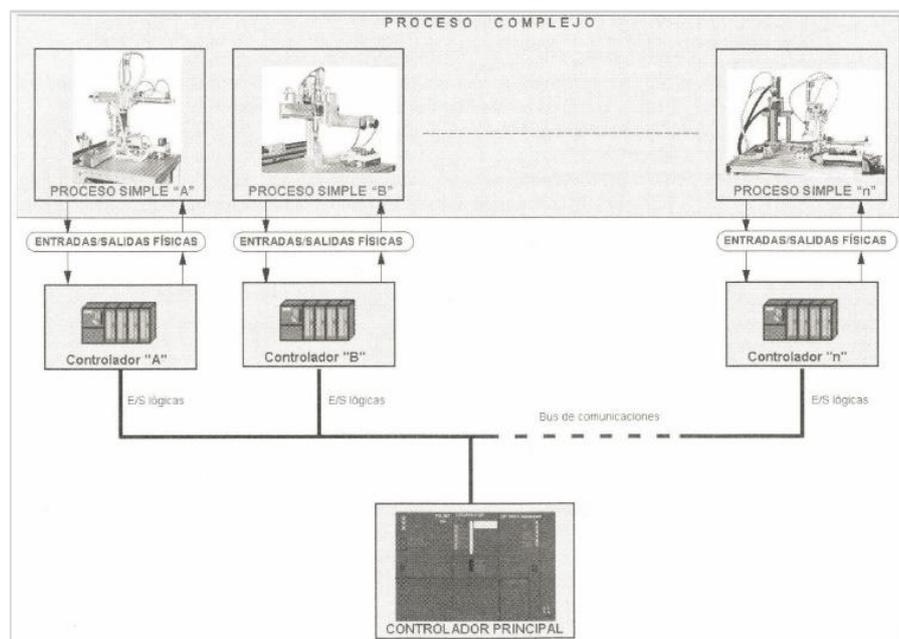


Figura 1.15. Proceso de control distribuido.

Fuente: (Guerrero, 2016).

En un sistema centralizado al estar conformado por un solo equipo en el proceso su mantenimiento es cómodo, no existe problemas de compatibilidad, es vulnerable y está expuesto a que si se presenta una falla en el equipo todo el proceso productivo se detiene, a

diferencia de un sistema distribuido el procesamiento se encuentra segmentado en todos los equipos de control participantes, debe existir una comunicación eficiente, tiene mayor capacidad de procesamiento y por ende esta desarrollado para sistemas mucho mas grandes y complejos, tambien hay la posibilidad de ir creciendo a la medida o de acuerdo a la necesidad, si la comunicación es abierta o estandarizada es posible intergrar equipos de diferentes marcas. (Rodríguez, 2016).

1.3.9. NORMAS DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES

Modelo OSI (Open System Interconnection) o Interconexión de Sistemas Abiertos, este modelo se empezó a desarrollar en la década de los años 80, con el objetivo de normar las comunicaciones entre diferentes fabricantes de tecnologías. (Guerrero, 2016).

El modelo OSI se encuentra estructurado en 7 niveles o capas, cada una con sus respectivas funciones.

Tabla 2. Modelo OSI

NIVEL	CAPA	FUNCIÓN	UNIDAD DE DATOS
1	Física	Especifica el medio que transmite la información, señales eléctricas y comunicación binaria.	Bit
2	Enlace	Estructura la trama y controla errores, direccionamiento físico MAC, LLC.	Trama
3	Red	Determina la ruta y el direccionamiento lógico de la red (IP).	Paquete
4	Transporte	Establece la conexión de extremo a extremo y confiabilidad de los datos	Segmento
5	Sesión	Comunicación entre dispositivos de red.	Datos
6	Presentación	Representación de los datos.	Datos
7	Aplicación	Servicios de red , aplicaciones.	Datos

Fuente: Elaborado por el Autor

En las comunicaciones a nivel industrial las capas utilizadas con mayor frecuencia son las tres primeras. (Rodríguez, 2016).

1.3.10. RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PROFINET

Profinet es el estándar de mas utilizado para transmitir informacion en ambientes industriales en procesos de automatización. Es un estándar abierto creado por Profibus International, cuyo desarrollo tiene como base Ethernet Industrial. (Guerrero, 2016).

La comunicación se realiza en tiempo real, previo a establecer la comunicación los dispositivos deben sincronizarse a traves de solicitudes que se dan dentro del bus de datos. A más de esta sincronización donde intervienen las dos primeras capas del modelo OSI, Profinet emplea nuevas funcionalidades orientadas a robustecer la seguridad de la información, pues a pesar de que su desarrollo tenga como base Ethernet, ya en ambientes de producción industriales se requiere tratar la información con mayor grado de seguridad. (Rodríguez, 2016).

Entre las ventajas que se puede dar a una red que funciona bajo Profinet podria decirse que es una red escalable que crece conforme a la necesidad, se puede facilmente acceder a los equipos por medio de la red desde cualquier ubicación, por lo que ya no es necesario acudir a la plata para realizar alguna configuración, dando la posibilidad de acceder remotamente a los sistemas, hay que tener en cuenta que al momento de publicar un equipo con Profinet al internet es necesario mejorar la seguridad de la red. (Guerrero, 2016).

1.3.11. TIPOS DE REDES PROFINET

Existen algunas variantes de Profinet entre las que tenemos:

PROFINET/CBA: se utiliza en sistemas de control distribuidos o grandes aplicaciones.

PROFINET/DCP: Trabaja en la capa de enlace, se utiliza en pequeñas aplicaciones.

PROFINET/IO: También se lo conoce como PROFINET-RT, Profinet en tiempo real, se utiliza en comunicaciones descentralizadas.

PROFINET/MRP: Protocolo redundante, utilizado en redes de alta disponibilidad.

PROFINET/MRRT: utilizado para crear redundancias en redes PROFINET/RT.

PROFINET/PTCP: trabaja en la capa de enlace, se utiliza para sincronizar la hora en los PLC.

PROFINET/RT: Protocolo de comunicación en tiempo real.

PROFINET/IRT: transferencia uniforme de la información en tiempo real. (Guerrero V, 2016).

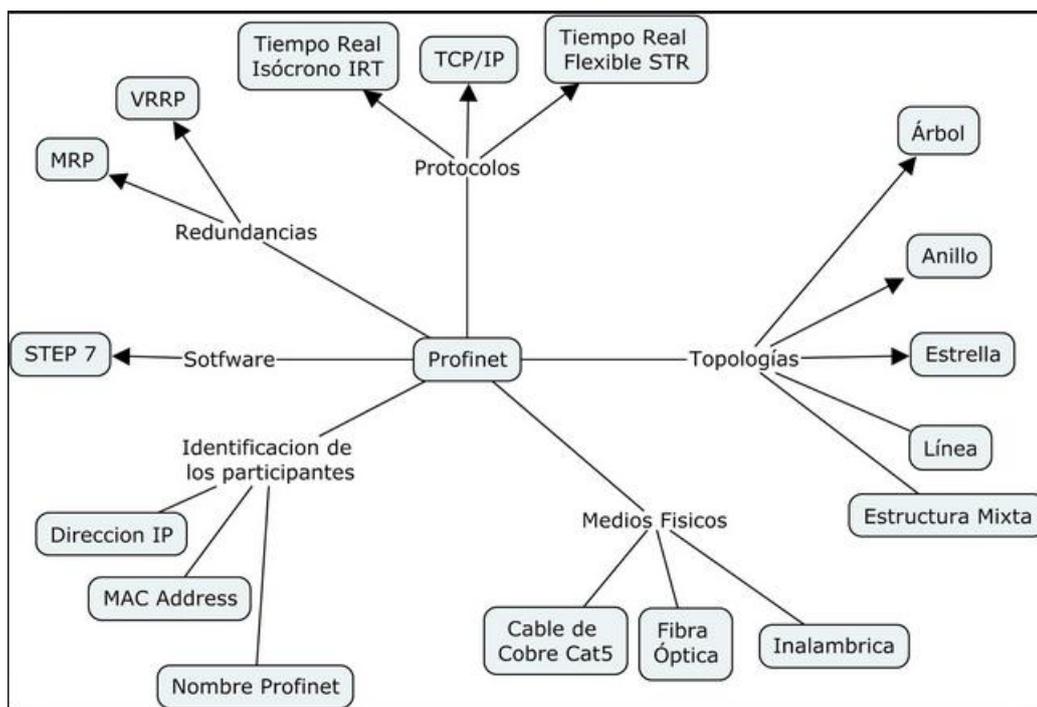


Figura 1.16. Características de una red Profinet.

Fuente: (Siemens Industry, 2016).

1.3.12. ARQUITECTURA DE UNA RED PROFINET

Profinet es un estándar abierto que más se utiliza en los proyectos de automatización en la industria, permite la comunicación de los equipos que se emplean desde el nivel más bajo de un proceso automatizado hasta llegar al nivel más alto, es decir que hace posible la comunicación de equipos que se encuentran instalados en el campo, hacia los equipos instalados en las oficinas donde generalmente se tiene a los administradores. (Guerrero, 2016).

En la figura 1.17 describe los servicios que utiliza una red Profinet en la comunicación de equipos y sistemas, utiliza los protocolos TCP/IP para conseguir comunicarse en los niveles empleados en la industria, razón por la cual es muy similar el estándar de comunicación Ethernet Industrial. (Rodríguez, 2016).

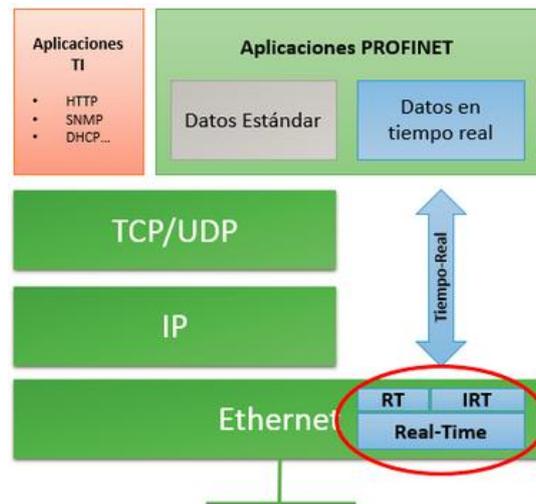


Figura 1.17 Capas del estándar Profinet.

Fuente: (Instituto Nacional de Ciberseguridad de España S.A., 2017).

1.4. LOS SISTEMAS SCADA

1.4.1. DEFINICIÓN DE APLICACIÓN SCADA

El término SCADA quiere decir Supervisory Control And Data Acquisition en español Adquisición de Datos y Supervisión de Control. Una aplicación basada en software de automatización para procesos en la industria, generalmente desarrollada a la medida, que permite al operador gestionar a través de un computador todo los procesos. (Wonderware, 2017)

Comunmente se desarrolla una interfaz de usuario con gráficos animados que simulan el funcionamiento de un proceso automatizado, estas figuras pueden ser señales indicadores luminosos, instrumentos de medida, contadores, temporizadores, gráficos de tendencias, históricos, registros de alarmas, etc. (Wonderware, 2017)

Para realizar el control de los sistemas siempre se utiliza un PLC los cuales a través de sus entradas y salidas interactúan con las máquinas o procesos de automatización.

En la figura 1.18 se puede apreciar un esquema general de cómo se encuentra estructurado un sistema SCADA. La etapa de adquisición de los datos se encarga de recolectar la información a través de una infinidad de sensores que se conectan en las entradas de los PLC, la parte de supervisión es la que se realiza a través de una aplicación desarrollada mediante un software, dicha interfaz permite al operador monitorear el comportamiento de los datos y por último se tiene la etapa de control la misma que se realiza por medio de las salidas de los PLC de acuerdo a la programación disponible en el proceso y variables de funcionamiento previamente configuradas. La finalidad de los sistemas SCADA es visualizar en una computadora todos los procesos automatizados en gráficos, muchos de ellos con animaciones que representan el proceso que está siendo gestionado. (Rodríguez, 2016).

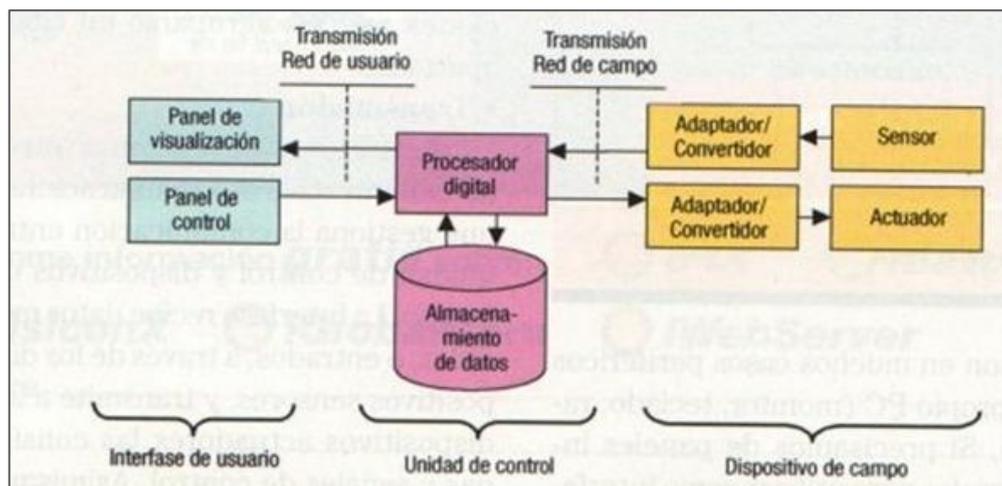


Figura 1.18. Esquema general sistema SCADA.

Fuente: (Rodríguez, 2016).

1.4.2. COMPONENTES DE UNA APLICACIÓN SCADA

Las aplicaciones SCADA están conformadas de hardware y software de los primeros se mencionan los siguientes componentes:

- **MTU (Master Terminal Unit) o Computador Principal.**

Es el computador central que administra todo el sistema, vigila el funcionamiento y recoge la información que proviene de los equipos ubicados en el campo o planta. Además interroga permanentemente a las RTU por lo general el esquema de implementación es cliente-servidor. (Wonderware, 2017).

- **RTU (Remote Terminal Unit) o Computador Remoto.**

Generalmente estos equipos están conformados por PLC que se encuentran ubicados en la parte intermedia del proceso, realizan lecturas de información de los sensores y ejecutan señales de control a través de sus terminales de salidas. Anteriormente en este tipo de procesos se utilizaban computadoras de características industriales, pero estas fueron reemplazadas por PLC que con el tiempo los fueron diseñando con mayores capacidades de memoria y procesamiento, logrando reducir los costos de automatización. (Wonderware, 2017).

- **Redes para transmisión de información.**

Permite que la información generada por los instrumentos y equipos de campo fluya por toda la red, este tipo de bus de datos es muy específico de cada fabricante, actualmente gracias a la normalización de las comunicaciones se puede implementar sistemas SCADA con casi todos los equipos de planta que se encuentran en el mercado. Debido a que en su gran mayoría estos equipos se comunican mediante Ethernet hoy en día es posible conectar equipos que realizan procesos de automatización ubicados en lugares muy remotos. (Wonderware, 2017).

- **Equipos e instrumentos de campo.**

Son los que acceden a la información y ejecutan acciones directamente en la planta o proceso productivo corresponden a PLC, sensores y actuadores.

Los sistemas SCADA tienen la capacidad de interactuar con componentes de diferentes fabricantes, incluso existen módulos que son fabricados por diferentes proveedores y se debe garantizar absoluta compatibilidad. (Wonderware, 2017).

- **Software**

En cuanto al software lo conforman la interfaz gráfica, módulo de desarrollo, gestión y adquisición de datos, módulo de ejecución o runtime. Se trata de la siguiente parte del nivel de automatización en los procesos, la automatización inició con componentes electromagnéticos, neumáticos, electromecánicos luego fueron sustituidos por PLC, posteriormente la automatización fue llevada a las computadoras a través de los sistemas Scada, para que sea posible visualizarlo a través de pantallas gráficas de tipo HMI, touch screen industriales con el fin de que el operador tenga una herramienta gráfica de lo que está pasando en la planta, y no solo vea un PLC con luces led que se encienden y apagan sin saber que está pasando con el proceso, sino que esos led se los puede representar a través de un gráfico en una pantalla. (Wonderware, 2017)

El sistema SCADA permite representar cualquier proceso industrial, ya que permite obtener mucha información para temas de mantenimiento de maquinas, conforme se ha desarrollando la tecnología estos sistemas estan siendo cada vez más asequibles, en sus inicios era muy costoso su implementación. (Rodríguez, 2016).

En la figura 1.19 se muestra en resumen los componentes básicos que intervienen en el desarrollo de un sistema SCADA.

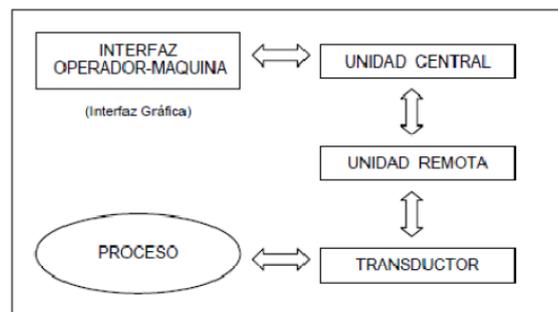


Figura 1.19. Elementos que constituyen un SCADA.

Fuente: (Ponsa, 2015).

1.4.3. PRINCIPALES CARACTERISTICAS EN UNA APLICACIÓN SCADA

Permitir la adquisición y almacenamiento de los datos.

Procesamiento de la información que se recibe a través de los dispositivos de campo, sensores o actuadores.

Generación de gráficos animados en función de las variables medidas.

Generación de alarmas.

Debe permitir el envío de señales de control y manipular el funcionamiento de los equipos.

Debe permitir la fácil integración con equipos y sistemas de otras marcas.

La base de datos debe ser abierta, para establecer comunicación con otros sistemas de información.

Visualización en tiempo real de las variables medidas.

Envío de mensajes de alertas por medio correo o sms.

1.4.4. REQUERIMIENTOS PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA O APLICACIÓN SCADA

Como requisitos preliminares para el desarrollo de un sistema SCADA se debe tener como base los siguientes parámetros, que determinaran su factibilidad:

Su arquitectura debe ser abierta, escalable, con la posibilidad de expandirse fácilmente de acuerdo a la demanda de crecimiento de la planta. La comunicación debe ser transparente y fácil para el usuario.

Las aplicaciones deben ser de fácil integración, deberá disponer de un componente de auto recuperación ante desastres. (Rodríguez, 2016).

1.4.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS SCADA

En las computadoras es posible guardar mucha información relacionada al proceso automatizado.

Es posible conectar gran cantidad de sensores distribuidos en la red.

Los datos pueden analizarse en diferentes escenarios y personalizarla según los requerimientos del usuario.

El sistema puede ir creciendo y adaptándose según los nuevos requerimientos.

Es posible simular un proceso antes de ponerlo en producción.

Permite la generación de reporte estadísticos de sistema.

La identificación y corrección inmediata de errores.

Como desventajas podría decirse que en caso de fallas en la computadora o de la red de comunicación el sistema es proclive a detenerse y perder información, es un sistema requiere de una inversión inicial fuerte. (Industrial Technology, 2016).

1.5. SENSORES

1.5.1. INTRODUCCIÓN A LOS SENSORES

Los sensores son componentes que convierten una magnitud física en señales eléctricas, con el objetivo de realizar algún control, manipulación o registro de variables, habitualmente estas señales adquiridas son muy pequeñas y requieren pasar por etapas de acondicionamientos de filtrado y posterior amplificación. En la figura 1.20 se muestra un esquema general típico de un sensor. Cuando a un sensor se le agrega alguna etapa de acondicionamiento se le denomina transductor. (Velasquez, 2015).

Actualmente existe una amplia variedad de sensores en la industria, orientados a cubrir todas la necesidades de medición y detección; hay sensores cuyos principios e basan en generar señales eléctricas, estos constan principalmente de tres etapas, el captador es que entrega una señal electrica cuando realiza una medición de cualquier magnitud, luego se tiene una etapa de acondicionado de la señal conformada por componentes electrónicos que realizan la tarea de amplificar, comparar o filtrado de la señal y por último la salida de la información a traves de señales eléctricas con niveles estandarizados que por lo general son de los siguientes valores: 0 - 10 voltios, 0 – 20 mA, 4-20mA. (Velasquez, 2015).

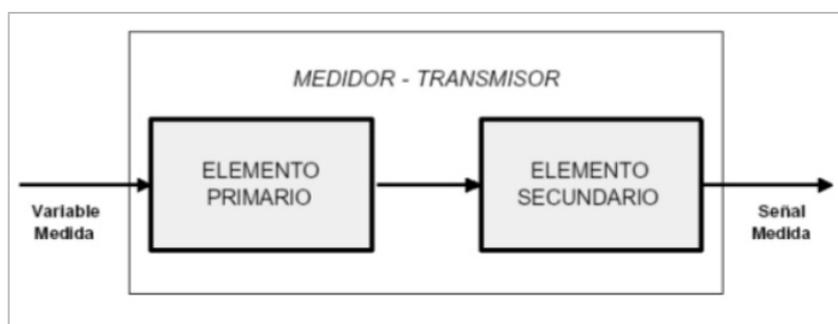


Figura 1.20. Componentes de su sensor.

Fuente: (Velasquez, 2015)

1.5.2. SENSORES MAS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA

Los sensores que mayormente se utilizan en la industria son los de posición, presión, flujo, nivel, luz, caudal, en la Figura 1.21 se observa una clasificación de una gran variedad de sensores que se emplean en la automatización de los procesos industriales, estan agrupados según variable y la magnitud física a medir.

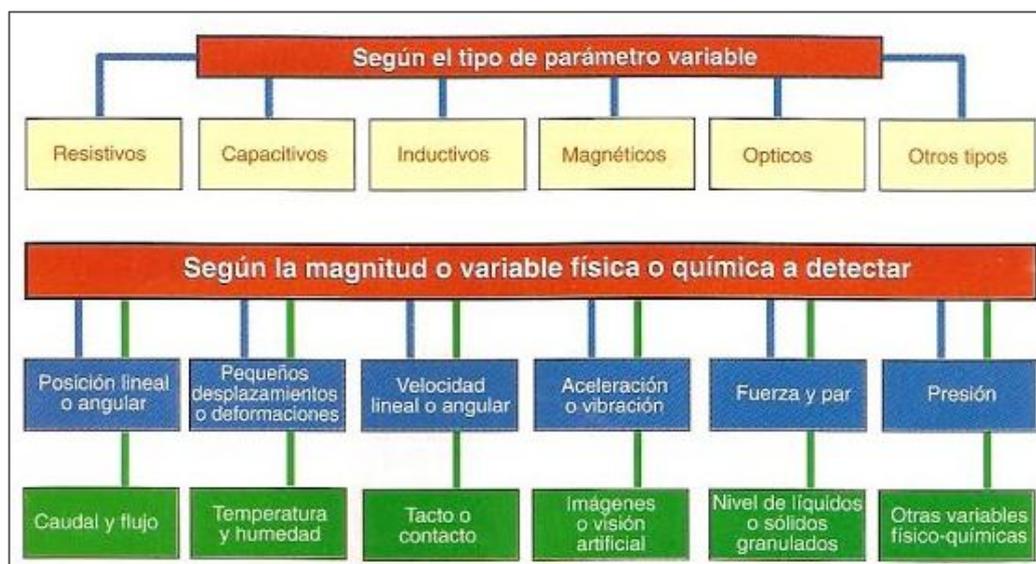


Figura 1.21. Tipos de sensores industriales.

Fuente: (Velasquez, 2015).

1.5.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

De acuerdo a la señales de salida se tienen dos tipos, los analógicos y los digitales, de los cuales los primeros entregan una señal cuyo nivel es proporcional a la magnitud medida, a diferencia de los sensores digitales que entregan una señal binaria de dos estado 1 lógico o cero lógico, para presencia o ausencia de la magnitud medida. (Velasquez, 2015).

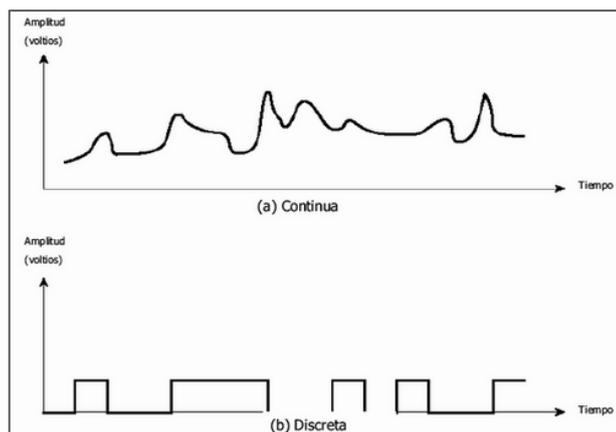


Figura 1.22 Señal de salida sensores analógicos y digitales.

Fuente: (Velasquez, 2015).

1.5.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SENSORES

Las principales características a considerar en un sensor son exactitud, precisión, rango de funcionamiento, calibración, fiabilidad, costo, entre otras.

Exactitud.- se refiere a la capacidad que tiene el sensor de realizar lecturas sin errores, este dato se refiere a que tan próximo se encuentre el valor medido del real.

Presición.- describe la dispersión de los valores medidos, cuando menor es este dato se dice que el sensor es más preciso.

Rango de funcionamiento.- el sensor debe tener la capacidad de realizar mediciones exactas y precisas, en un rango bien amplio de medición.

Velocidad de respuesta.- el tiempo que toma en detectar los cambios en las variables medidas.

Fiabilidad.- el sensor no debe presentar fallas más que todo cuando se encuentre en estado de operación. (Velasquez, 2015)

1.5.5. LOS SENSORES DE PRESIÓN

La presión es la fuerza que aplicada sobre la superficie de un cuerpo, las mediciones de presión son muy frecuentes en aplicaciones de líquidos, para medirla se debe realizar la comparación de dos fuerzas. La forma más común para medir la presión es a través de un

diafragma, este se deforma conforme se le aplica presión, y a su salida transmite una señal eléctrica que es utilizada para el control del proceso. (Pallas, 2014)

En la figura 1.23 se muestra un sensor de presión al cual se le aplica dos presiones diferentes.

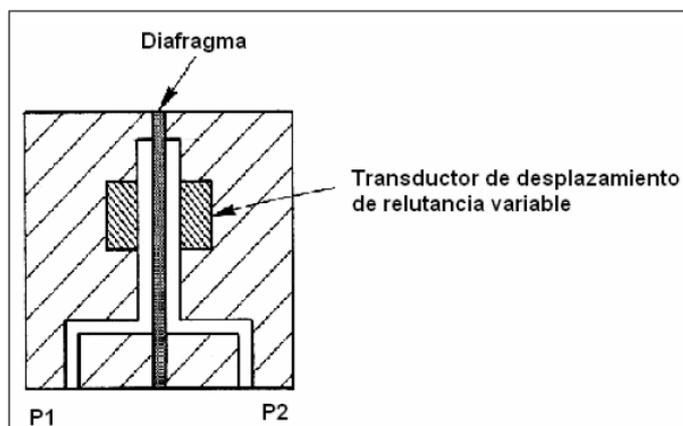


Figura 1.23. Esquema general de un sensor de presión de dos placas.

Fuente: (Pallas, 2014).

1.5.6. TIPOS DE SENSORES DE PRESIÓN

Existen dos clases de dispositivos para la detección de la presión, los tipo Bourdon y los tipos fuelles. Estos dispositivos lo que hacen es detectar la presión que se concentra en sus interior, generar un movimiento mecánico que finalmente transforma en señales eléctricas.

La diferencia entre los dos sensores es que los fuelles incorporan un diafragma cuya señal de salida depende de la presión sobre el dispositivo.

1.5.7. FORMAS DE MEDIR LA PRESIÓN EN LA INDUSTRIA

Se tiene los siguientes tipos de presiones para lo cual existen una gran variedad se sensores electrónicos que posibilitan las mediciones y acondicionamientos

Presión absoluta. - Se mide desde el cero absoluto.

Presión atmosférica. - Es una fuerza exterior que se ejerce sobre la superficie terrestre.

Presión relativa. - Mide la diferencia de presión entre las presiones absoluta y atmosférica.

Presión diferencial. - Es la diferencia que se presenta entre dos presiones.

Presión de vacío. - Mide la diferencia entre las presiones existente, absoluta y atmosférica.

1.5.8. SENSORES DE NIVEL DE LIQUIDOS

En su gran mayoría consisten en un flotador cuyo desplazamiento al llegar al nivel deseado activa un contacto magnético, envía una señal de estado activado o desactivado, también existen sensores de nivel por ultrasonido, capacitivo, radioactivo, radar, servoposicionador. (Pallas, 2014).

La forma mas fácil y económica para medir niveles de líquidos es la mediante boyas flotadoras, un sensor típico es el flotador tipo boya como la figura 1.24.



Figura 1.24 Sensor flotador para medición de nivel de agua en cisterna.

Fuente: Elaborado por el Autor.

1.6. ELEMENTOS DE MANDO E INDICADORES

1.6.1. CONMUTADOR SELECTOR DE TRES POSICIONES

Un conmutador eléctrico permite realizar la apertura o cierre de contactos acorde a una posición establecida manualmente, Los selectores son dispositivos de mando que permiten establecer señales de activación o desactivación de alguna carga. El siguiente elemento se ve la figura 1.25 dispone de tres posiciones, las laterales son contactos

normalmente abiertos que se activan mediante el giro de la palanca del dispositivo, la posición central no realiza ninguna acción de control por lo que se la utiliza cuando se desea realizar alguna desconexión. (Schneider-Electric, 2015).

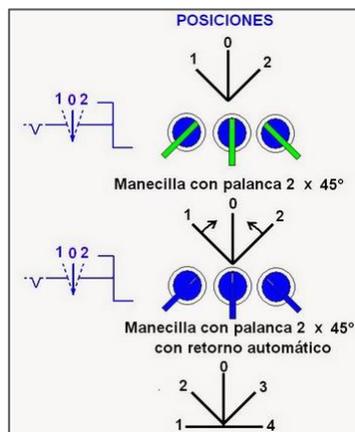


Figura 1.25. Selector de mando tipo palanca.

Fuente: (Schneider-Electric, 2015).

1.6.2. INDICADOR DE LUZ PILOTO

Es un dispositivo que emite una señal luminosa para señalar que se ha activado un equipo o carga eléctrica, como el mostrado en la figura 1.26.



Figura 1.26 Luz piloto 110 voltios.

Fuente: (Schneider, 2018).

1.6.3. PULSADOR INDUSTRIAL

Es un dispositivo que al ejercer cierta presión sobre el, envía una señal eléctrica de control para la activación o desactivación de una carga generalmente eléctrica, permite el

fluído de la corriente solo durante el tiempo que se mantiene presionado. Puede ser de contactos normalmente abiertos (NA) o cerrados (NC).



Figura 1.27. Pulsador de contacto normalmente abierto.

Fuente: (Schneider, 2018).

1.7. ELEMENTOS DE MANIOBRA

1.7.1. EL CONTACTOR.

Es un dispositivo muy utilizado en la industria para activar o desactivar un circuito de control de potencia, en su interior dispone de una bobina electromagnética que necesita ser energizada para que el contactor entre en operación. Esta provisto de contactos principales y secundarios, los primeros son utilizados para accionamiento o control de equipos eléctricos y los secundarios para el manejo de señales o circuitos auxiliares de control, pueden ser de dos estados normalmente abiertos o cerrados.



Figura 1.28. Contactor de bobina electromagnética

Fuente: (Schneider, 2018).

1.7.2. CONFIGURACIONES DE ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS

• CONFIGURACIÓN DE MOTOR EN ARRANQUE TIPO ESTRELLA.

Cuando se arranca directamente un motor, se produce corrientes muy elevadas aproximadamente 2.5 la corriente nominal, estos exige que los componentes internos y externos del motor sea más robusta, los elementos de protección y control deben ser de mayor capacidad, ocasionando incremento en los costos de la instalación y puesta en marcha, con la finalidad de manejar de manera eficiente y disminuir estos costos de implementación se ha desarrollado un sistema de arranque si bien no es el mejor pero si el mas funcional y económico que se emplea actualmente , se trata del sistema de arranque de motores en configuración estrella triángulo. Este tipo de configuración tiene la finalidad disminuir la corriente de inicio en los motores, razon por la cual se desarrolla en dos fases.

(Eaton, 2011).

En la primera fase el motor inicia en configuración estrella, por lo que se requiere unir uno de los terminales de cada bobina del estator y energizar los otros terminales. La tensión aplicada es igual a la tension de línea dividido para $\sqrt{3}$. En la figura 1.29 se observa el diagrama una configuración en estrella. (Eaton, 2011).

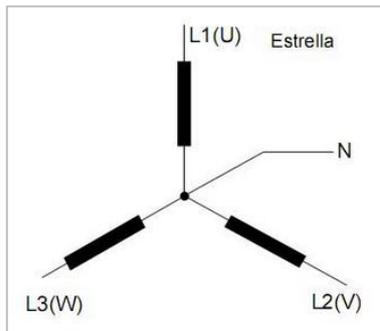


Figura 1.29. Arranque configuración estrella.

Fuente: (Eaton, 2011)

• CONFIGURACIÓN DE MOTOR EN ARRANQUE TIPO TRIÁNGULO.

La conexión en triángulo requiere conectar las bobinas del motor en serie, por lo que aplica toda la tensión en los terminales del motor, como se muestra en la figura 1.30 el sistema de arranque el configuración triangulo.

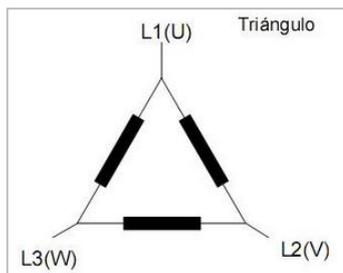


Figura 1.30. Arranque configuración triángulo

Fuente: (Eaton, 2011).

• CONFIGURACIÓN DE ARRANQUE EN ESTRELLA- TRIÁNGULO.

Varios de los objetivos de realizar este tipo de arranques de motores son disminuir las caídas de voltajes en la línea de suministro, conseguir arranques suaves y evitar golpes mecánicos en el motor.

Como desventaja en estos sistemas de arranque es la reducción de la vida útil del motor por la conexión y desconexión transitoria que se da a cada momento.

En la figura 1.31 se tiene es diagrama eléctrico de un arrancador estrella-triángulo. Cuando el motor inicia en configuración estrella se activan los contactores KM1 y KM3, cuando el motor alcanza entre el 70 y 80 % su velocidad nominal, se desconecta todo el circuito por un corto tiempo y se activan los contactores KM1y KM2 para dar paso a la conexión triángulo en la cual permanecerá funcionando el motor hasta que el sistema de control lo desconecte. (Eaton, 2011).

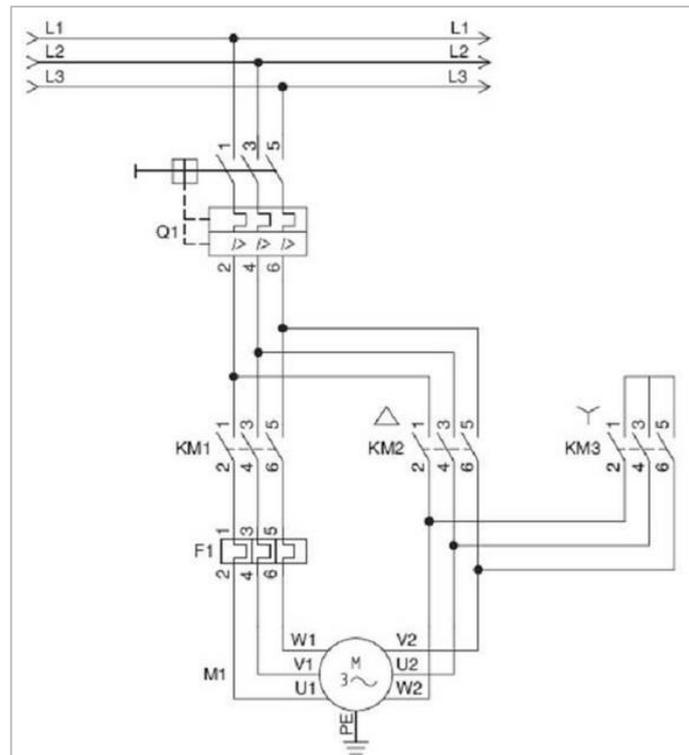


Figura 1.31. Diagrama del circuito de arranque estrella-triángulo.

Fuente: (Eaton, 2011)

Como se indicó anteriormente el arranque inicia en configuración estrella reduciendo la tensión de las bobinas en una proporción de $\sqrt{3}$ veces menor a la tensión nominal, de igual proporción para la corriente nominal.

Cuando el motor alcanza entre el 70 u 80% su velocidad, desconecta la conexión estrella e inicia la conexión triángulo, en este instante de tiempo el motor trabaja en su capacidad nominal por un corto tiempo, porque las protecciones del motor no soportan tiempos largos en dichas condiciones de operación. (Exol, 2015)

En la figura 1.21 se observa la secuencia de arranque secuencial estrella-triángulo permite reducir en un margen de 3 veces la corriente nominal que desarrolla el motor cuando arranca directamente.

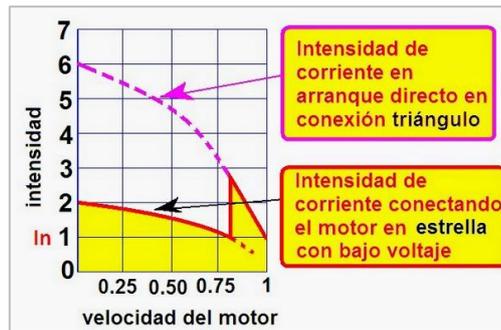


Figura 1.32. Curva de funcionamiento arranque estrella-triángulo.

Fuente: (Eaton, 2011).

CAPÍTULO II. PROPUESTA

La automatización del sistema hidroneumático del edificio Teatro Nacional Sucre, es un proyecto que pretende realizar el control eléctrico para mantener en óptimas condiciones los niveles de presión del servicio de agua potable en el edificio.

Consiste en la implementación de un sistema electrónico que permita monitorear a través de una interfaz HMI (pantalla sensible al tacto) y una aplicación SCADA (software instalado en un computador), sus condiciones de funcionamiento, alarmas de condiciones anormales en las instalaciones, niveles de presión de agua en las líneas de abastecimiento de la red pública y red de distribución interior, niveles de líquido almacenado en las cisternas y funcionamiento de las bombas.

2.1.ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO

Los componentes principales que permitirá llevar a cabo la automatización del sistema en el Teatro Sucre son: PLC, pantalla HMI, sensores de presión, sensores de nivel, luces pilotos, selectores de posición, módulo de entradas analógicas, tarjeta electrónica de conexión de los sensores, software para la programación del microcontrolador, software de programación de la pantalla HMI, PLC y sistema SCADA y sus respectivos software de desarrollo.

En la figura 2.1 se tiene un esquema del sistema a implementar, para mejor detalle consta como anexo al final del documento.

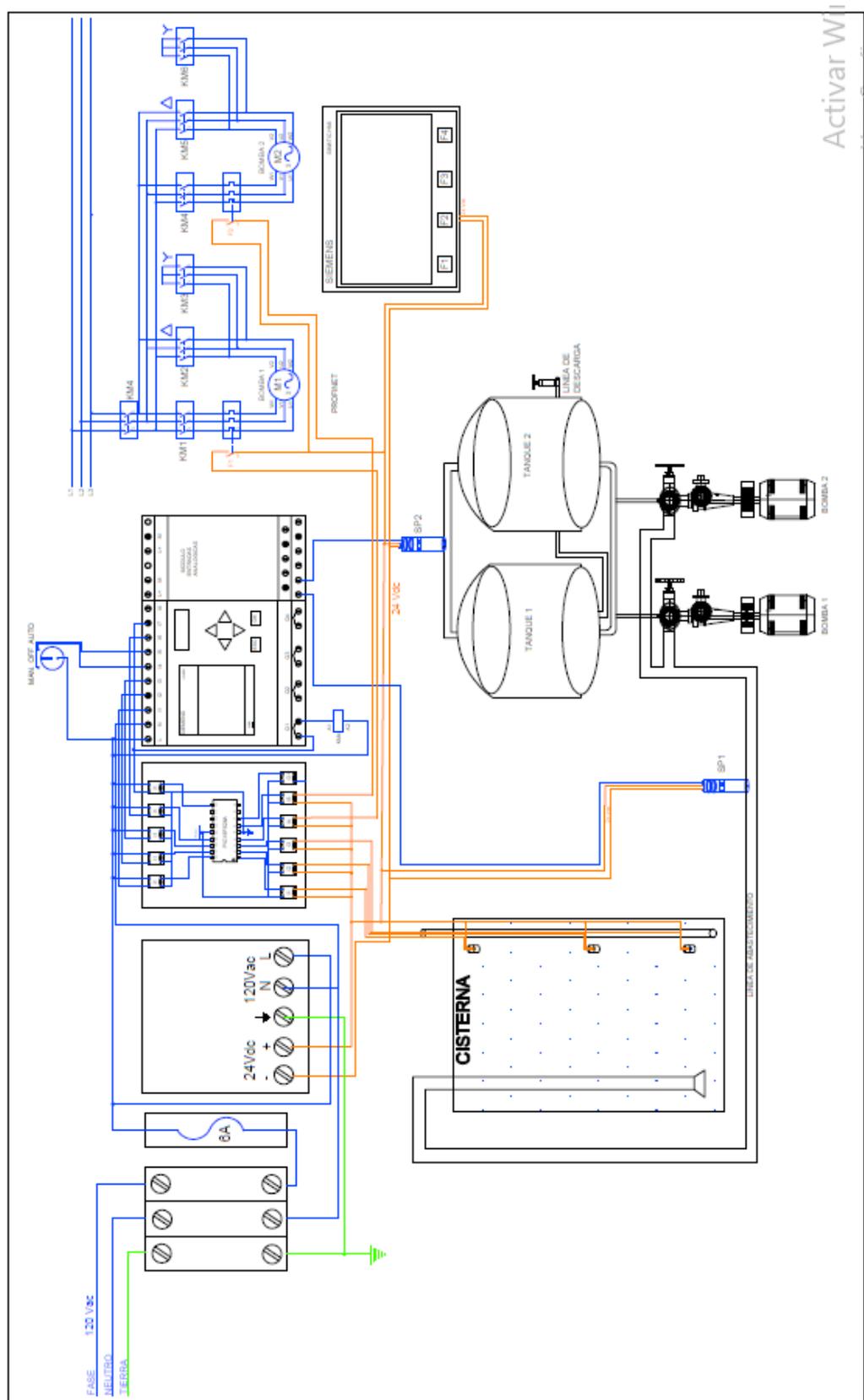


Figura 2.1. Diagrama de conexiones eléctricas del tablero de control y monitoreo.

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.2. DISEÑO DE LA TARJETA INTERFAZ DE SENSORES

Los diferentes equipos y accesorios fueron seleccionados de manera específica para este proyecto, a fin de obtener el mayor desempeño de cada uno de ellos. Se tiene una gran variedad de sensores y actuadores a utilizar durante el proyecto,

Esta tarjeta ha sido diseñada para que permita la conexión de los diferentes sensores hacia las entradas y actuadores conectados a las salidas, uno de los objetivos de la misma es hacer de intermediaria entre los sensores, actuadores y el PLC, brindando protección tanto a las entradas como a las salidas del PLC, no es recomendable conectar directamente ninguna señal al PLC, pues en caso de cortocircuito podría ocasionar daños, haciendo que sus contactos se queden unidos de manera permanente.

2.2.1. MICROCONTROLADOR PIC16F628A

El microcontrolador PIC16F628A es un dispositivo de 8 bit, arquitectura Harvard y grupo reducido de 35 instrucciones. Esto le permite ser más eficiente y ejecutar las instrucciones a mayor velocidad, con un consumo mínimo de energía. Dispone de dos bloques de memorias de manera separada, y puede acceder a las mismas simultáneamente, un bloque corresponde a las instrucciones y el otro de datos. Soporta hasta 100000 ciclos de escritura en su memoria Flash y 100000 en la EEPROM. En la siguiente figura se muestra el diagrama de pines. (Microchip, 2018).

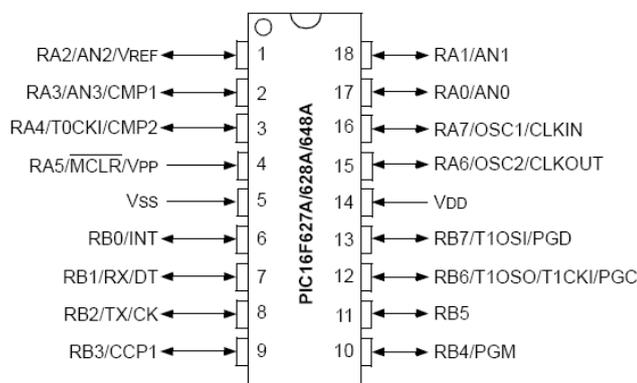


Figura 2.2. Asignación de los terminales del Microcontrolador PIC16F628A.

Fuente: (Microchip, 2018).

2.2.2. RELÉ DE BOBINA DE 24 VOLTIOS DC

Las señales provenientes de los sensores conectaran con las entradas del microcontrolador, a través de relé, permitirá acondicionar las señales a niveles de voltajes aceptables, en vista de que por los sensores trabajan a 24 voltios DC y el microcontrolador solo soporta 5 voltios, de esta manera además, el relé se constituye en una protección para el microcontrolador, de presentarse un cortocircuito en la red de sensores, el microcontrolador no se vería afectado.



Figura 2.3. Relé de 24 voltios DC.

Fuente: (Camsco, 2017).

De igual manera se hará con las señales de entrada en el PLC, en vista de que este soporta niveles de voltaje de 120 voltios AC en sus entradas digitales, cuando los sensores se activen el microcontrolador a través de sus salidas accionarán relés de 5 voltios DC, que permitirán la conexión de una señal de 120 voltios AC a las entradas del PLC.



Figura 2.4. Relé de 5 voltios DC.

Fuente: (Camsco, 2018)

2.2.3. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CONFIGURACIÓN DEL PIC

En la figura 2.6 se tiene el diagrama en bloques de la tarjeta electrónica, diseñada para que realice la función de mediadora entre los sensores y el controlador lógico programable PLC.

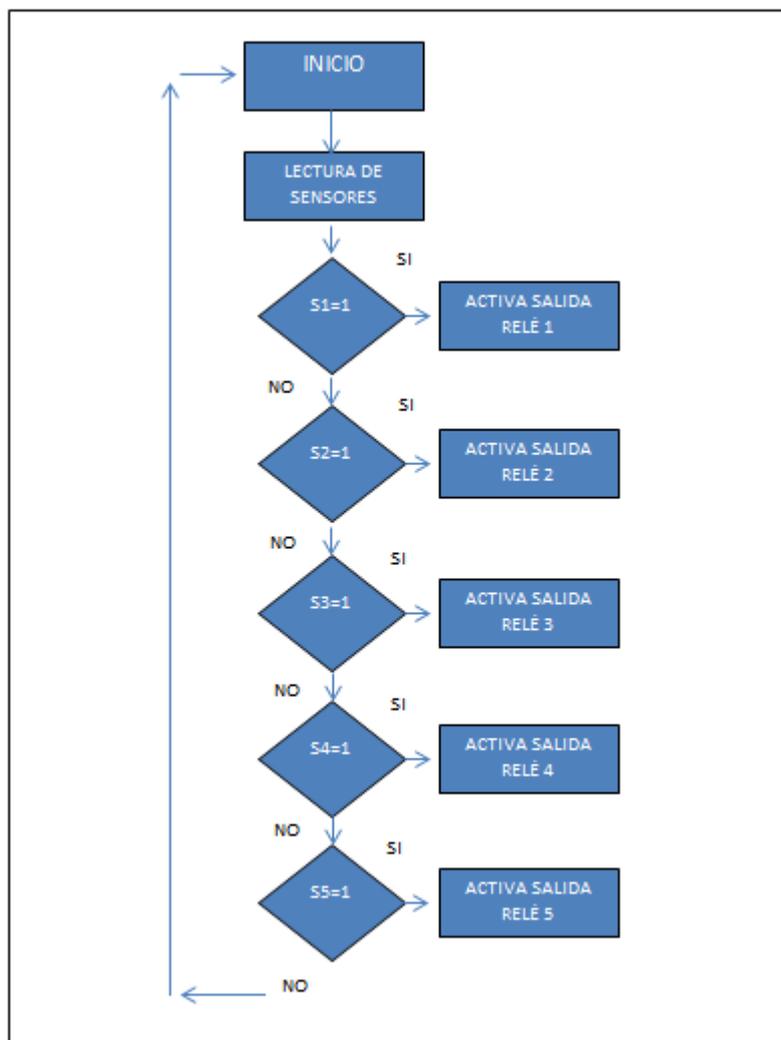


Figura 2.5. Diagrama de bloques de la automatización de un proceso.

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.2.4. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA TARJETA ELECTRÓNICA DE LOS SENSORES

En la figura 2.6 se muestra las conexiones de las señales eléctricas de los sensores, teniendo como elementos de conexión de los sensores sockets, lo cual permitirán ser reemplazados fácilmente en caso de averías, caso contrario era necesario soldar directamente en la placa, los terminales de conexión de los sensores.

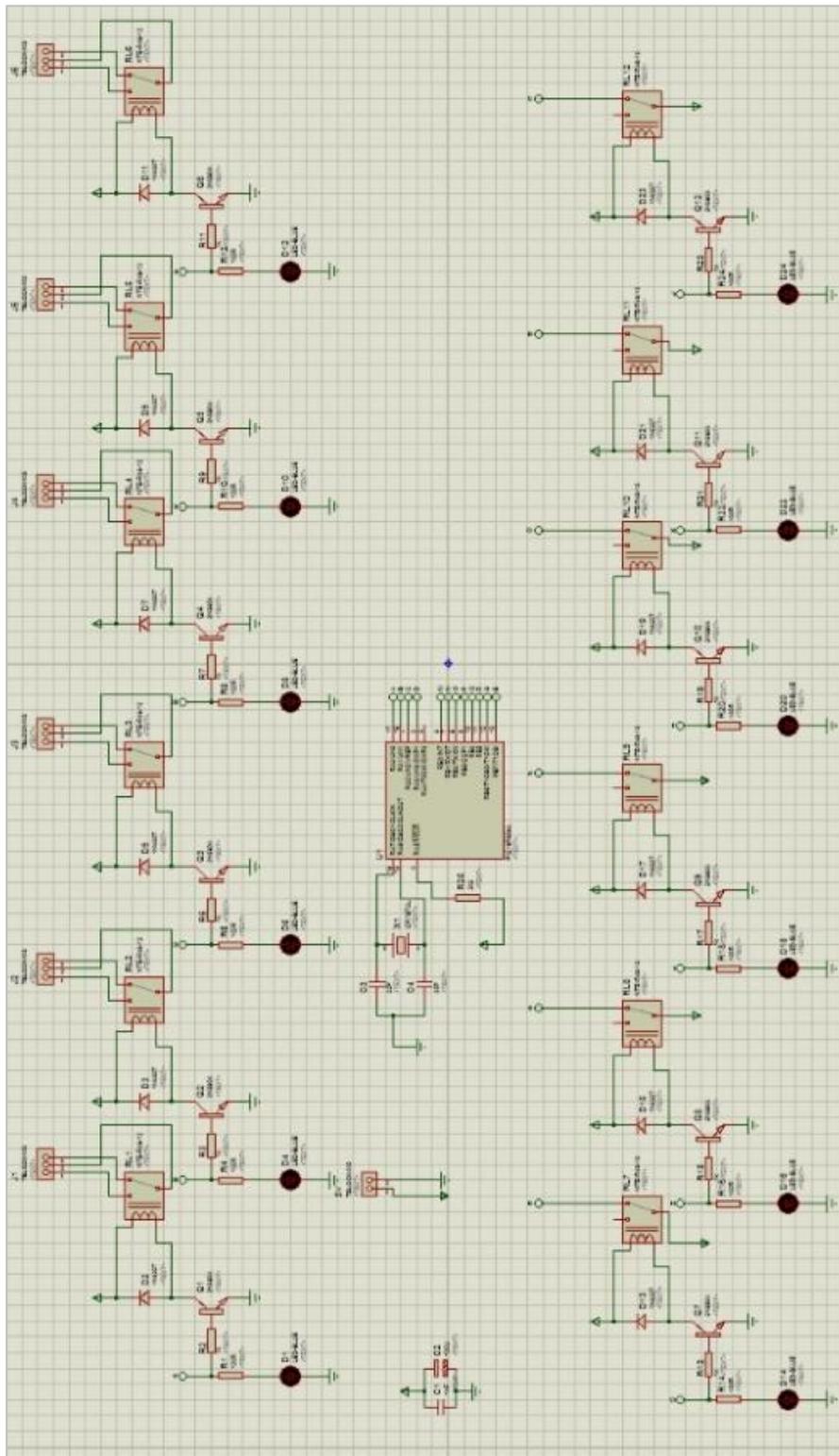


Figura 2.6 Diagrama esquemático de la tarjeta electrónica de conexión de los sensores.

Fuente: Elaborado por el Autor.

La lectura de las señales eléctricas provenientes de los sensores, se la realizará por medio de relés provistos de bobina de activación de 24 Vdc en vista de por la larga

distancia a la cual se encuentran los sensores de nivel podría darse caídas de voltaje que ocasionen errores en las lecturas.

En las salidas del microcontrolador se utiliza relé con bobina de activación de 5 Vdc, permitirá acoplar las señales a niveles de 120 Vac a la entrada del PLC.

2.2.5. DISEÑO DE LA TARJETA PCB

Una vez concluido el diseño de circuito electrónico mediante el software Proteus 8 Professional, se procede a diseñar la tarjeta electrónica para el montaje de los componentes, Proteus viene incorporado de un diseñador de placas PCB Layout, este es un componente que permite el diseño de la tarjeta electrónica conforme al esquema del diseño del circuito.

En la figura 2.7 se puede apreciar el diseño final que tendrá la tarjeta que actúa dentro del proyecto como interfaz entre los sensores y el PLC.

Este programa dispone de muchas funciones a fin de facilitar el diseño de la tarjeta, a la cual posteriormente se realizará el montaje de los elementos.

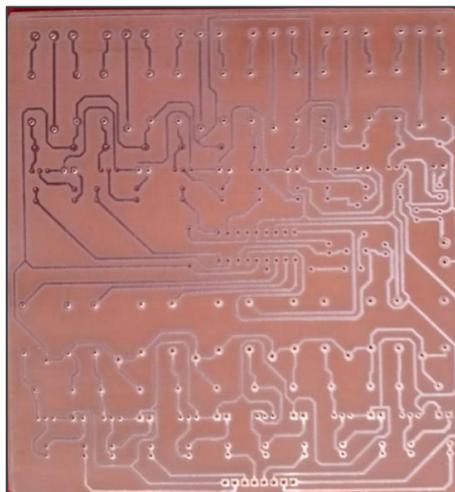


Figura 2.7. Diseño de la tarjeta PCB perforada.

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.2.6. SOFTWARE MICROCODE STUDIO

MicroCode Studio es un software de diseño integrado (IDE) que integra un depurador de errores, es muy utilizado en aplicaciones de diseño de proyectos de ingeniería electrónica y laboratorios.

Posee un potente editor con el cual se puede programar con facilidad instrucciones complejas, a medida que se ingresa las instrucciones, se van resaltando los comandos y también dispone de un menú de ayuda contextual, existe la posibilidad de seleccionar parte del código de la programación y ejecutarlo por partes para ir realizando depuraciones.

Adicionalmente dispone de un buscador de diferentes tipos de archivos y criterios de búsquedas como variables, etiquetas, etc.

En la figura 2.8 se dispone de una vista general de la interfaz de desarrollo del software MicroCode Studio, mismo que se utilizará para desarrollar el programa del PIC16F628A. (Microcode, 2018).

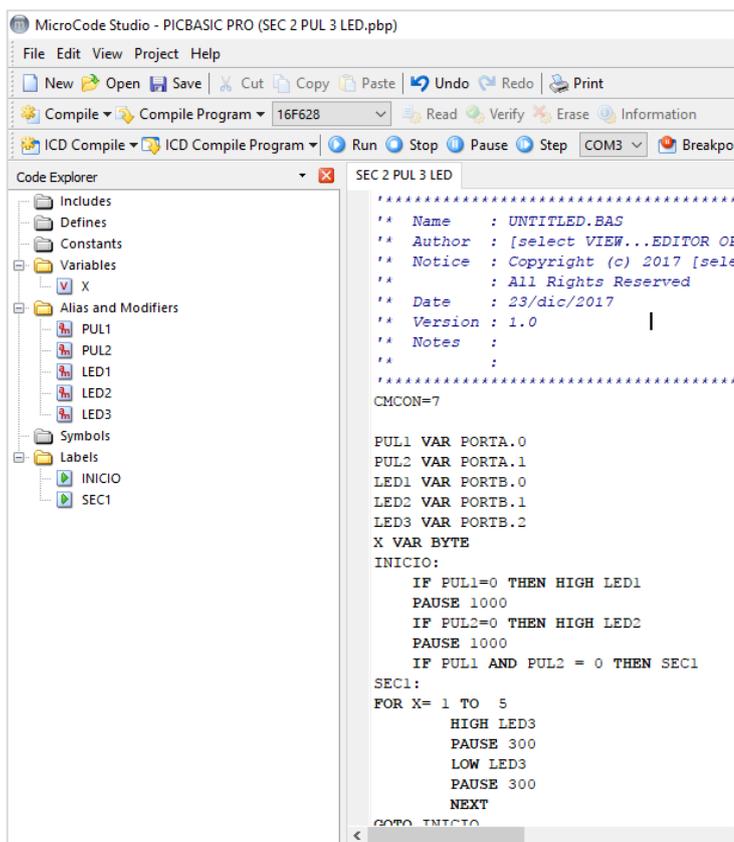


Figura 2.8. Vista general software MicroCode Studio.

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.2.7. SOFTWARE COMPILADOR DEL MICROCONTROLADOR PICKIT

Una vez desarrollado el programa para el microcontrolador a través de MicroCode Studio, el siguiente paso es grabar dicho programa en el microcontrolador, para esto se utilizará el software PICKIT 2 v2.60.00. La figura 2.9 muestra la pantalla principal y la manera de cargar el programa. (Microchip, 2018).

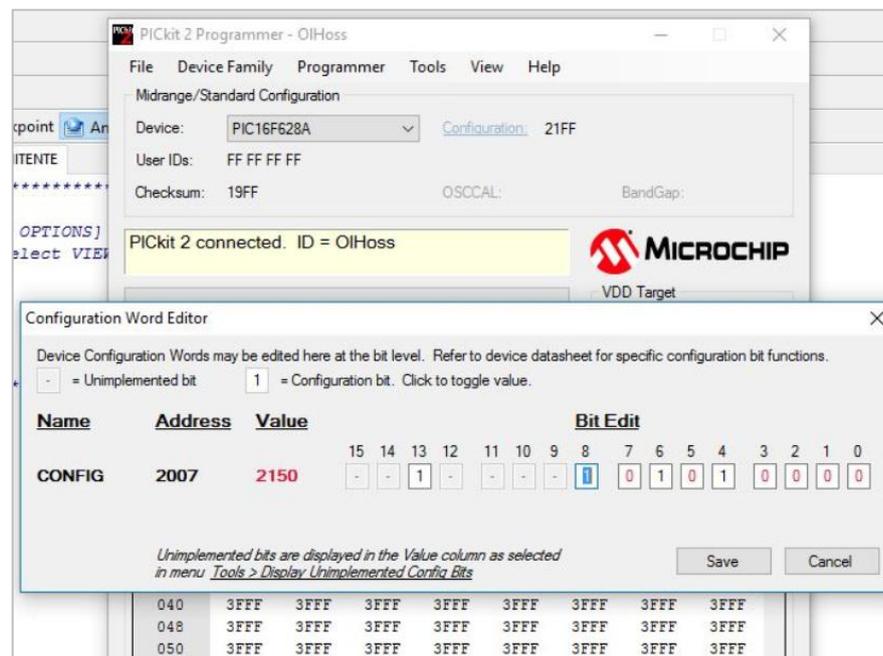


Figura 2.9. Vista general software PICKIT 2 v2.60.00

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.3. DIAGRAMA DE BLOQUES EN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL

En la figura 2.10 se presenta el diagrama de bloques de manera general del sistema de automatización del sistema hidroneumático.

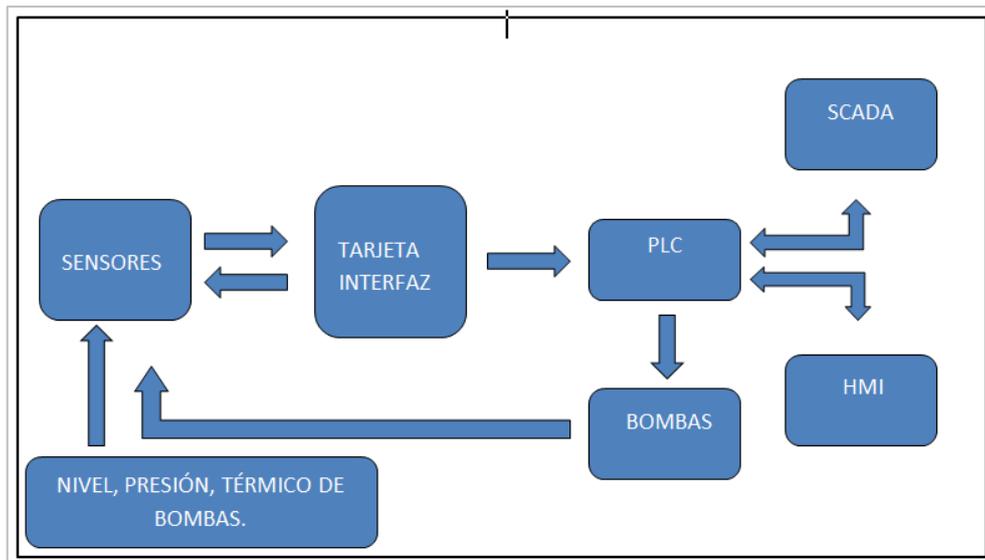


Figura 2.10. Diagrama de bloques del sistema automatizado

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.4.INTERFAZ HMI

La interfaz HMI KTP400 Basic está diseñada para la automatización de pequeñas aplicaciones, dispone de teclas de cuatro teclas de función, una pantalla táctil de 4 pulgadas.

Es una solución utilizada para la visualización de procesos automatizados, a través de imágenes que contienen vistas similares los equipos instalados en la planta, mediciones de valores que permiten conocer el estado de los procesos. Para la implementación de un proyecto se requiere del software de programación en donde se diseña el programa para luego ser transferido al terminal HMI, previamente debe haberse establecido comunicación con el PLC. (Siemens, 2018).

Tabla 3. Especificaciones Técnicas interfaz HMI.

Tipo	KTP400 BASIC
Tamaño pantalla	4" TFT
Ancho display	95 mm
Alto display	53,9 mm
Número de colores	65536
Número de ranuras	4
Tipo de pantalla táctil	Si
Interfaz	Ethernet, USB
Protocolos	PROFINET
Memoria para datos del usuario	10 MB
Protección	IP65
Datos eléctricos	
Fuente de alimentación	24 V DC
Rango de tensión admisible	19,2 V a 28,8 V DC
Consumo de corriente	125 mA

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 2.11 se visualiza el lado frontal de la pantalla HMI modelo KTP 400 Basic, con sus 4 botones de funciones personalizables en la parte baja.



Figura 2.11. HMI KTP 400 Basic

Fuente: Elaborado por el Autor.

La figura 2.12 muestra los puertos de comunicación de la pantalla HMI KTP 400 Basic. El puerto RJ-45 permite la comunicación entre el computador de configuración y la comunicación con el PLC mediante el protocolo Profinet, el puerto formato estándar USB es utilizado para situaciones de servicio donde se requiera restablecer las configuraciones del equipo, el conector de 2 terminales corresponde a la alimentación de 24 voltios DC.



Figura 2.12. Vista posterior HMI KTP 400 Basic

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.4.1. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN (TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION) TIA PORTAL

TIA Portal es una revolucionaria plataforma de desarrollo de software creado por Siemens con la finalidad de integrar en una sola plataforma de manera intuitiva la configuración sus equipos orientados a la industria, integra todos los procesos automatizados de control y supervisión. En la figura 2.13 se tiene la interfaz principal de administración de la plataforma TIA Portal versión 13, instalada en una computadora con sistema operativo Windows de 64 bits.

Cabe señalar que esta es una aplicación que demanda de gran cantidad de recursos de máquina, consideración a tener en cuenta al momento de llevar a cabo un proyecto, se requiere de una computadora con procesador de 8 núcleos y de 8 a 16Gb de memoria RAM. (Siemens, 2018).

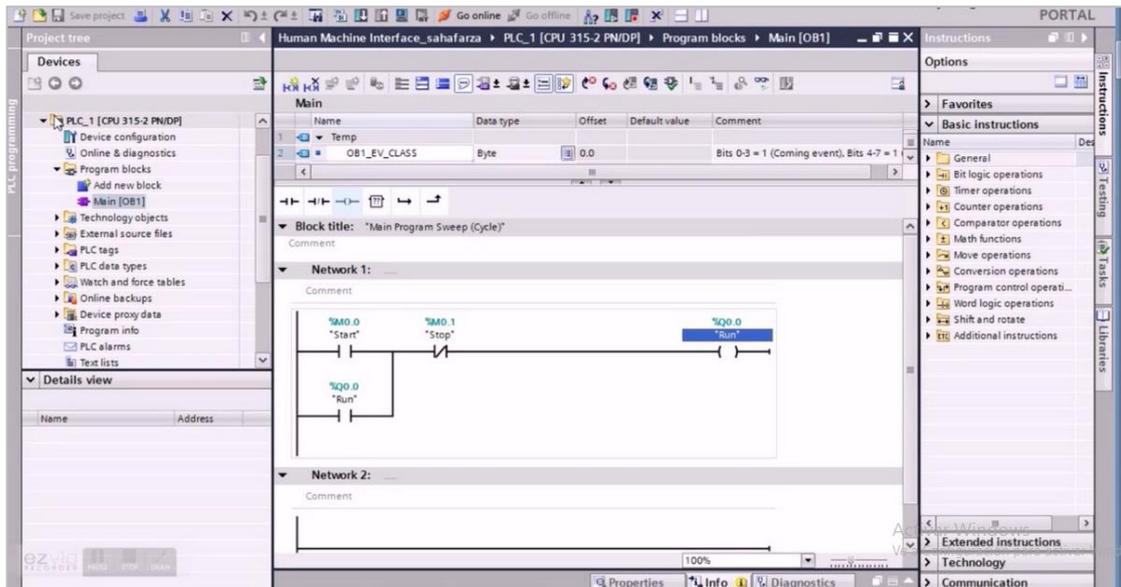


Figura 2.13. Vista principal software TIA Portal v13.

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.5. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE LOGO 8

El PLC Logo 8, es uno de los más recientes controladores lógicos programables desarrollados por la empresa Siemens, para pequeñas y medianas soluciones de automatización, dispone de nuevas funciones de comunicación y control.

Entre las características técnicas de este equipo dispone de un servidor web para el monitoreo y control de manera remota, display con capacidad de cambiar de color la luz de fondo que puede ser programada para hacer saber al operador de algún evento anormal en las instalaciones, comunicación simplificada Ethernet.

Para realizar la configuración del PLC y desarrollo de una aplicación de control de procesos se requiere del software Logosoft, para posteriormente descargar a través del puerto Profinet el programa en el PLC.

Su diseño modular y compacto le permite ser utilizado en múltiples aplicaciones de automatización, sean estas de funciones sencillas o complejas.

El controlador Logo 8 es muy flexible y potente, lo que le permite integrarse con una gran variedad de dispositivos utilizados en la industria, debido a su configuración flexible

y amplia gama de instrucciones es muy utilizado en una variedad de aplicaciones de automatización.

El controlador incorpora una variedad de elementos como fuente de alimentación, interfaces de entrada y salida, Profinet. Todo ello dentro de un cuerpo compacto, conformando un enorme y potente controlador.

Una vez que se ha transferido el programa en el controlador, su CPU contiene las instrucciones necesarias para estar alerta y controlar los componentes de la aplicación. El PLC hace un barrido del estado de las entradas y de acuerdo a la lógica programada por el usuario actualiza sus salidas, se puede incluir instrucciones de lógica booleana, operaciones matemáticas, temporización, conteo. También dispone de funciones para comunicarse con otros dispositivos.

Este es un PLC con 8 entradas digitales en AC y DC con niveles de 115 a 240 voltios, además de 4 salidas a relé con una capacidad máxima de 10 amperios.

Posee una interfaz Profinet mediante un terminal estándar RJ45 a través del cual se comunica con la unidad programadora u otros dispositivos como HMI. Como medio de seguridad incorpora contraseña de acceso a la programación.

Tiene la capacidad de retener la información de la posición de la última instrucción ejecutada, esto con la finalidad de recuperarse ante fallas en el suministro eléctrico. Posee un Display retro iluminado con 4 líneas de 12 caracteres para visualizar las funciones integradas durante la programación y mensajes de información de estado y definidos por el usuario durante el funcionamiento. (Siemens, 2018).

2.5.1. ESTRUCTURA DEL PLC LOGO 8

Diseño flexible.

Escalable.

Está provisto de una Interfaz de comunicación industrial (Profinet).

Funciones de programación avanzadas.

El controlador Logo 8 fue diseñado para entregar una flexibilidad en la programación, y combinarse de una manera libre con otros elementos de la solución de

control. Cuando sea necesario incrementar el número de entradas o salidas podrá realizarlo de una manera fácil y sencilla, con solo agregar un módulo a través de su interfaz de expansión. (Siemens, 2018).

2.5.2. SERVIDOR WEB DEL PLC LOGO 8

El PLC Logo viene incorporado con un servidor web, el mismo que permite controlar la gran mayoría de funciones básicas. Se puede acceder a la programación a través de la red. Primeramente es necesario conocer el usuario y la contraseña de administración del equipo, el acceso se los puede realizar a través de cualquier navegador de internet.

La configuración del servidor web es muy amigable, tanto así que es posible realizar desde un Smartphone, Tablet o computador personal. (Siemens, 2018).

2.5.3. COMUNICACIÓN DEL PLC LOGO 8

Existe la posibilidad de enviar mensajes de textos a través de la red de telefonía celular, estos mensajes pueden ser de alertas o eventos, que se producen dentro del proceso a controlar.

También hay la posibilidad de enviar mensajes cortos de texto para las alertas automáticas activas, dependiendo del estado del sistema. Enviar coordenadas de ubicación a través de módulos de GPS. (Siemens, 2018).

2.5.4. INTERFAZ ETHERNET

El Logo viene equipado de una interfaz Ethernet, a través de la cual establece comunicación con otros controladores u otros equipos SIMATIC S7.

Con esta interfaz Profinet, se facilita realizar el cableado para la comunicación, es más que suficiente disponer de un cable con terminales RJ-45 para empezar a comunicarse. En la figura 2.14 se observa el PLC compacto Logo 8, con su versión de firmware 8.01. (Siemens, 2018).



Figura 2.14. Vista frontal PLC Logo 8, firmware versión 08.01

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.5.5. SOFTWARE LOGOSOFT COMFORT

Logosoft Comfort es un software de programación que se utiliza con mucha frecuencia en aplicaciones de automatización y domótica, es una forma muy simplificada y económica de programar el PLC, En la figura 2.15 se muestra la interfaz principal del software de programación Logosoft, en la parte izquierda se tenemos el árbol de funciones, en la derecha el área de programación y en la parte superior el área de información general. (Siemens, 2017).

Software de fácil funcionamiento en el modo individual y configuración enormemente sencilla en modo de red, de fácil integración con otros equipos. El software Logosoft es muy fácil e intuitivo. Entre las características se puede mencionar las siguientes:

Tiene la posibilidad de configurar automáticamente, con un asistente gráfico.

Capacidad de visualización simultánea de tres programas.

Existe total compatibilidad de versiones, con un asistente de migración de proyector muy intuitivo. (Siemens, 2017).

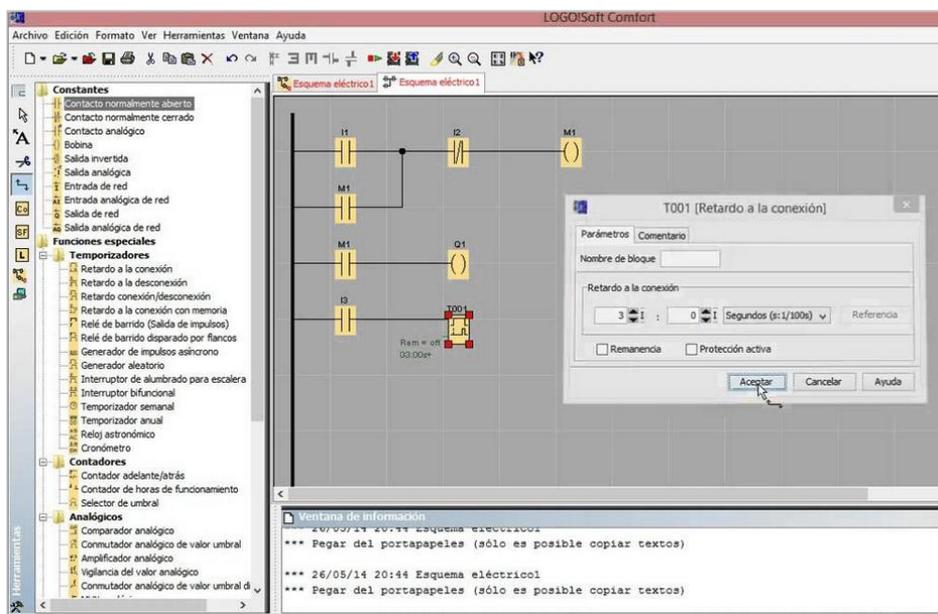


Figura 2.15 Vista de la interfaz principal software Logosoft Comfort.

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.6. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA SCADA A IMPLEMENTAR

El sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), es un software, que está destinado a la automatización de procesos localmente y de manera remota. Su principio se basa en la adquisición de datos y la ejecución de operaciones de control.

El software es diseñado específicamente para un proceso a controlar, se instala sobre un computador generalmente de características robustas, está diseñado para establecer comunicación con dispositivos captadores de datos que generalmente se encuentran instalados en el campo, fábrica o planta, estos pueden ser controladores lógicos, medidores, autómatas programables, con el único fin de que el proceso a controlar funcione de manera automática. (Inductive, 2018).

La información que se adquiere a través de los sistemas Scada, en la actualidad es utilizada no solo por estos sistemas, sino que también es procesada por aplicaciones de estadísticas generalmente para la toma de decisiones.

Para desarrollar o implementar un sistema Scada se requiere de diferentes subsistemas, uno de ellos es la adquisición de datos, el mismo que se lo puede realizar a través de un controlador lógico programable, microcontrolador, los cuales toman las señales que llegan de los sensores. (Wonderware, 2017).

A través del sistema SCADA el operador visualiza en la pantalla de un computador en tiempo real el comportamiento del sistema automatizado, las unidades instaladas remotamente, sensores, estados de alarma. Toda la actividad de control y supervisión se la realiza en tiempo real, se diseñan con la finalidad de otorgarle al operador de la planta la capacidad de controlar desde un computador todos los procesos automatizados. (Wonderware, 2017).

2.6.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL SISTEMA SCADA

Capacidad de generar de alarmas, y solicitar el reconocimiento del operador, realizar un registro de incidencias.

Capacidad de llevar un registro histórico de eventos que posteriormente podrán ser exportados a diferentes tipos de archivos por ejemplo texto plano, pdf, etc.

Realizar actividades de control, envío de comandos de activación o anulación.

Capacidad de realizar cálculos matemáticos complejos.

Una de las principales características a la hora de elegir un sistema Scada es que sea de arquitectura abierta, que tenga la posibilidad de expandir su crecimiento y ajustarse a las necesidades futuras. (Wonderware, 2017).

Debe permitir la comunicación entre equipos de diferentes marcas o fabricantes.

2.6.2. SOFTWARE DE DESARROLLO IGNITION

El software a través del cual se desarrollará el sistema Scada es Ignition de propiedad de la empresa Inductive Automation, se ha escogido esta opción de desarrollo en vista de que en modo demostrativo permite realizar las configuraciones necesarias que demanda el presente proyecto. (Inductive, 2018).

Esta plataforma de desarrollo está diseñada para crear aplicaciones de monitoreo, supervisión y control de procesos industriales. Para su implementación se encuentra dividida en un servidor de aplicación cuyo cliente accede a través de cualquier navegador de internet, evitando tener que instalar cualquier software adicional, con lo cual se podrá dar seguimiento a todo el proceso de producción de una planta o proceso a controlar. (Inductive, 2018).

Ignition generalmente tiene las siguientes barras de herramientas que determinan el entorno de trabajo del cada proyecto, en la parte superior la barra de herramientas, barra de formato y barra de asistente de elementos Active X, a la derecha la barra de dibujos, en la parte inferior la barra de vistas, organización y zoom, en la parte izquierda, se tiene campos para la administración de ventanas, código de programación, herramientas y carpetas. (Inductive, 2018).

Ignition es un servidor web de aplicaciones industriales, permite el diseño dinámico y animaciones gráficas de alto relieve, además la posibilidad de ejecutar varias aplicaciones de manera simultáneas. (Inductive, 2018).

La base del desarrollo de Ignition es Java, esto hace que sea compatible con cualquier sistema operativo como Windows, Linux, OsX. Incorpora además un servidor OPC que le permite comunicarse con una gran variedad de PLC en la industria a través de diferentes protocolos. En la figura 2.16 la interfaz principal de inicio de la aplicación, como se puede observar todo se realiza a través de un navegador de internet, como si se tratase de una simple página web. (Inductive, 2018).

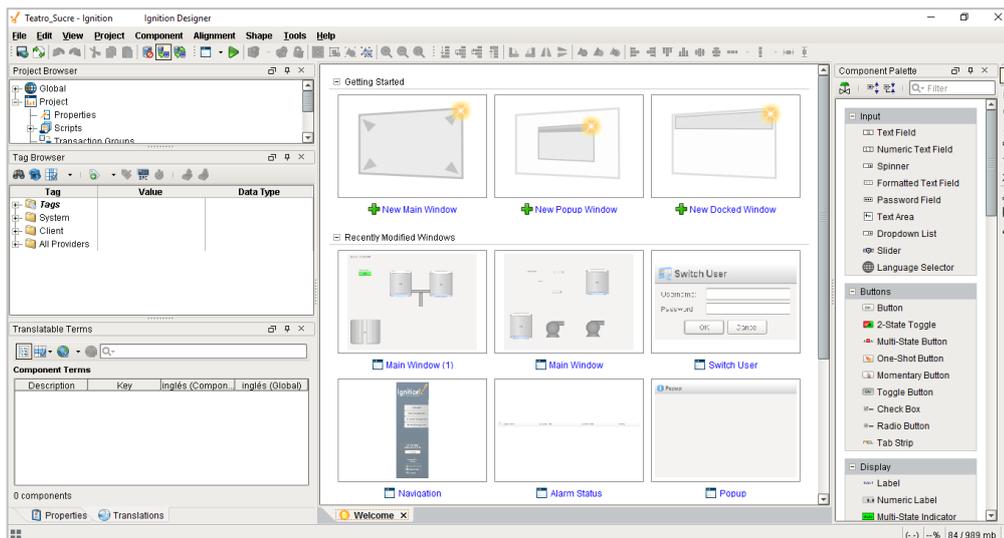


Figura 2.16. Vista de interfaz principal software Scada Ignition.

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.6.3. FUNCIONES PRINCIPALES DEL SISTEMA SCADA

- **SUPERVISIÓN**

- Permite la visualización del estado de funcionamiento del proceso automatizado o desempeño de las instalaciones.
- Gráficos animados para monitoreo de presión en la tubería de la red de abastecimiento.
- Visualización de alarmas.
- Gráficos animación de encendido de bombas.
- Monitorear la presión en la tubería en la red de distribución.
- Gráficos animados de los niveles de agua en la cisterna.
- Generación de alertas por bajo nivel de agua.
- Luz piloto de alerta por apagado de sistema eléctrico de las bombas.

- **CONTROL DE LAS INSTALACIONES**

- Encendido de las bombas cuando la presión de la red haya alcanzado el punto de seteo más bajo.

- Apagado automático de las bombas cuando la presión de la red haya alcanzado el punto más alto.
- Función de encendido manual de manera remota, y apagado cuando la presión de la red haya alcanzado el punto más alto.

- **VISUALIZACIÓN GRÁFICA**

- El sistema permitirá visualizar imágenes con animaciones que representan el funcionamiento del sistema en tiempo real.

- **REPRESENTACIÓN DE SEÑALES DE ALARMAS**

- El sistema permitirá a través de señales de alarmas, alertar al operador sobre cualquier comportamiento anormal en las instalaciones.
- Estas señales serán visuales.

2.6.4. COMUNICACIÓN DEL SISTEMA SCADA IGNITION

La comunicación del sistema SCADA, de donde obtendrá la información sobre la cual se fundamentará su funcionamiento, es el PLC LOGO, mediante la interfaz de comunicación Profinet conectada a través de un router.

En la figura 2.17 se observa que para la comunicación entre el sistema SCADA y los demás equipos, se la realiza por medio de un conmutador de red de capa dos, esto hace que no se requiera de mayor instalación de cableado.

Para realizar el intercambio de información entre el sistema SCADA y los demás dispositivos que se encuentran instalados, se requiere de un medio de comunicación, en este caso será a través del cableado estructurado Cat.5E instalado en el edificio, solo se agregará un router el mismo que dispone de 4 puertos Gigabit para que la información vaya de un extremo a otro en tiempo real.

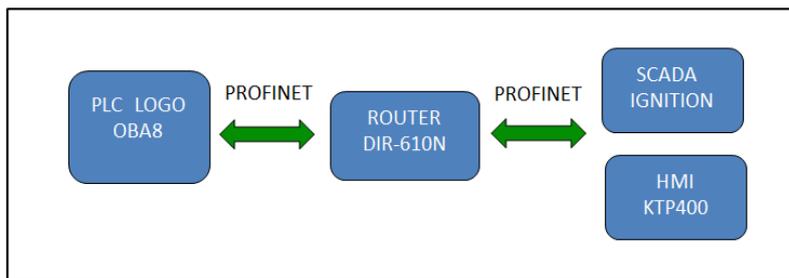


Figura 2.17 Comunicación sistema SCADA.

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.6.5. TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL SISTEMA SCADA

El protocolo de comunicación sobre el cual se realizará el intercambio de información es Profinet, todos los equipos utilizados en el proyecto trabajan con este protocolo.

Profinet es la evolución del estándar abierto de Ethernet Industrial para la automatización. Utiliza Industrial Ethernet y permite la comunicación en tiempo real hasta el nivel de campo. Profinet tiene su origen en los protocolos TCP/IP, es el estándar de comunicación industrial que más se utiliza en la actualidad, se integra fácilmente con los equipos existentes, por lo que su escalado es muy flexible.

Debido a que Profinet tiene como base Ethernet ofrece muchas más opciones de topología, incluyendo estructuras de estrella, anillo y árboles que hacen más fácil para el diseño y puesta en marcha.

Profinet antes de empezar a transmitir la información se asegura que el canal se encuentre disponible, sin embargo, podría haber colisión de los datos si algún otro equipo empieza a transmitir, de ser ese el caso los dos equipos detendrán sus comunicaciones y se mantendrán en espera para después de un momento volver a establecer la comunicación. Este problema se corrigió instalando un switch, en vista de que estos soportan la comunicación en dos vías de manera simultánea, haciendo que la comunicación sea más fluida.

En la figura 2.18 se observa que usando 100 Mbit/s Ethernet, PROFINET alcanza una velocidad de transmisión significativamente alta (p.ej. comparado con PROFIBUS DP).

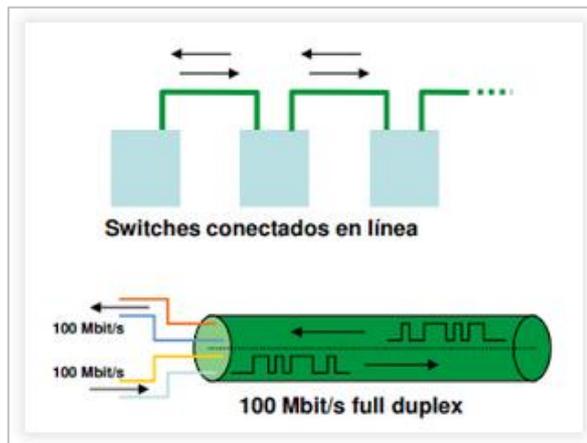


Figura 2.18. Velocidad típica Profinet.

Fuente: (Siemens Industry, 2017).

A continuación, se describe varias de las ventajas que se tiene al momento de utilizar Profinet como estándar de comunicación.

- Permite transmitir grandes volúmenes de información.
- Tiene la capacidad de comunicar equipos que se encuentran muy distantes.
- Permite la comunicación e interacción entre diferentes tipos de equipos de control, computadoras.
- Permite la comunicación desde equipos instalados en oficinas hasta los que se encuentran instalados en el campo en ambientes industriales.
- Los costos de implementación se reducen por el motivo de que la comunicación puede realizarse sobre la red de cableado estructurado.
- Tiene la posibilidad de convivir con otras redes.

2.7.ESPECIFICACIONES DE LOS SENSORES DE PRESIÓN

En la figura 2.19 se tiene los sensores de presión tipo industrial CS-PT100, este sensor emite una señal analógica de corriente a su salida de acuerdo el nivel de presión a la que se encuentre trabajando, las características técnicas son las siguientes:

Tabla 4. Especificaciones Técnicas sensor CS-PT100.

ATRIBUTO	VALOR
Rango de presión	0-200 psi
Voltaje	10 – 30 Vdc
Salida	4-20 mA
Exactitud	0.5%

Fuente: Elaborado por el Autor.



Figura 2.19. Sensor analógico de presión.

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.8. SENSOR ANALÓGICO DE NIVEL DE LIQUIDOS

A continuación se tiene el sensor que será utilizado para medir los niveles de agua en la cisterna, este sensor irá ubicado dentro de la cisterna a la altura que se deseada, para que emita una señal eléctrica cuando se encuentre activado. En la figura 2.20 se muestra el tipo de sensor a utilizar, el mismo internamente posee un contacto magnético que se accionará cuando el nivel de agua haya alcanzado el nivel seleccionado.



Figura 2.20. Sensor flotador tipo boya, para medición de líquidos.

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.9.FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONMUTADA

El sistema dispone de una fuente de alimentación cuya entrada es de 110-220 voltios AC y entrega a la salida 24 voltios DC, servirá para alimentar la pantalla HMI, tarjeta controladora de los sensores, sensores de nivel, sensores de presión y relé de entradas de los sensores.

En la figura 2.21 se puede observar la fuente a utilizar en el proyecto, se trata de una fuente de alimentación diseñada específicamente para alimentar equipos de funcionamiento crítico dentro de la automatización de procesos industriales, su modo de instalación es modular, se ajusta fácilmente para montaje sobre bastidor de medidas estándar. Dispone de elementos de protección eléctrica para entregar una alimentación fiable a los equipos.



Figura 2.21. Fuente de alimentación 24 Voltios DC.

Fuente: Elaborado por el Autor.

2.10. ROUTER GIGABIT ETHERNET

Las comunicaciones entre los equipos PLC, HMI, computador con sistema Scada, serán gestionadas a través de un router de 4 puertos Ethernet para LAN y un puerto WAN,

es un equipo diseñado para pequeñas aplicaciones, debido a la cantidad de puertos, además permite enviar información en tiempo real por grandes cantidades.

Dispone en todos sus puertos de un sistema de detección automática, escoge automáticamente la mejor velocidad de los puertos entre 10/100/1000 Mbps, se acopla automáticamente a la velocidad de los demás dispositivos en la red. En la figura 2.22 se observa el lado frontal y en la parte posterior las interfaces Ethernet del equipo que se va a utilizar.

Se alimenta a través de una fuente de corriente continua de 5 voltios.

Especificaciones Técnicas

- Velocidad inalámbrica de hasta 150 Mbps
- Antena Interna con tecnología Wireless N
- Certificación de la especificación WPS
- 4 Puertos LAN 10/100Mbps
- 1 Puerto Internet 10/100Mbps
- Dispone de un monitor de calidad de servicio que permite establecer prioridades de tráfico.



Figura 2.22. Router DIR-610N+

Fuente: (D-Link, 2018).

2.11. CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA A MONITOREAR

El automatización del sistema hidroneumático permite ser monitoreado de manera remota ya sea través de la pantalla HMI o aplicación SCADA, en ambas interfaces de monitoreo se dispone de gráficos animados u objetos indicadores que muestran los niveles de presión, agua en las cisternas, estado de funcionamiento de las bombas, alarmas por sobre corriente de las bombas, presencia de voltaje en el sistema eléctrico de fuerza, alertas por sobre o baja presión en la red, alertas por niveles normales de agua en las cisternas.

La comunicación entre dispositivos se la realiza a través del estándar Profinet, el mismo que permite enlazar los equipos por medio de una interfaz Ethernet, como si se tratara de un equipos más de la red de datos, esta es una gran ventaja en vista de que permite utilizar la red de cableado estructurado ya instalado.

2.11.1. FUNCIONES DE MONITOREO EN LA PANTALLA HMI

- Monitoreo del nivel de agua de las cisternas.
- Monitoreo de la presión en la tubería de la línea de abastecimiento.
- Monitoreo de la presión en la tubería de la línea de distribución.
- Monitoreo de encendido de bombas.
- Horómetro para visualizar el tiempo de encendido de las bombas.
- Monitoreo de protección eléctrica de las bombas.
- Generación de alarmas por exceso de presión en la red de abastecimiento.
- Generación de alarmas por niveles de agua fuera de lo normal.

2.11.2. FUNCIONES DE CONTROL

- Apagado de las bombas cuando el sistema haya alcanzado la presión superior.

- Encendido de las bombas cuando la presión se encuentre en el nivel inferior.
- Activación de sistema de arranque estrella-triángulo de las bombas.

2.11.3. FUNCIONES DE MONITOREO A TRAVÉS DEL SISTEMA SCADA

- Gráficos animados para monitoreo de presión de la red de abastecimiento.
- Visualización de alarmas.
- Gráficos animación de encendido de bombas.
- Monitoreo de presión de la red de distribución.
- Gráficos animados de los niveles de agua en la cisterna.
- Generación de alertas por bajo nivel de agua.
- Alerta de desconexión de bombas por sobre corriente.
- Alerta por apagado de sistema eléctrico de las bombas.

CAPÍTULO III. IMPLEMENTACIÓN

3.1. DISEÑO DEL PLANO DE LAS INSTALACIONES

En la figura 3.1 se observa en plano con la ubicación del cuarto de bombas con su respectivo equipamiento, la cisterna y el cuarto de monitoreo y seguridad, donde se encuentra ubicado un computador monitoreando las instalaciones a través del sistema SCADA. A fin de observar el plano en mejor detalle, remitirse al Anexo C.

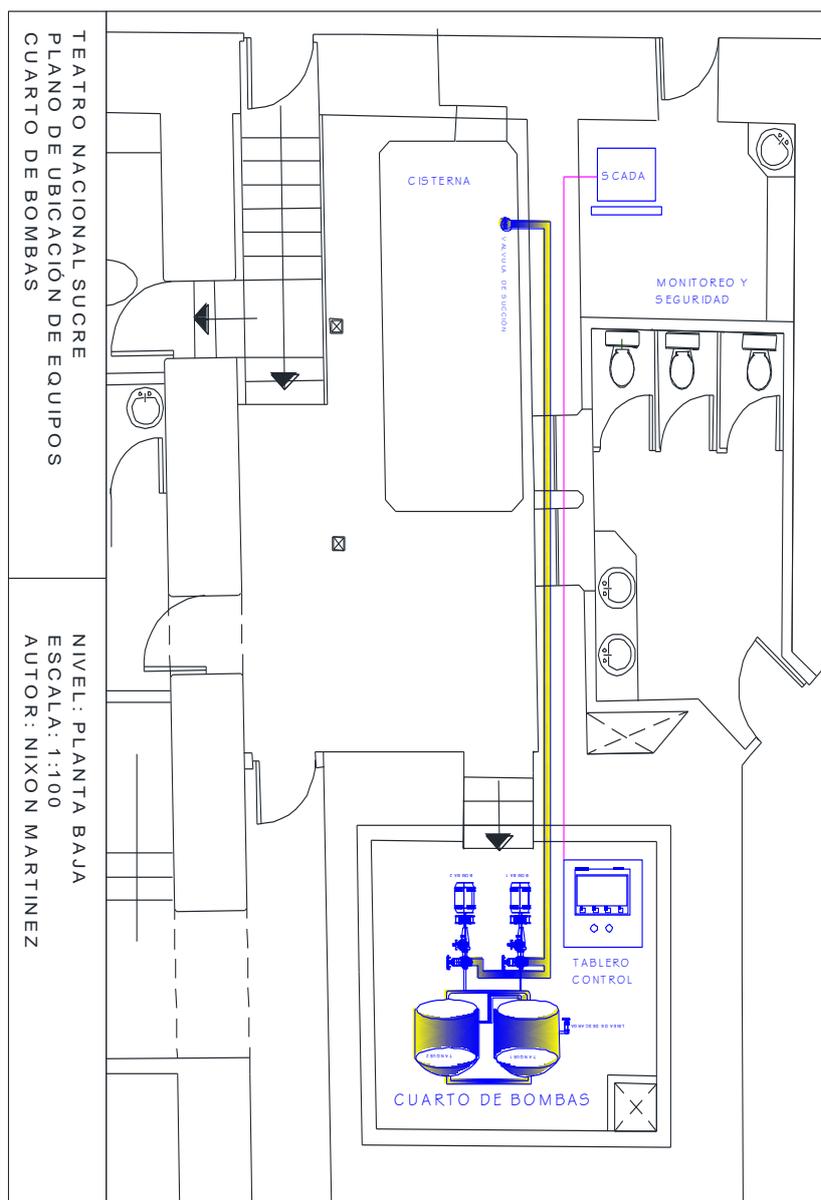


Figura 3.1. Plano de las instalaciones del sistema hidroneumático en el edificio.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.2. IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

El tablero de control se ha montado sobre un gabinete de acero inoxidable de las siguientes medidas 60 alto, 50 ancho y 23 de profundidad. En el fondo está provisto de una lámina de acero de 1mm de espesor, sobre la que se ha colocado un riel DIN de medidas normalizadas 35 mm x 7.5 mm, que servirá de base para el montaje de los equipos, borneras y demás dispositivos.

En la parte frontal de tablero se realizó una perforación, para colocar la pantalla HMI, además de un selector de tres posiciones, con las instrucciones de manual y automático, finalmente un indicador luminoso que señala la presencia de voltaje 220v en la red.

Alrededor del fondo del tablero, se colocó una canaleta plástica de 3x3cm de tipo organizador de cables, con la finalidad de que todas las instalaciones vayan correctamente distribuidas, de esta manera evitar la menor cantidad de cables sueltos o materiales de sujeción adicionales.

La distribución de los elementos dentro del tablero está realizada en la parte superior se tiene las protecciones eléctricas, borneras de conexión y fuente de alimentación de 24 Vdc. En la parte inferior se tiene el PLC Logo, borneras que conectan las salidas y entradas del PLC, relé con bobinas de 24 Vdc para la para el monitoreo de los sensores de nivel.

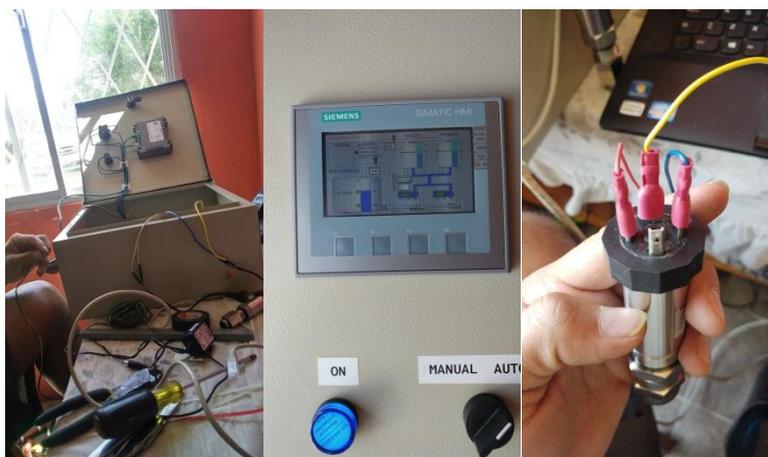


Figura 3.2. Elaboración del Tablero de control.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.2.1. DEFINICIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC

El PLC Logo 8, posee 8 entradas digitales de 110 voltios, la lógica de programación hace que el PLC monitoree constantemente el estado de estas entradas.

La tarjeta de electrónica de comunicación con el PLC entrega las señales de 110 voltios al PLC por medio de los relés conectados a las salidas del microcontrolador PIC16F628A. En la figura 3.2 se muestra la conexión realizada entre el PLC y la tarjeta electrónica, cuyas entradas se detallan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 5. Asignación de Interfaces del PLC

INTERFAZ	DESCRIPCIÓN	TIPO
Entrada 1	Sensor 1 nivel cisterna	Digital
Entrada 2	Sensor 2 nivel cisterna	Digital
Entrada 3	Sensor 3 nivel cisterna	Digital
Entrada 4	Sensor de sobre corriente de Bomba 1	Digital
Entrada 5	Sensor de sobre corriente de Bomba 2	Digital
Entrada 6	Selector modo Manual	Digital
Entrada 7	Selector modo Automático	Digital
Entrada 8	Sensor de presión 1	Analógico
Entrada 9	Sensor de presión 2	Analógico
Salida 1	Sistema arranque Estrella-Triángulo	Digital

Fuente: Elaborado por el autor.

3.2.2. PARÁMETROS DE COMUNICACIÓN PARA EL PLC

La configuración del PLC se la desarrollo mediante el software Logosoft Comfort versión 8.1.1, que es la versión más reciente liberada por el fabricante del equipo, una vez

instalado el software en la computadora, el primer paso para empezar a manejar el PLC, es establecer comunicación.

El PLC dispone de un único puerto RJ-45 estándar a través del cual es posible realizar las configuraciones del equipo y la comunicación con otros dispositivos, por lo que inicialmente se configuró a través de las teclas de funciones que vienen en el mismo equipo, las siguientes direcciones de red, cabe señalar que también es posible realizar estas configuraciones desde el software Logosoft.

3.2.3. CONFIGURACIÓN MANUAL DE DIRECCIÓN IP EN EL PLC

En la figura 3.3 se observa la dirección de IP asignada de fábrica en el equipo.

Dirección IP: 192.168.0.10

Máscara de red: 255.255.255.0

Gateway: 192.168.10.254



Figura 3.3. Asignación manual de dirección de IP en el PLC.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.2.4. CONFIGURACIÓN DE COMUNICACIÓN DEL PLC-PC

En la figura 3.4 se tiene la configuración de los valores de la interfaz de red en el computador y en el PLC, con el fin de establecer comunicación entre los equipos.

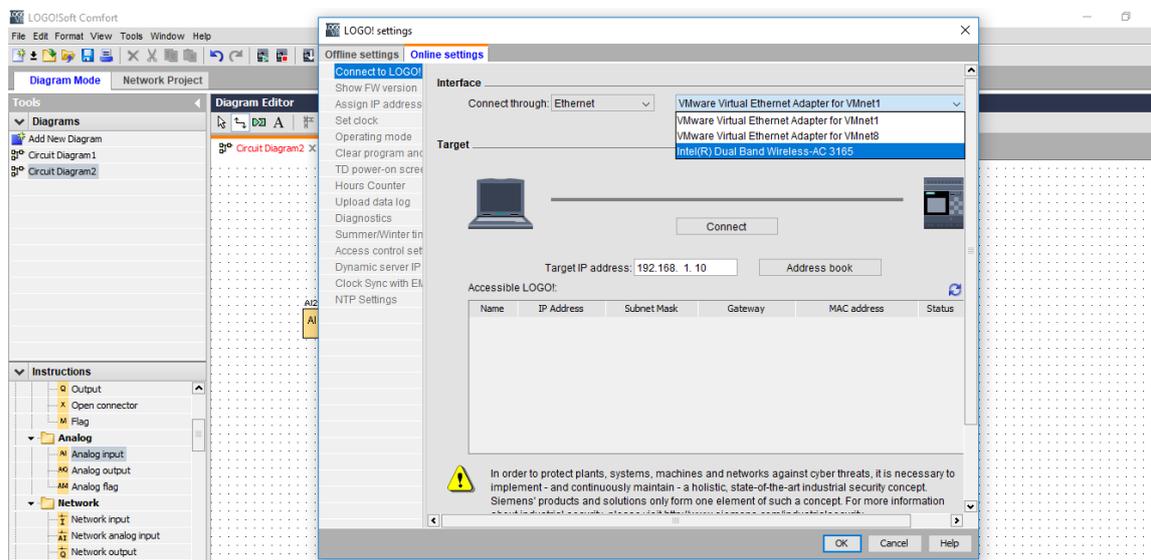


Figura 3.4. Selección interfaz de comunicación

Fuente: Elaborado por el Autor.

Para asegurarse que la comunicación entre PLC y PC se ha realizado correctamente, en la pantalla del computador se debe mostrar la dirección MAC del PLC, como se muestra en la figura 3.5.

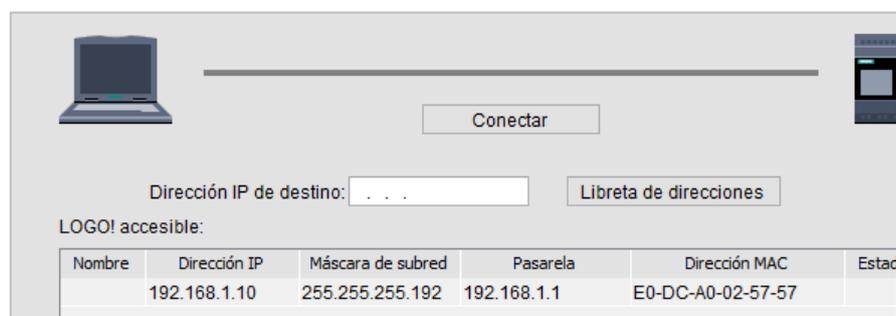


Figura 3.5. Selección de la comunicación del PLC con la PC de programación

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.6 se observa que una vez establecida la comunicación, de manera automática se ha marcado en color verde una línea que une los equipos, al PLC Logo se le asignó la dirección IP 192.168.1.10., la comunicación con la computadora es a través de la interfaz Ethernet incorporada.

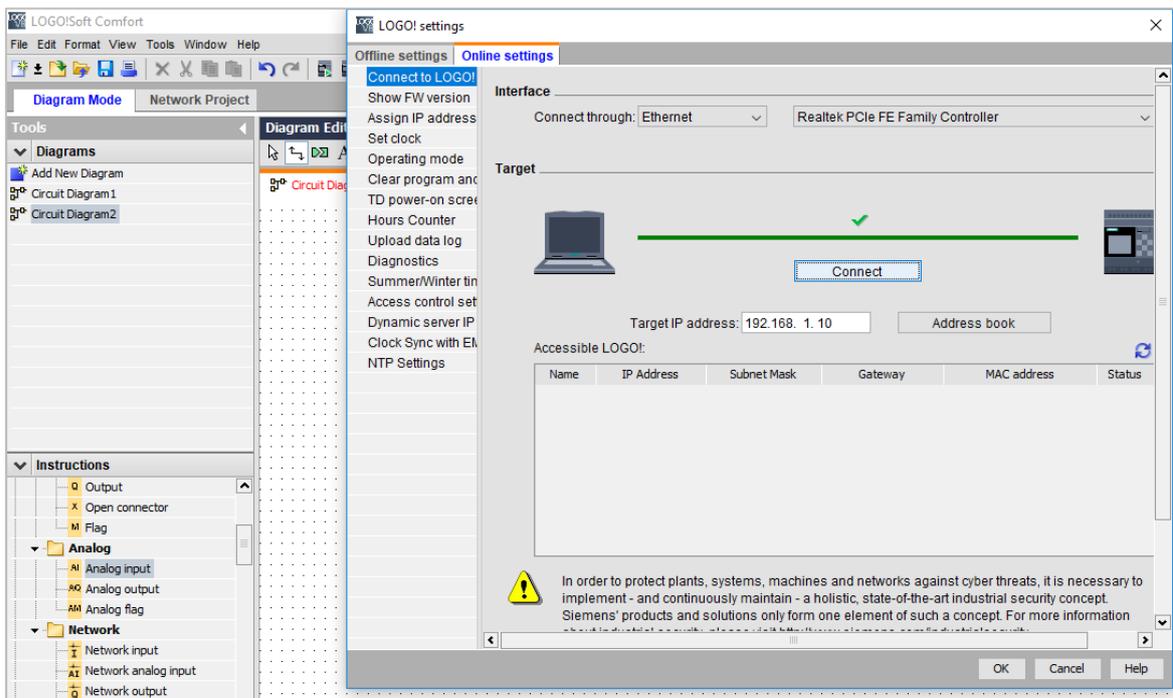


Figura 3.6. Prueba de comunicación entre PLC-PC

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.2.5. CONFIGURACIÓN DE COMUNICACIÓN DEL PLC-HMI

En la figura 3.7 se tiene la configuración de la interfaz Profinet para la comunicación del PLC Logo con el software TIA Portal de Siemens, seguidamente se agrega el dispositivo HMI,

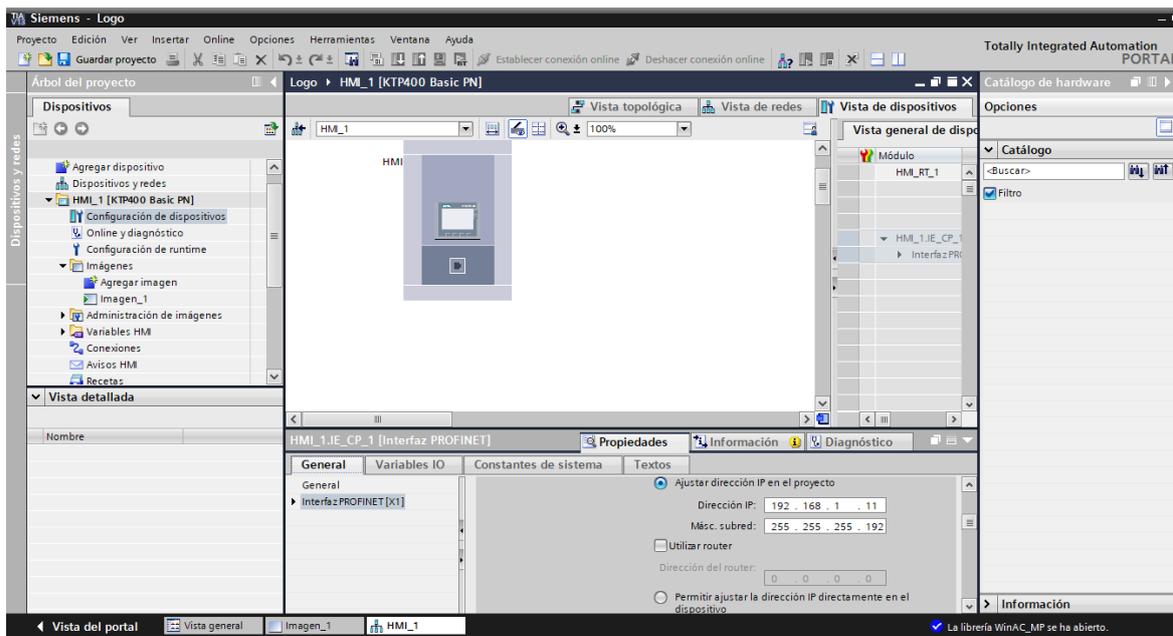


Figura 3.7. Agregar dispositivo Logo8.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.8 se establece comunicación entre el PLC y el HMI, para esto se asigna en los equipos las siguientes direcciones IP's 192.168.1.10 para el PLC y 192.168.1.11 HMI, y se selecciona el protocolo de comunicación Profinet, en ambos equipos.

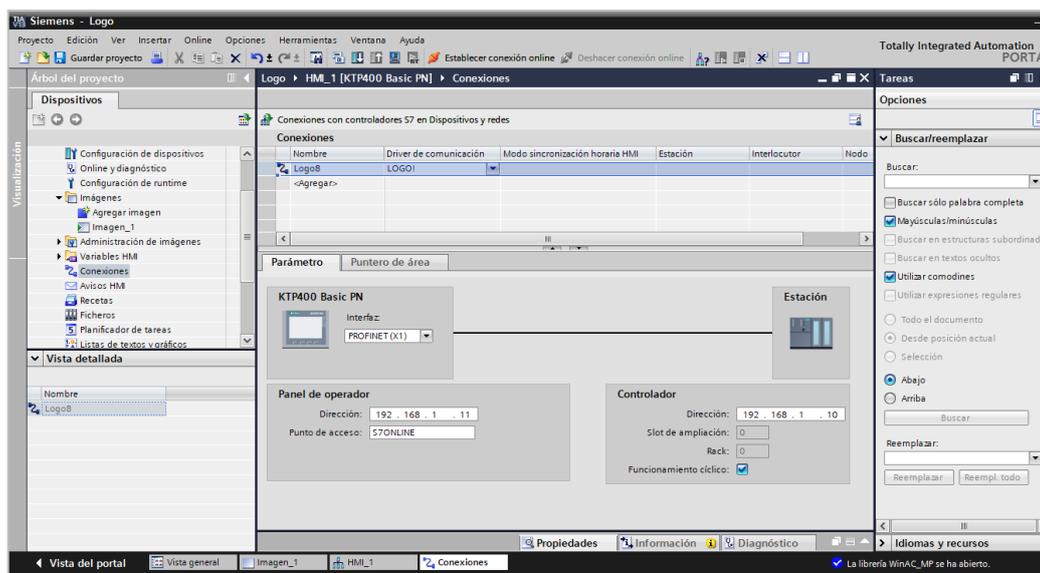


Figura 3.8. Conexión entre PLC Logo y HMI.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.2.6. PROCEDIMIENTO DE PROGRAMACIÓN DEL PLC

Establecida la comunicación con el Logo desde el software de programación Logosoft, el equipo está listo para aceptar cualquier secuencia de instrucciones realizadas por el usuario.

Las instrucciones programadas en el PLC, están realizadas mediante bloques lógicos o diagrama de funciones (FUP), aunque también hay la posibilidad de programar en lenguaje de escaleras (KOP).

El programa desarrollado contempla las siguientes funciones.

Monitoreo de las entradas analógicas y digitales, a la cuales llegan las señales de los sensores de nivel, protección eléctrica de bombas y presiones de la red de abastecimiento y distribución.

Instrucciones de alertas en los casos de:

- Presiones de agua fuera de rango.
- Niveles de agua fuera del margen.
- Error en suministro eléctrico de las bombas.

Además de las siguientes condiciones de funcionamiento.

- Presión de arranque menor a 40 PSI
- Presión de apagado 60 PSI
- Arranque en modo automático de las bombas, cuando la presión en los tanques hidroneumáticos haya bajado a 40 PSI, con la condición de que la presión en la red de abastecimiento de las bombas se encuentre dentro del margen 40-60 PSI, esto con la finalidad de arrancar las bombas siempre que el sistema de succión se encuentre cebado y evitar el funcionamiento inadecuado de las mismas.
- Arranque en modo manual de las bombas, en esta condición el PLC primeramente evalúa la presión de los tanques hidroneumáticos, si esta se encuentra dentro del margen 40-60 PSI, no arranca las bombas.
- En modo de arranque manual, al igual que en automático, el PLC antes de mandar a arrancar las bombas evalúa la presión de la línea de abastecimiento para saber que

estas se encuentra cebadas. Además los niveles de agua en las cisternas para no manda a arrancar las bombas en vacío.

- Generación de eventos de alertas a través de marcas, las cuales serán graficadas en la pantalla HMI.
- Envío de los registros de funcionamiento a través de la interfaz Profinet, hacia el HMI.

En la figura 3.9 se tiene la pantalla de inicio del software Logosoft, señalas las opciones para crear un nuevo proyecto, el método de desarrollo para este proyecto es Diagrama de Funciones (FUP), por ser un método dinámico y flexible.

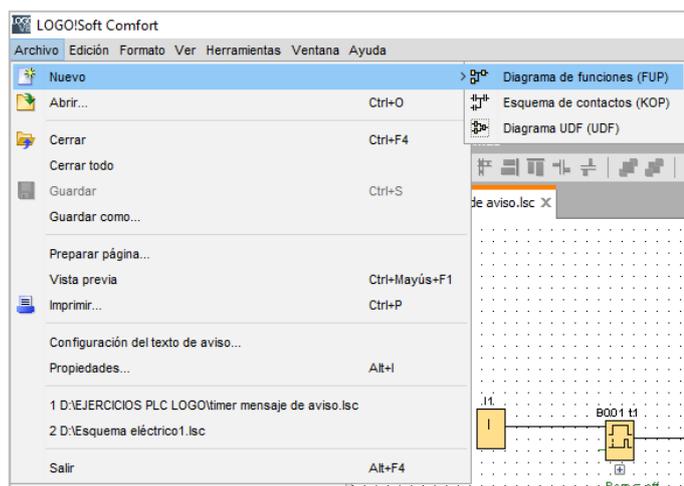


Figura 3.9. Selección de modo de Programación del PLC

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.10 se observa el programa que está ejecutando el PLC, este fue desarrollado a utilizando el software Logosoft Comfort versión 8.1, en la sección de anexos se adjunta para mejor visualización toda la información relacionada a la programación del PLC.

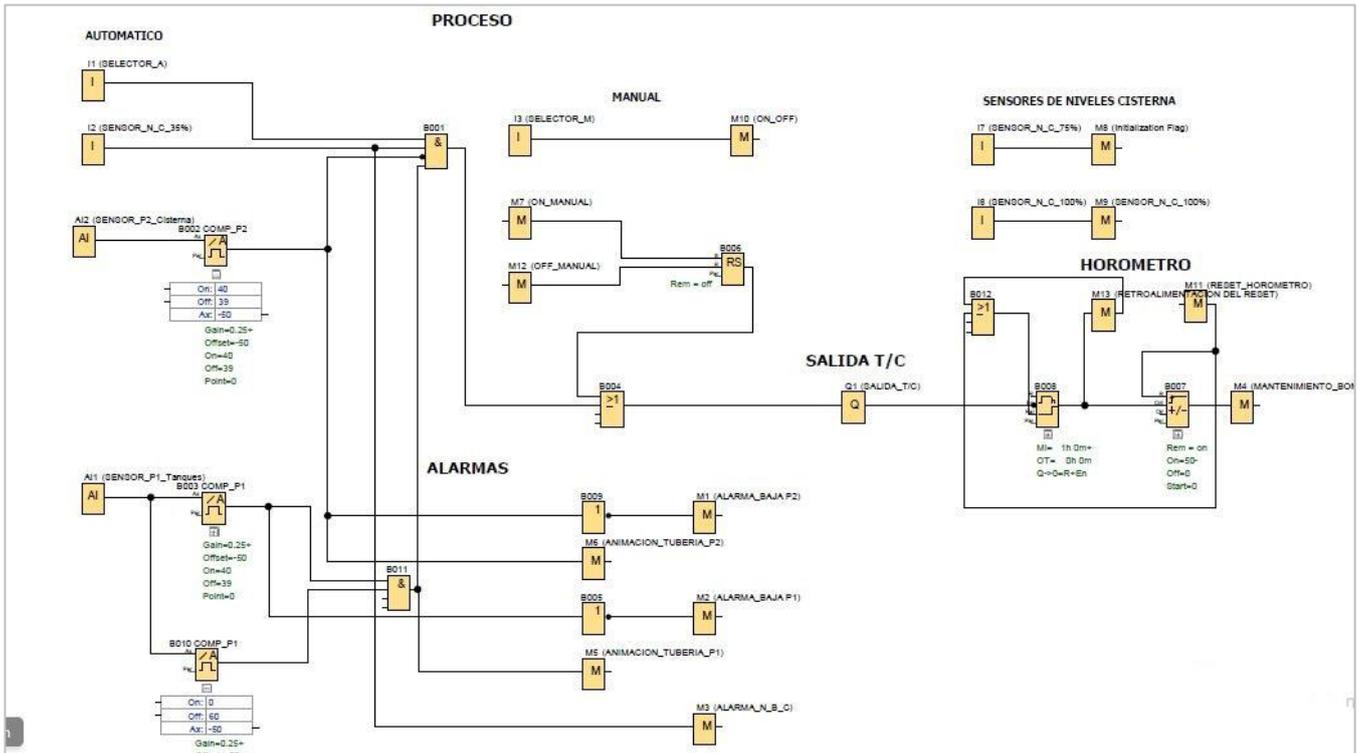


Figura 3.10. Instrucciones de programación grabadas en la memoria del PLC

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.2.7. DEFINICIÓN DE VARIABLES DE ENTRADAS Y SALIDA

La figura 3.11 muestra el registro de las entradas y las variables configuradas en el PLC, las cuales son la base del programa cargado en el dispositivo, estos datos pueden ser exportados en diferentes tipos de archivos.

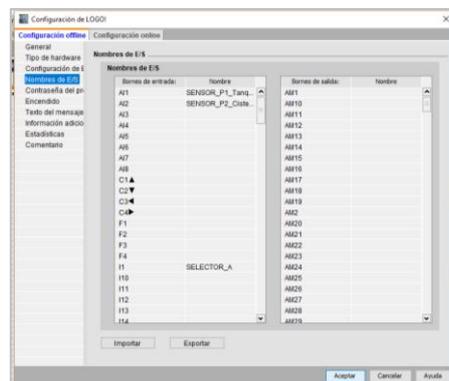


Figura 3.11. Configuración de variables de E/S en el PLC

Fuente: Elaborado por el Autor.

La siguiente tabla contiene la asignación de variables establecidas en el PLC, a lo largo de la tarea de configuración.

Tabla 6. Variables registradas en el PLC

NOMBRE DEL CONECTOR
AI1,SENSOR_P1_Tanques
AI2,SENSOR_P2_Cisterna
I1,SELECTOR_A
I2,SENSOR_N_C_35%
I3,SELECTOR_M
I4,RESET_HOROMETRO
I6,ON/OFF_MANUAL
I7,SENSOR_N_C_75%
I8,SENSOR_N_C_100%
M1,ALARMA_BAJA P2
M10,ON_OFF
M11,RESET_HOROMETRO
M12,OFF_MANUAL
M2,ALARMA_BAJA P1
M25,LOGO! se retroilumina en blanco
M26, LOGO! TD con retroiluminación blanca
M27,Marca para juego de caracteres del aviso
M28,LOGO! se retroilumina en ámbar
M29,LOGO! se retroilumina en rojo
M3,ALARMA_N_B_C
M30, LOGO! TD con retroiluminación ámbar
M4,MANTENIMIENTO_BOMBAS
M5,ANIMACION_TUBERIA_P1
M6,ANIMACION_TUBERIA_P2
M7,ON_MANUAL
M8,Marca de arranque
M9,SENSOR_N_C_100%
Q1,SALIDA_T/C

Fuente: Elaborado por el autor.

La información mostrada en la tabla, fue exportada desde el software de programación, para acceder a ella se debe ingresar al Menú/Edición/Nombres de Conexiones/Opción “Exportar” en tipo de archivo “.csv”

3.2.8. CONFIGURACIÓN DE BLOQUES DE MEMORIAS VARIABLES

En la figura 3.12 se muestra la gráfica de configuración de los bloques de memoria, utilizados para almacenar y transferir los datos desde el PLC hacia el HMI a través de la red local.

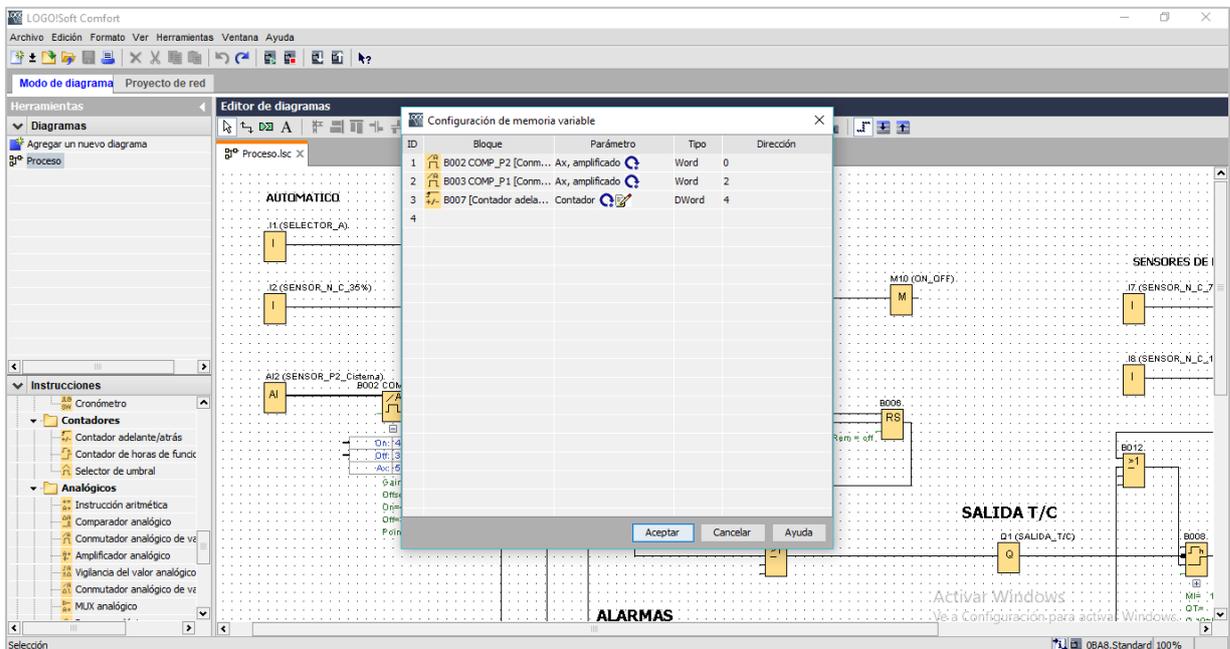


Figura 3.12 Definición de bloques del programa que ejecuta el PLC.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.2.9. PARÁMETROS DE COMUNICACIÓN DEL PLC

En la figura 3.13 se muestra la gráfica de configuración de la dirección IP en el PLC.

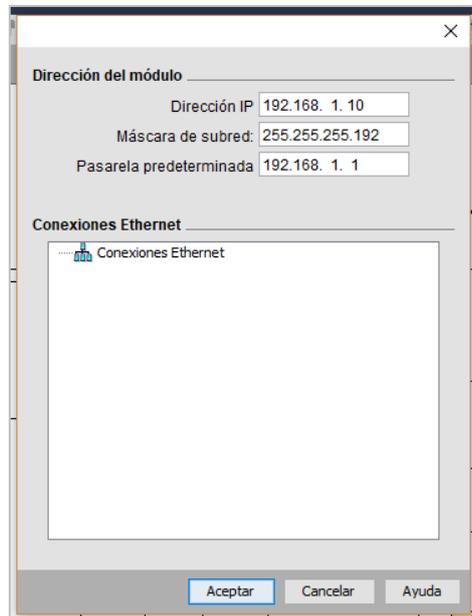


Figura 3.13 Definición de Dirección IP del PLC.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.2.10. CARGAR PROGRAMA EN LA MEMORIA DEL PLC

En la figura 3.15 vemos el procedimiento para transferir en la memoria del PLC, el programa desarrollado, previamente el PLC debe estar en modo stop.

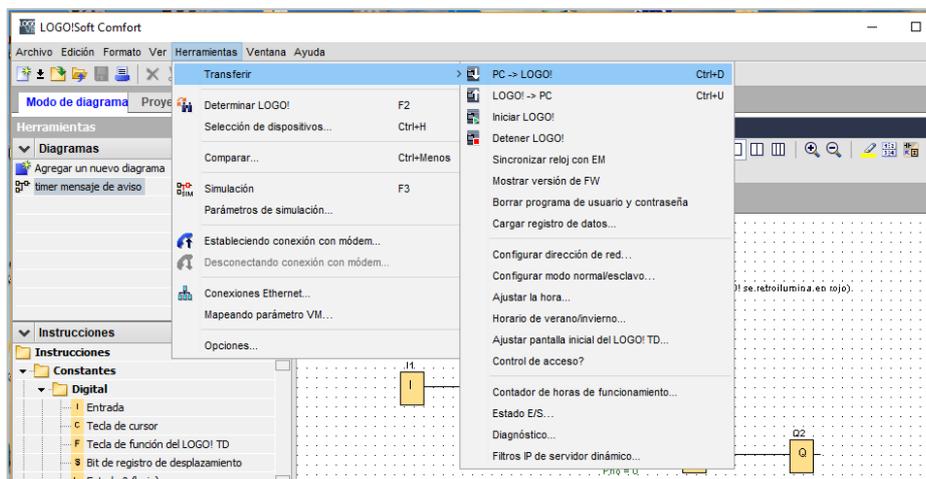


Figura 3.15. Cargar Programación en el PLC

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.3. ELABORACIÓN DE LA TARJETA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIÓN CON LOS SENSORES

El diseño de la tarjeta de control de los sensores se lo realiza mediante el software Proteus versión 8.0 Professional, el circuito integrado que gobierna el funcionamiento es el PIC16F628A. En la parte central de la figura 3.16 se tiene el microcontrolador PIC16F628A, arriba 6 relés que funcionan de entrada y abajo 6 relés que operan como salidas, acompañados finalmente por borneras como punto final para las conexiones.

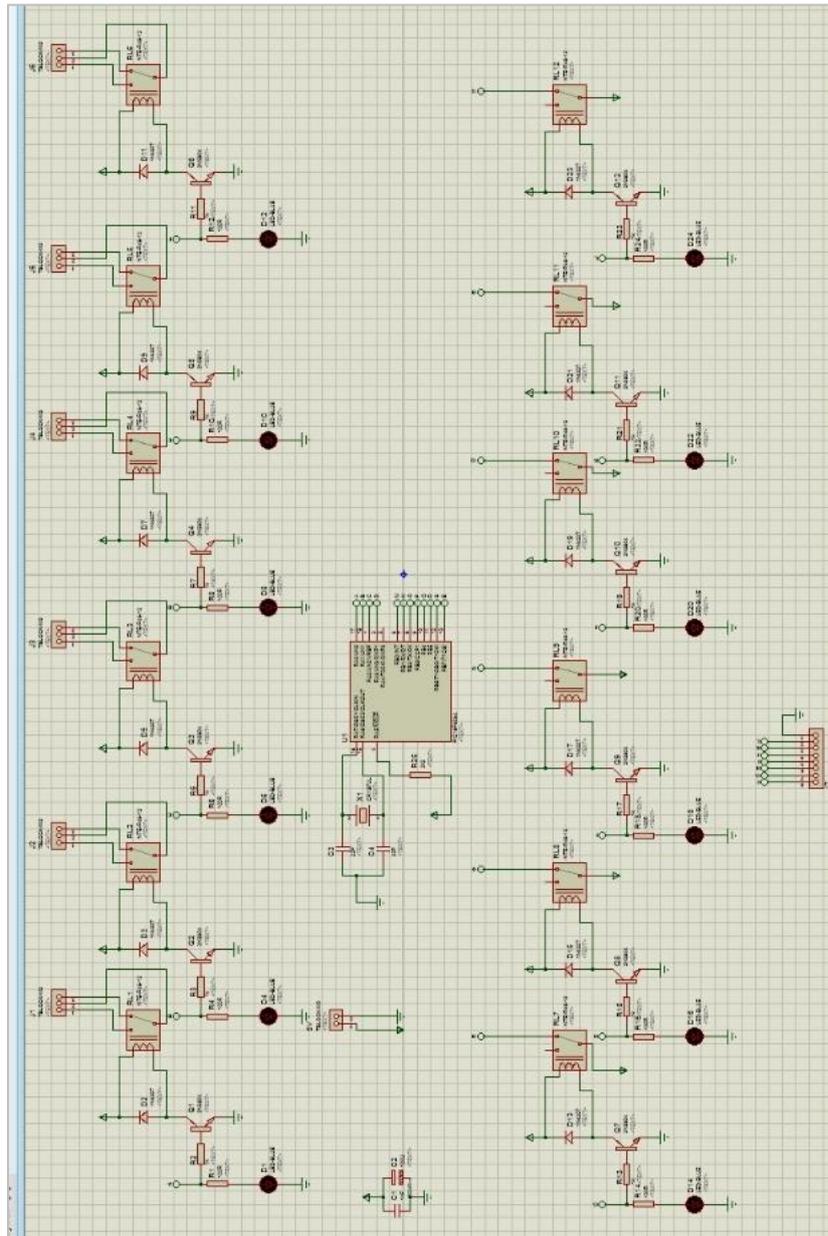


Figura 3.16. Esquema del diseño electrónico de la tarjeta.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.3.1. FABRICACIÓN DE LA TARJETA ELECTRÓNICA

Luego del diseño de la tarjeta electrónica, el paso siguiente es moldear sobre la baquelita las pistas del circuito electrónico, para esto se requiere previamente imprimir en papel de tipo termotransferible formato A4 en una impresora láser. Se coloca sobre la placa de baquelita el papel con el circuito impreso y se procede a calentar hasta que toda la tinta se plasme sobre la baquelita. Hay que tener mucho cuidado al momento de realizar este procedimiento y tener cuidado de que toda la tinta del circuito impreso se transfiera a la baquelita.

Completado el proceso de grabado de las pistas en la baquelita, esta se sumerge sobre un recipiente que contiene cloruro férrico con la finalidad de eliminar las secciones que no se encuentran marcadas como parte del circuito electrónico, este proceso tarda un poco de tiempo en realizarse, luego se procede a lijar las partes que no se desprendieron completamente de la baquelita, hasta que en la placa quede únicamente el circuito electrónico diseñado.

Posteriormente se realiza las perforaciones de los huecos donde van soldados los componentes electrónicos sobre la baquelita y por último se sueldan los elementos electrónicos, para esto se utilizan los materiales como estaño, un cautín y pasta térmica. Este proceso de elaboración de la tarjeta electrónica se muestra a continuación en la figura 3.17,

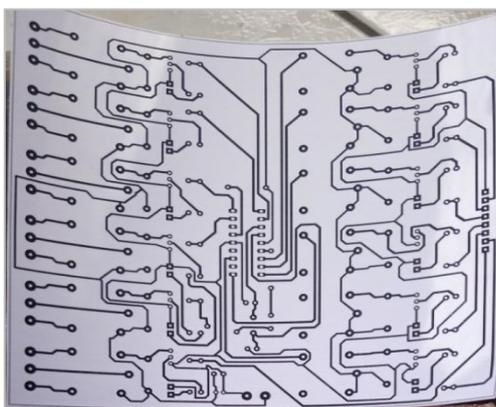


Figura 3.17. Circuito en papel termotransferible de la tarjeta electrónica.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.18 se observa el proceso de perforado de la baquelita en el sitio donde irán montados los elementos electrónicos que componen la tarjeta que conecta los sensores.

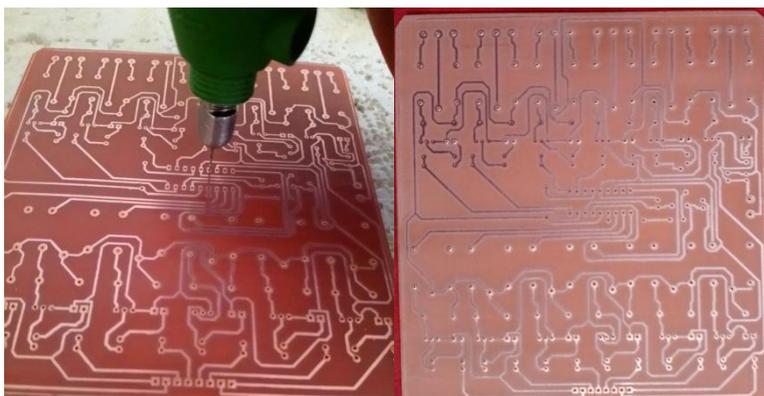


Figura 3.18. Perforación de la tarjeta electrónica colocación de elementos.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.3.2. PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADOR PIC16F628A

Para la configuración del microcontrolador PIC16F628A se utilizó como editor de texto el software MicroCode Studio versión 4.0.0.0.

La programación del microcontrolador monitorea principalmente sus entradas, con la finalidad de saber el momento preciso en que se activan los sensores y protección térmica de las bombas, los relés de entrada están provistos de una bobina de 24 voltios de corriente continua, al momento que se activan los sensores cierran un contacto y envía una señal de 5 voltios a la entrada del microcontrolador, de su propia fuente.

Cada salida del microcontrolador activa la bobina de un relé de 5 voltios de corriente continua, y cierra un contacto para hacer llegar al PLC una señal de 110 voltios AC, de esta manera se acondiciona la señal de los sensores, en vista de que el PLC dispone de entradas que solo acepta el nivel de voltaje indicado anteriormente.

A continuación se muestra el código de programación que ejecuta el microcontrolador con las funciones señaladas en el párrafo anterior, el lenguaje de programación utilizado es de tipo Basic, este es uno de los lenguajes de más utilizados en la actualidad para la programación de microcontroladores por ser de alto nivel, lo cual quiere decir que sus funciones se adaptan fácilmente al lenguaje de expresión de los humanos.

```
*****
```

```
'* Name : PROGRAMA .BAS
```

```
'* Notice : Copyright (c) 2017 [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
```

```
'* : All Rights Reserved
```

```
'* Date : 21/12/2017
```

```
'* Version : 1.0
```

```
*****
```

```
; DEFINICION DE ENTRADAS
```

```
SENSOR1 VAR PORTA.0
```

```
SENSOR2 VAR PORTA.1
```

```
SENSOR3 VAR PORTA.3
```

```
BOMBA1 VAR PORTA.4
```

```
BOMBA2 VAR PORTA.5
```

```
; DEFINICION DE SALIDAS
```

```
SAL_S1 VAR PORTB.0
```

```
SAL_S2 VAR PORTB.1
```

```
SAL_S3 VAR PORTB.3
```

```
SAL_B1 VAR PORTB.4
```

```
SAL_B2 VAR PORTB.5
```

```
INICIO:
```

```
IF SENSOR1 = 0 THEN
```

```
HIGH SAL_S1
```

PAUSE 10

IF SENSOR2 = 0 THEN

HIGH SAL_S2

PAUSE 10

IF SENSOR3 = 0 THEN

HIGH SAL_S3

PAUSE 10

IF BOMBA1 = 0 THEN

HIGH SAL_B1

PAUSE 10

IF BOMBA2 = 0 THEN

HIGH SAL_B2

PAUSE 10

GOTO INICIO

END

3.4. PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA HMI

Utilizando el software TIA Portal, se realiza la programación de las pantallas y animaciones a mostrar a través del HMI. En la figura 3.19 se muestra el momento en que se crea el proyecto y selecciona en equipo que se desea programar, en este caso la pantalla HMI KTP400 Basic color PN, en la parte inferior de la gráfica se observa las principales características del equipo, sabemos que es de 4 pulgadas, 480x272 pixeles y que utiliza para comunicarse una interfaz Profinet.

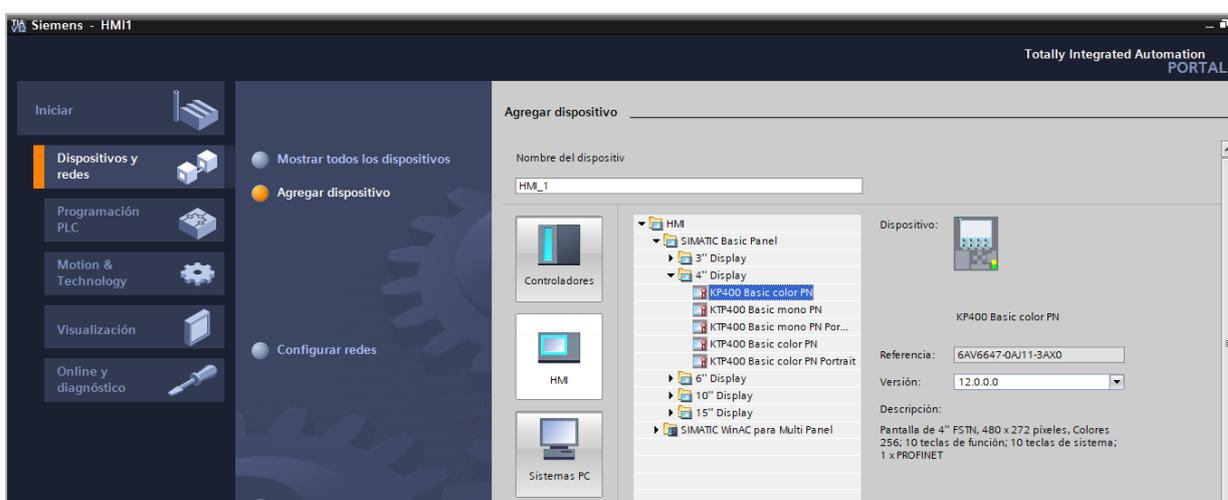


Figura 3.19. Selección de dispositivos TIA Portal.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.4.1. COMUNICACIÓN ENTRE HMI-COMPUTADOR PROGRAMADOR

En la figura 3.20 se observa la configuración del lazo de comunicación entre la pantalla HMI y la computadora con la que se realizará la programación de las interfaces y animaciones del HMI. La dirección IP configurada en la pantalla HMI es la 192.168.1.11 máscara 255.255.255.192.

La interfaz seleccionada en el HMI para la comunicación con la computadora y software de programación es la (X1) Profinet.

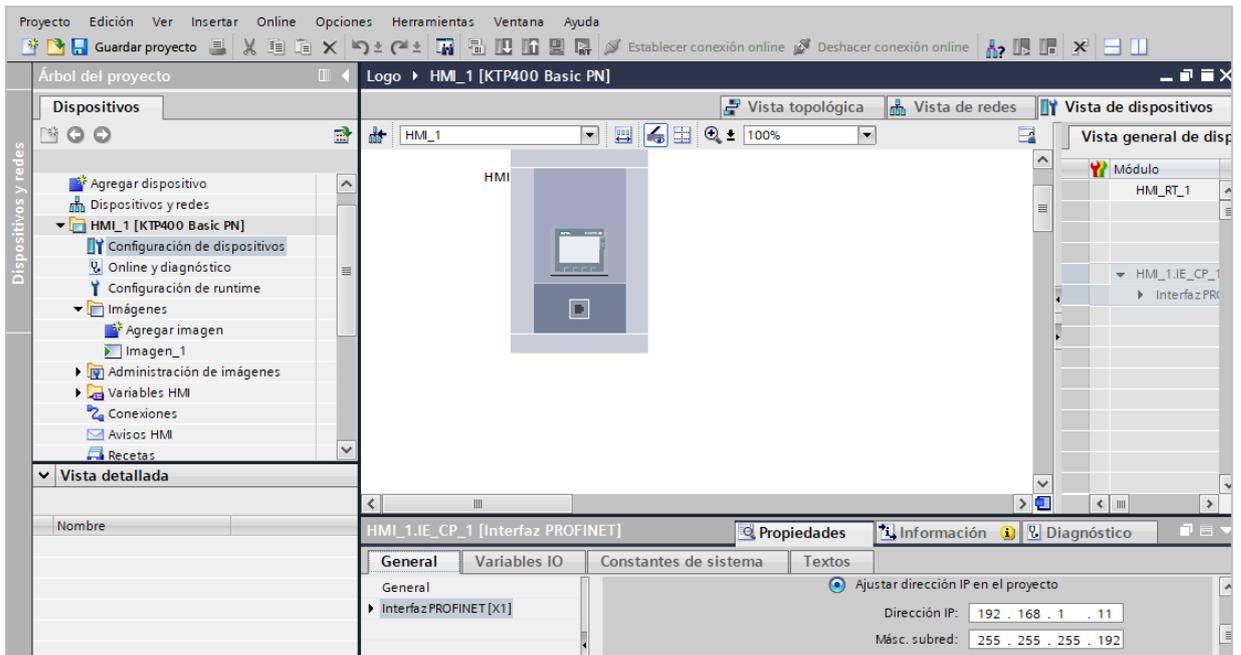


Figura 3.20. Selección de dispositivos TIA Portal.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.4.2. COMUNICACIÓN ENTRE HMI-PLC

En la figura 3.21 se tiene la configuración de los parámetros indispensables para establecer comunicación entre la pantalla HMI con el PLC. Se asignó la dirección IP 192.168.1.10 al PLC, y la dirección 192.168.1.11 a la pantalla HMI, los dos dispositivos utilizan Profinet como estándar de comunicación.

Previamente al desarrollo de la interfaz gráfica de la pantalla HMI, establecer comunicación con el PLC para obtener de él los registros de las variables que se envían por la red.

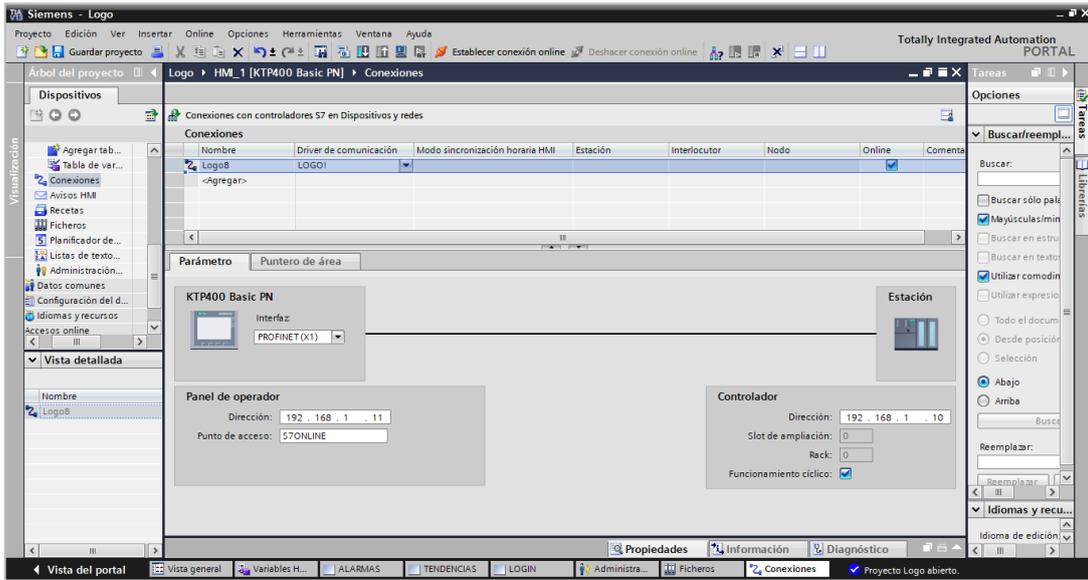


Figura 3.21. Estableciendo comunicación entre la pantalla HMI y la PC.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.4.3. GESTIÓN DE USUARIOS

En la figura 3.22 se muestra el detalle de usuarios que tienen acceso a la gestión de la pantalla HMI, en la parte inferior izquierda de la figura se tiene los diferentes grupos con sus respectivos permisos, esta información de grupos viene por defecto en el equipo, cuando se crea un nuevo usuario, se debe seleccionar el grupo de pertenencia.

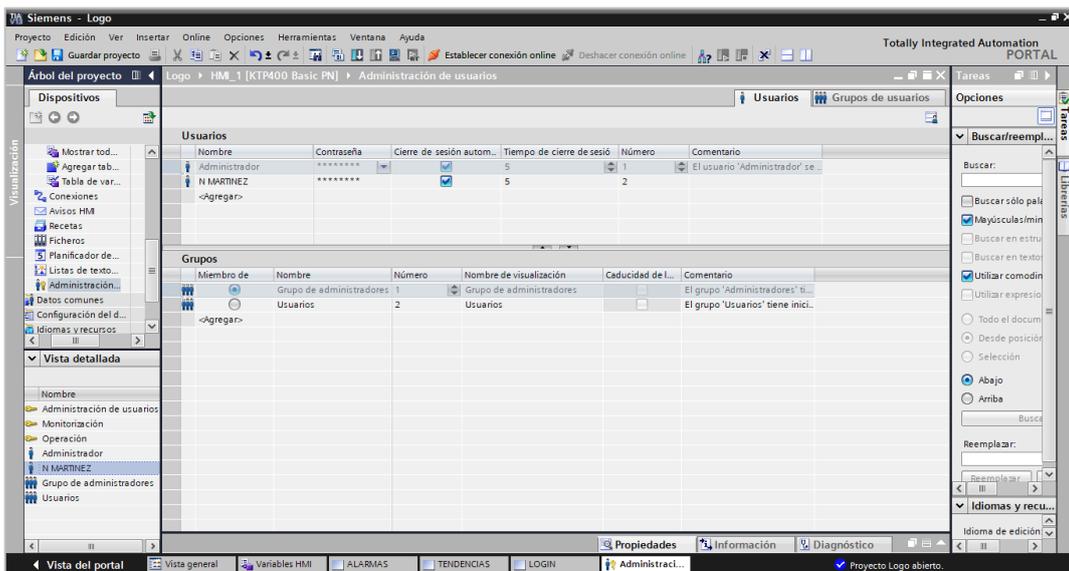


Figura 3.22. Gestión de nuevos usuarios en la pantalla HMI.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.4.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES

En la figura 2.23 se tiene la asignación de las variables y funciones que extrae la pantalla HMI desde el PLC, en la figura mostrada, desde la derecha se tiene el nombre de la variable, el tipo de dato, el equipo que está enviando la información y finalmente la dirección de memoria que ocupa en el PLC dicho registro o dato, a esto es a lo que comúnmente se le conoce como tag.

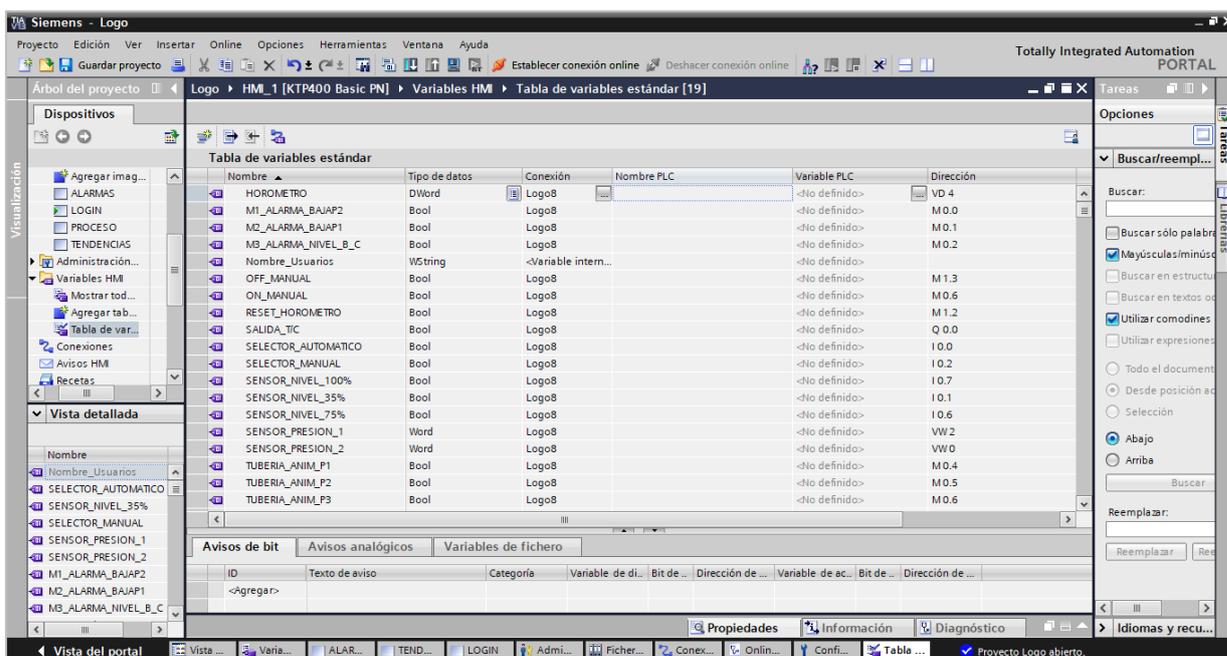


Figura 3.23. Definición de variables de monitoreo en la HMI.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.4.5. DISEÑO DE LAS INTERFAZ GRÁFICA

El diseño de la interfaz de la pantalla HMI fue desarrollado mediante el software TIA Portal de la empresa Siemens, para acceder al sistema de monitoreo es necesario ingresar el usuario y clave, en la parte inferior se tiene 4 botones de acceso con las siguientes funciones.

- Home.- Acceso a la pantalla principal.
- Proceso.- Acceso a la interfaz de monitoreo del sistema.
- Alarmas.- Acceso a registros de alarmas.

- Trends.- Acceso a gráficos de tendencias.

En la figura 3.24 se observa la interfaz gráfica diseñada, en la parte derecha del programa se tiene las funciones disponibles para desarrollar las interfaces y animaciones a través del HMI, del lado izquierdo se tiene las opciones y elementos disponibles, en la parte inferior las propiedades de los mismos.

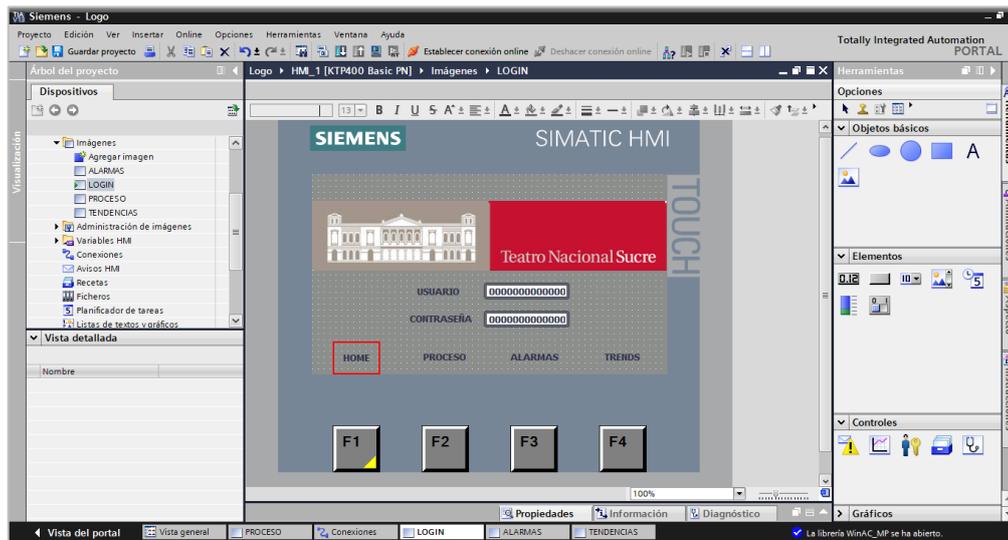


Figura 3.24. Diseño de la interfaz principal de la pantalla.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.25 se observa la interfaz gráfica que muestra en tiempo real, el funcionamiento del sistema hidroneumático, la franja azul muestran el nivel de presión en los tanques y nivel de agua en las cisternas. De igual manera los gráficos que representan las dos bombas, se animan para mostrar el momento de su funcionamiento.

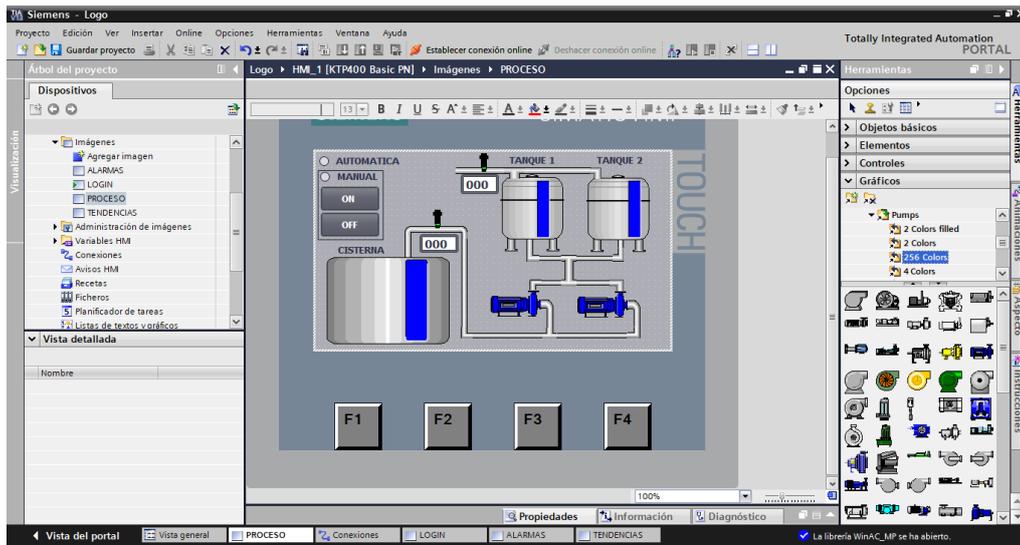


Figura 3.25. Programación de gráficos mediante el software TIA Portal.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.26 se tiene la interfaz de tendencias, muestra el comportamiento de los niveles de presión en las redes de abastecimiento y en los tanques.

Esta información se almacena por un lapso de tiempo, en la parte inferior del gráfico se tiene un menú a través del cual se puede navegar y visualizar los registros almacenados.

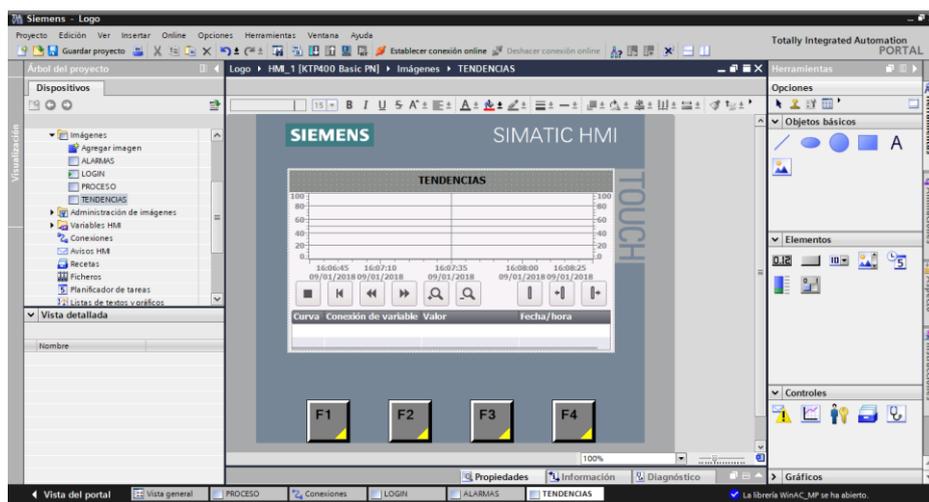


Figura 3.26. Programación de los curvas de tendencias de los equipos.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.4.6. VISUALIZACIÓN DE INTERFAZ LOGIN DE USUARIO EN EL HMI

En la figura 3.27 se muestra las interfaces graficas diseñadas, transferidas y probadas en la HMI, para su diseño se utilizó nuevas librerías de funciones disponibles para el software TIA Portal, esto permitió realizar un diseño con imágenes lo más próximo a la instalación real del edificio.

Para acceder al sistema es necesario validar previamente el usuario con los siguientes datos.

Usuario: N MARTINEZ

Clave: admin



Figura 3.27. Acceso al sistema mediante Login de usuario.

Fuente: Elaborado por el Autor.

Cuando se ha procedido a registrar el login de usuario de la manera correcta la figura 3.28 muestra la siguiente interfaz, para acceder a las funciones de monitoreo del sistema, se cuenta con cuatro botones en la parte inferior de la pantalla, denominados HOME, PROCESOS, ALARMAS, TRENDS, dado a que hay la posibilidad de importar imágenes desde el computador, se ha incorporado el logotipo de la Fundación Teatro Sucre, en el fondo de pantalla.

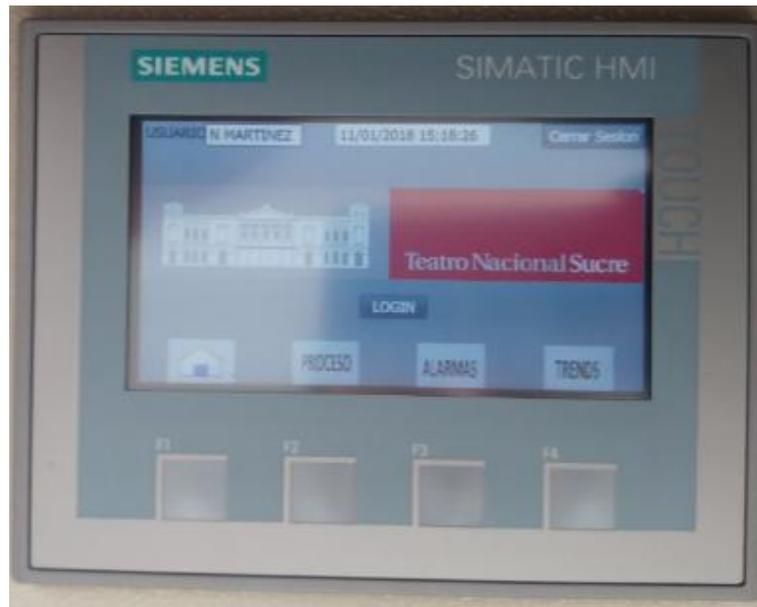


Figura 3.28. Visualización de la Portada de la pantalla HMI.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.29 se muestra la interfaz gráfica que muestra el proceso automatizado, la misma consta de animaciones que indican en funcionamiento de los equipos y sensores, indicadores numéricos que muestran las presiones en las tuberías además pulsadores que permiten arrancar manualmente desde la HMI el sistema de arranque de las bombas, obviamente siempre que los niveles de presión en la red sean los adecuados, de esta manera se ha conseguido representar y monitorear de una forma simplificada los equipos e instalaciones.

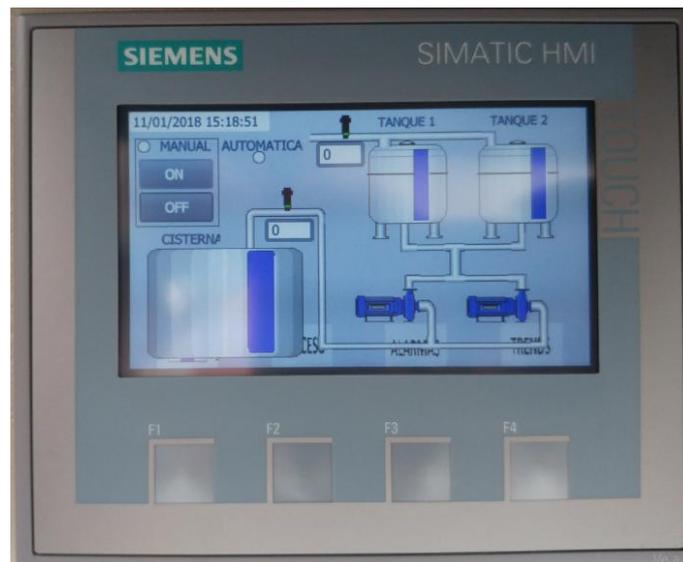


Figura 3.29. Visualización gráfica del proceso en la HMI.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.30 se tiene la interfaz que muestra las alarmas que suscitan en la instalación y equipos. Los registros son almacenados y etiquetados por fecha, hora y tipo de evento.

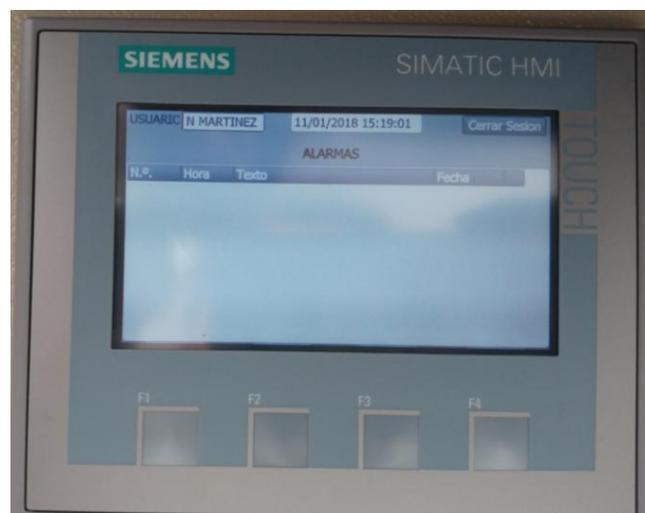


Figura 3.30. Visualización de alarmas en la pantalla HMI

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.5. DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

Como se había señalado anteriormente, el desarrollo de la aplicación Scada se lo realiza mediante el software Ignition, el presente proyecto se lo hizo con licencia de demostrativa, en vista del alto costo de la licencia de desarrollo. La versión de software a utilizar es la 7.9.5 para sistema operativo Windows de 64 Bits.

3.5.1. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE IGNITION

Es un software de aplicaciones industriales basado en un servidor, al cual se puede acceder desde un navegador instalado en una computadora o cualquier dispositivo móvil. De esta manera es posible centralizar la información en una sola ubicación, de tal manera que al realizar la actualización del proyecto este actualiza los cambios en todos los clientes conectados.

3.5.2. CARACTERÍSTICAS

Permite la combinación de varias bases de datos como MySQL, SQL Server y Oracle., su arquitectura desarrollada en ambiente web crea absoluta compatibilidad con cualquier sistema operativo, sea Windows, OsX o Linux. Es una plataforma de desarrollo modular, que permite agregar módulos de acuerdo a las necesidades, existen muchas maneras de personalizar la plataforma de desarrollo, sus módulos trabajan de manera integrada para incrementar funcionalidades.

3.5.3. ARQUITECTURA DE PROGRAMACIÓN UTILIZADA

El software Ignition se ejecuta sobre un servidor y para la programación los clientes no requieren de la instalación de ningún software adicional, basta con abrir la aplicación de un navegador de internet desde cualquier sistema operativo. En la figura 3.31 se describe la arquitectura de gestión centralizada a utilizar en el presente proyecto, se dispone de un servidor de aplicación y el cliente acceder a sus servicios desde la web.

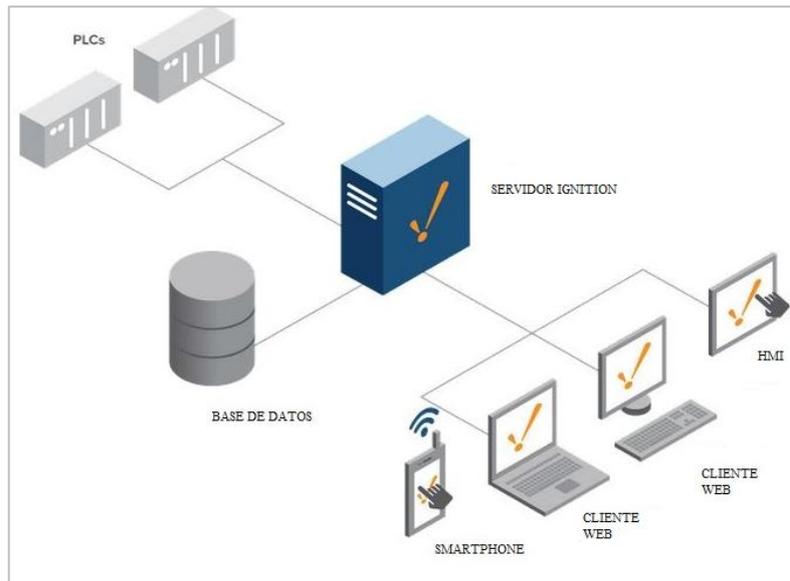


Figura 3.31. Arquitectura de implementación de sistema Scada.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.5.4. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE

En la figura 3.32 se muestra el proceso de instalación del software, en su más reciente versión liberada por el fabricante. Esta es una versión demostrativa, descargada del internet que permite el diseño y la ejecución del proyecto, por un periodo de 2 horas, pasado este tiempo es necesario reabrir la aplicación scada, para volver a interactuar con el sistema.

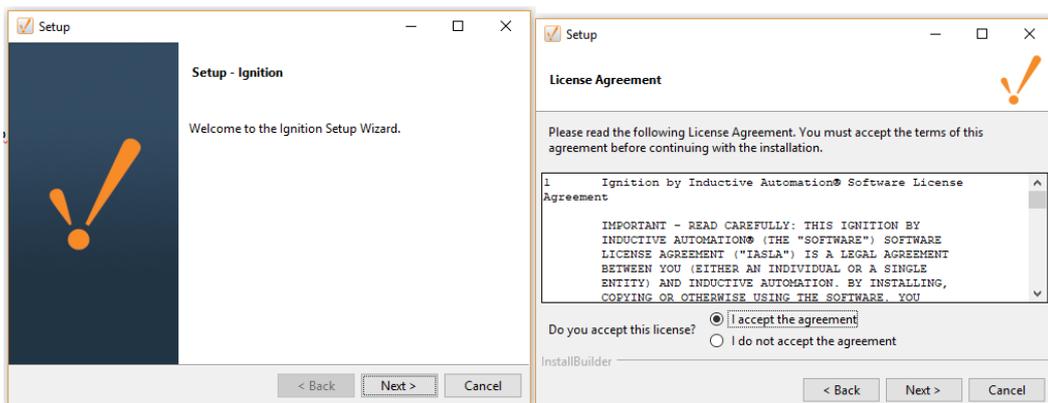


Figura 3.32. Componentes para la instalación del software Ignition.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.5.5. LOGIN DE ACCESO AL SOFTWARE IGNITION

A través de cualquier navegador de internet, en la figura 3.33 se muestra la forma de acceder al sistema, colocar la dirección `https://localhost:8088/`, ingresar como usuario “admin” y contraseña “password”. Permite la gestión en modo administrador por un lapso de dos horas, pasado este tiempo debido a que se está utilizando una versión demostrativa del software, es necesario volver a abrir la aplicación.

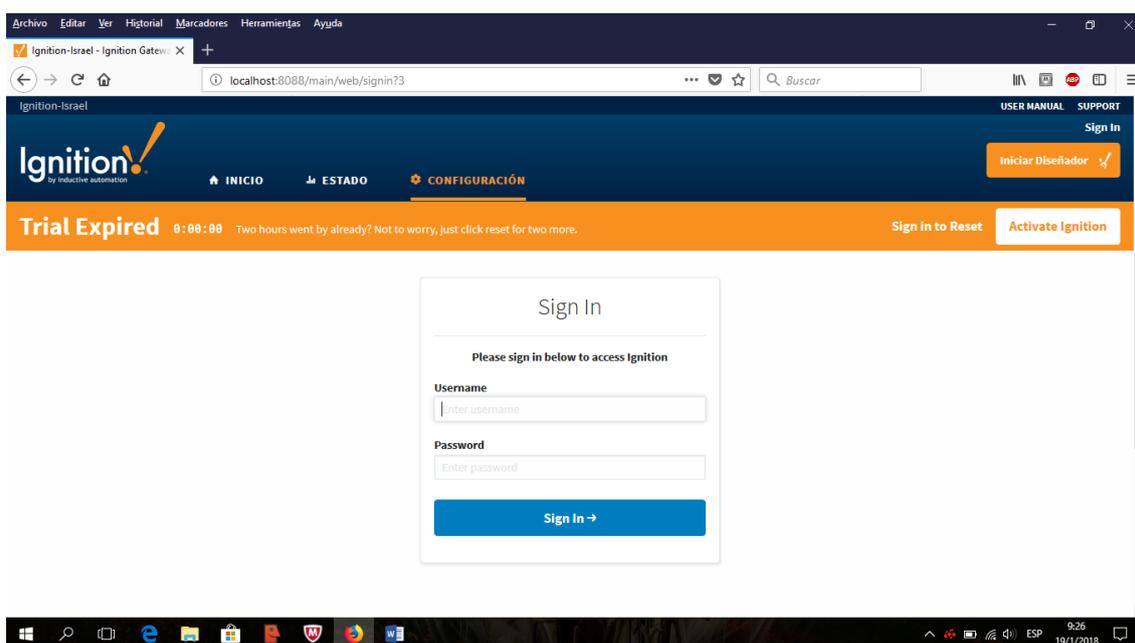


Figura 3.33. Acceso a la administración del sistema Ignition.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.5.6. CONFIGURACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

En la sección de configuración buscar en la parte izquierda del menú “OPC Connections” y dar clic en servers, es necesario agregar un servidor OPC para establecer comunicación con el PLC. En la figura 3.34 se muestra las opciones para agregar nuevas funciones al sistema, en este caso se va a agregar un servidor OPC.

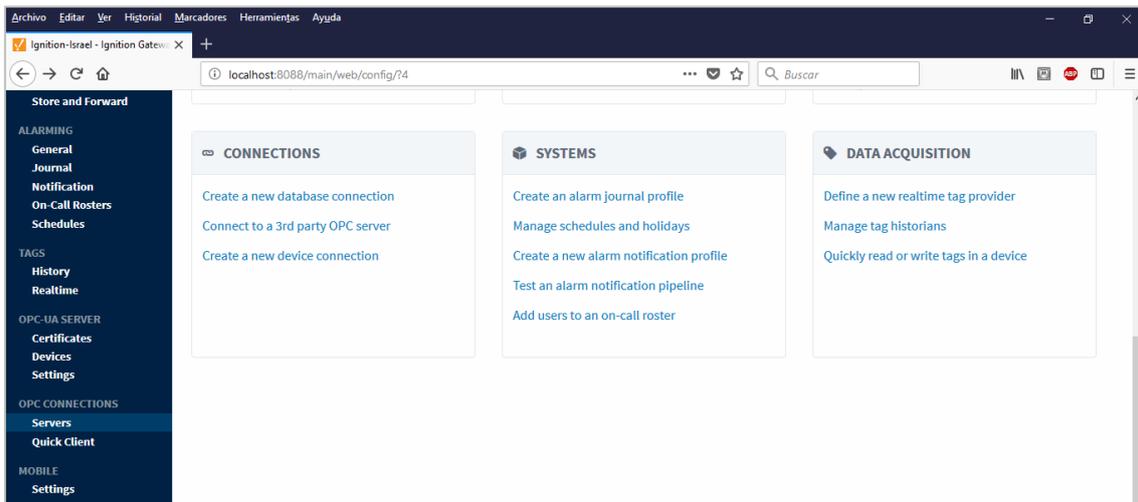


Figura 3.34 Agregar servidor OPC.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.35 se observa el servidor OPC agregado proporcionado por Ignition de manera gratuita. En el lado derecho se observa que el mismo se encuentra conectado.

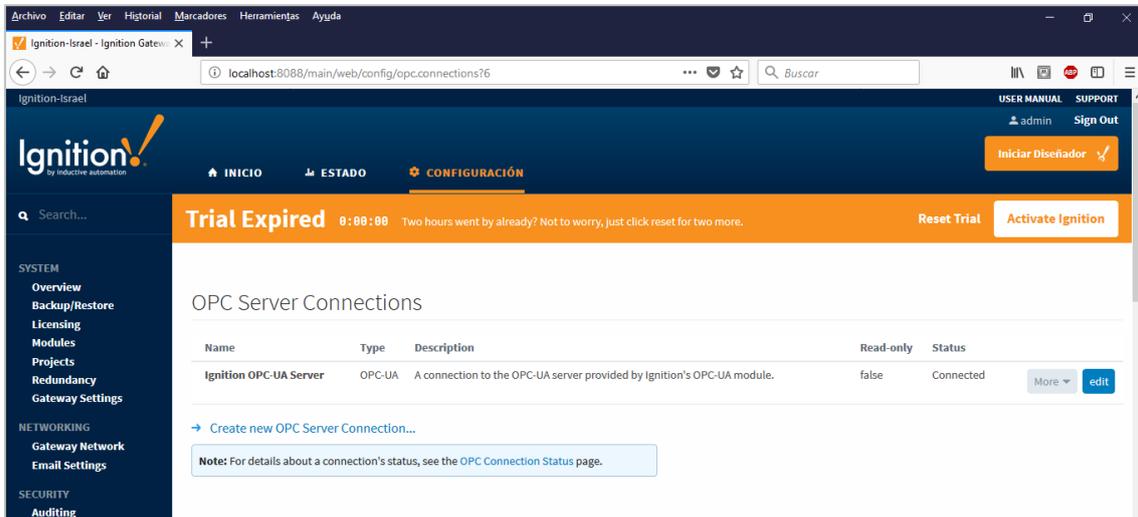


Figura 3.35. Validación de servidor OPC.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.36 se muestran los dispositivos que se encuentran agregados a la base de datos del sistema. En este caso, en vista de que no se tiene el controlador para el PLC Logo que se está utilizando, se tomará el controlador del PLC S7-1200.

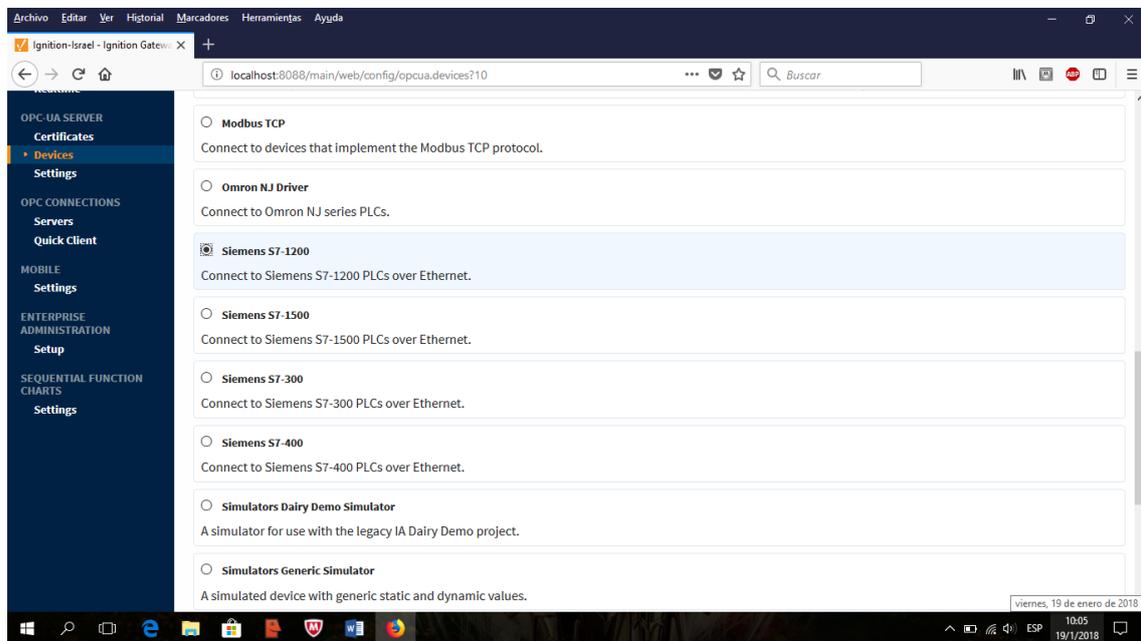


Figura 3.36 Proceso para agregar driver de PLC.

Fuente: Elaborado por el Autor.

A continuación en la figura 3.37 aparecerá la ventana de configuración del PLC en la cual se debe colocar el nombre del dispositivo y el hostname de enlace, en este caso será “Logo_Siemens” y ”192.168.1.10” y luego clic en “Create New Device”.

Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

Ignition-Israël - Ignition Gatew... X

localhost:8088/main/web/config/opcu.devices?26

Overview
Backup/Restore
Licensing
Modules
Projects
Redundancy
Gateway Settings

NETWORKING
Gateway Network
Email Settings

SECURITY
Auditing
Users, Roles
Service Security
Security Zones

DATABASES
Connections
Drivers
Store and Forward

ALARMING
General
Journal
Notification
On-Call Rosters
Schedules

New Device

General

Name: Logo_Siemens

Description:

Enabled: (default: true)

Connectivity

Hostname: 192.168.1.10

Timeout: 2000 (default: 2.000)

Show advanced properties

Create New Device

Figura 3.37. Proceso para agregar nuevos dispositivos.

Fuente: Elaborado por el Autor.

Una vez creado el dispositivo, aparecerá una ventana en donde aparecerá el estado de cada uno de ellos, en este caso Logo_Siemens aparecerá como conectado, tal como se muestra en la figura 3.38.

Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

Ignition-Israël - Ignition Gatew... X

localhost:8088/main/web/config/opcu.devices?27

Overview
Backup/Restore
Licensing
Modules
Projects
Redundancy
Gateway Settings

NETWORKING
Gateway Network
Email Settings

SECURITY
Auditing
Users, Roles
Service Security
Security Zones

DATABASES
Connections
Drivers
Store and Forward

ALARMING
General
Journal
Notification
On-Call Rosters
Schedules

Devices

Name	Type	Description	Enabled	Status	
Log2	Siemens S7-400		false	Disabled	delete edit
Logo1	Siemens S7-300		false	Disabled	delete edit
Logo_Siemens	Siemens S7-1200		true	Connected	delete edit
logo siemens1	TCP Driver		false	Disabled	delete edit
logo siemens2	UDP Driver		false	Disabled	delete edit
logo3	Siemens S7-1500		false	Disabled	delete edit
sim	Simulators Generic Simulator		false	Disabled	delete edit

[→ Create new Device...](#)

Figura 3.38. Tabla de dispositivos registrados.

Fuente: Elaborado por el Autor.

Una vez finalizado este proceso de registro de servidor OPC y dispositivo, se procede a dar clic en “Estado”, en la cual aparecerá una ventana que muestra las características de la arquitectura, el entorno de desarrollo, dispositivos conectados, sistema y conexión. Procedimiento mostrado en la figura 3.39.

The screenshot shows the Ignition Gateway administration interface. The browser address bar indicates the URL is localhost:8088/main/web/status/728. The interface has a dark blue header with the Ignition logo and navigation tabs for INICIO, ESTADO (selected), and CONFIGURACIÓN. A 'Trial Expired' banner is present at the top right. The main content area is titled 'Systems Overview' and is divided into three sections: Architecture, Environment, and Connections. The Architecture section shows a single gateway with 1% CPU usage and 150 MB memory. The Environment section lists system details like Process Id (16920), Operating System (Windows 10 | amd64), and Java Version (1.8.0_151-b12). The Connections section shows 'No Gateway Network'.

Figura 3.39 Interfaz principal de administración de proyectos.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.40 escoger la opción “Launch” para abrir el proyecto, seguidamente se abre un cliente Java, con la aplicación Scada denominada, “Teatro_Sucre.jnlp”, debiendo ingresar a través de cualquier navegador de internet la ruta de acceso <http://localhost:8088> estos datos, los cuales se establecen por defecto al momento de la instalación del software.

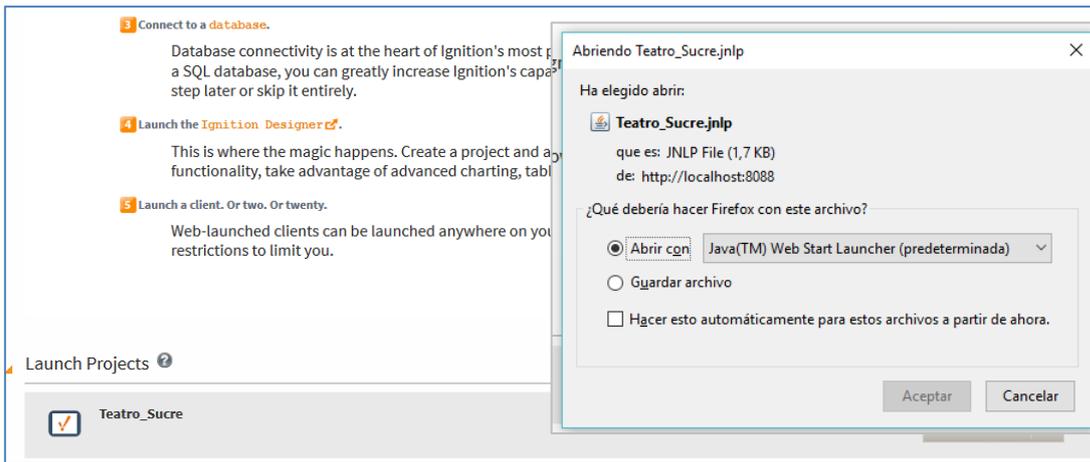


Figura 3.40 Interfaz principal de administración de proyectos

Fuente: Elaborado por el Autor.

A continuación, en la figura 3.41 se debe registrar el usuario “admin” y contraseña “password” para acceder al sistema de monitoreo.

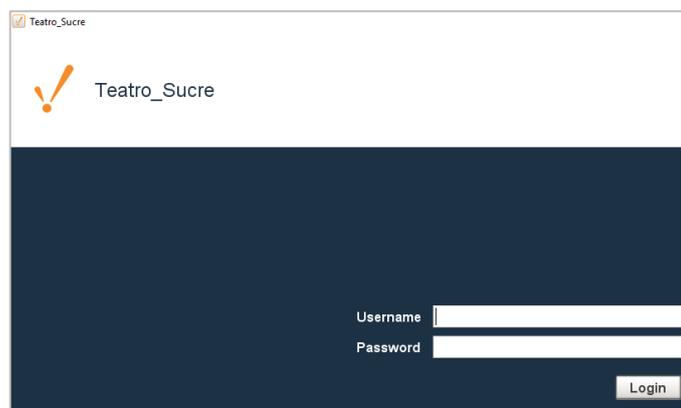


Figura 3.41. Login de Acceso al sistema Scada

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.5.7. DISEÑO DE LA INTERFAZ DEL SISTEMA SCADA

La interfaz principal del sistema Scada, al igual que la pantalla HMI permite visualizar el nivel de presión en la red de agua potable en el edificio, niveles de cisternas,

alarmas, estado de funcionamiento de las bombas, contador de horas de funcionamiento de los equipos. Los gráficos utilizados permiten una visualización didáctica sobre el funcionamiento del sistema en general.

En la figura 3.42 que se muestra a continuación, se debe ingresar el nombre del documento que se va a crear y las características de la pantalla. Para este caso el nombre será “Teatro_Sucre” y el Project template será “Multi-Tier nav, west & nort” y luego clic en create new Project.

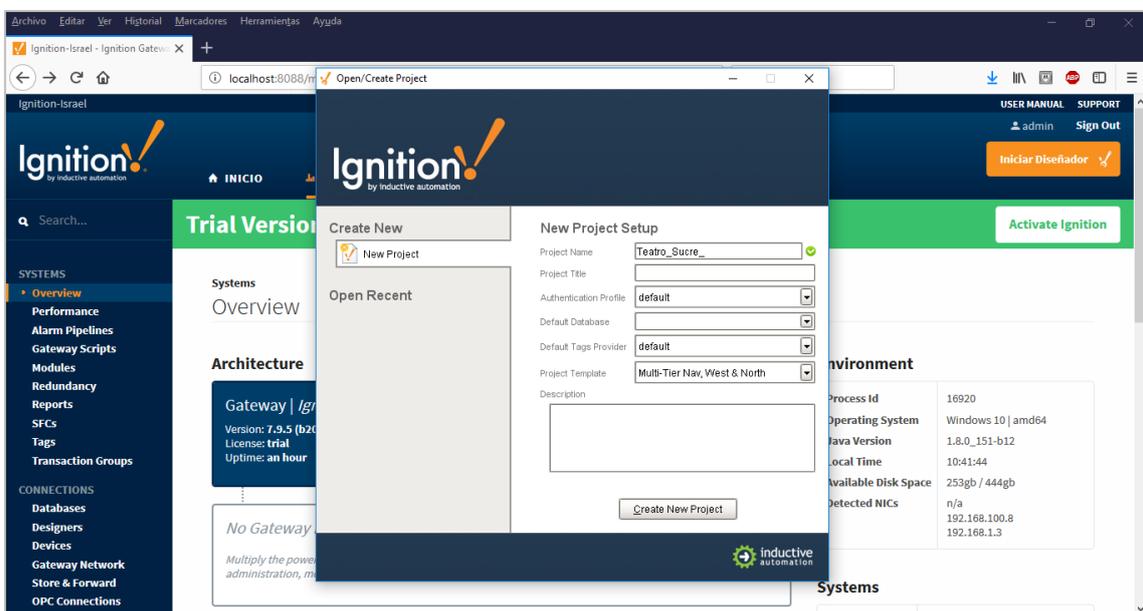


Figura 3.42. Ventana de creación de nuevo proyecto Scada.

Fuente: Elaborado por el Autor.

La figura 3.43 corresponde a la interfaz de diseño de la parte gráfica del sistema scada, permite agregar todos los componentes, animaciones y temática con la que se diseñará las pantallas del sistema.

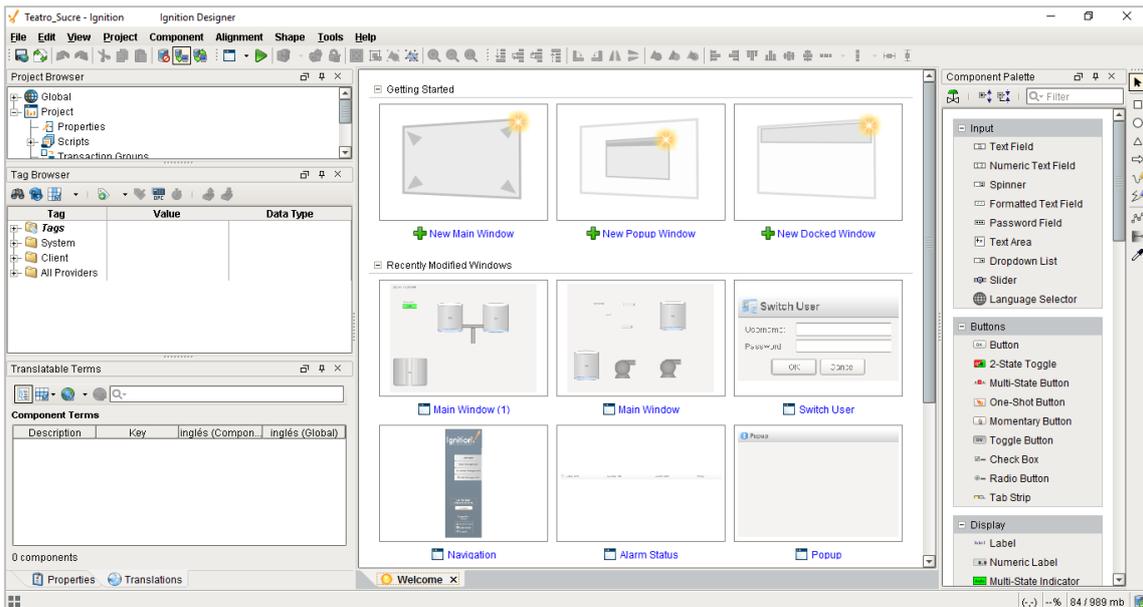


Figura 3.43. Ventana de creación de gráficos.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.44 parte lateral izquierda de la ventana, se procede a dar clic derecho sobre la carpeta “Tags”, New Tag, OPC Tag para ingresar los tags manualmente ya que esto es requerido para las series de Siemens.

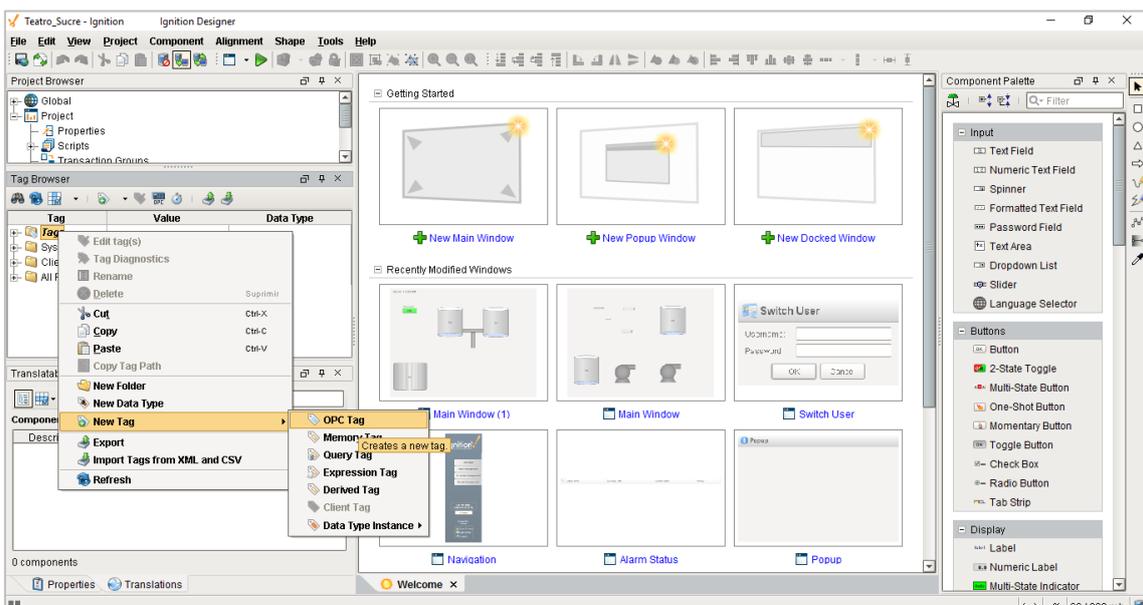


Figura 3.44. Ventana de Registro manual de tags.

Fuente: Elaborado por el Autor.

A continuación en la figura 3.45 se mostrará una ventana de configuración de los tag, en la cual se debe asignar las características del tag asociado, para lo cual se debe asignar las siguientes características en OPC Item Path: “ ns=1;s=[Logo_Siemens]IW0”; donde ns=1 hace referencia al nodo del servidor OPC, s=[Logo_Siemens] hace referencia al dispositivo asociado y IW0 el tipo de variable que se obtiene del PLC. Esta última puede variar entre entradas y salidas digitales o análogas.

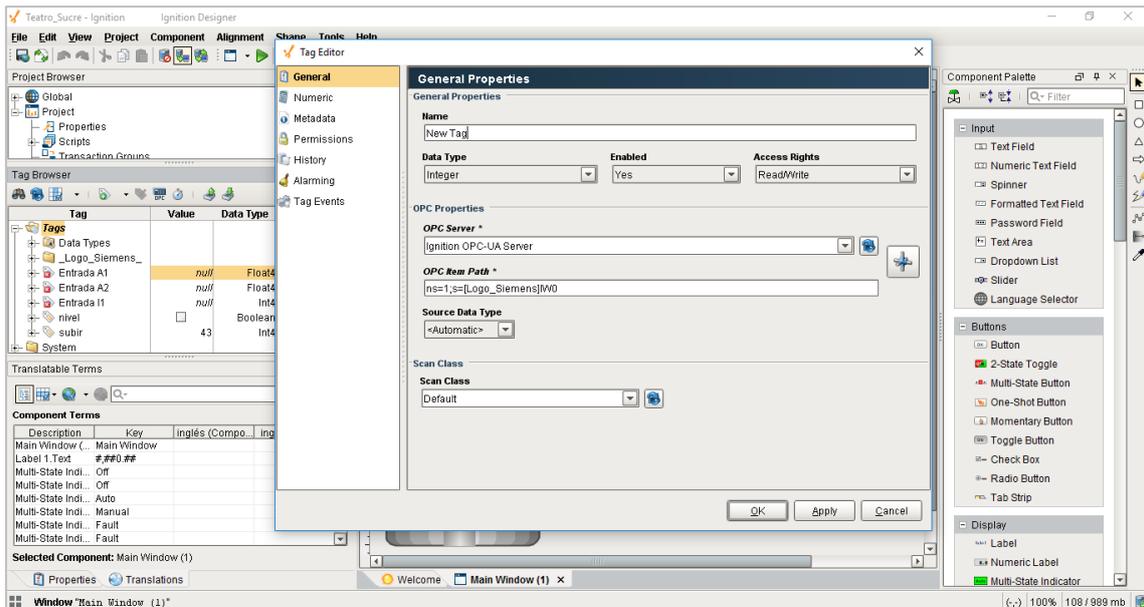


Figura 3.45. Asociación de tags.

Fuente: Elaborado por el Autor.

Para el desarrollo del sistema Scada, se tomó en las mismas variables que envía en PLC al HMI, siendo de esta manera, el sistema Scada permite realiza las mismas funciones que la HMI, pero en esta ocasión de manera remota.

En la figura 3.46 se muestra la pantalla principal del sistema Scada implementado.

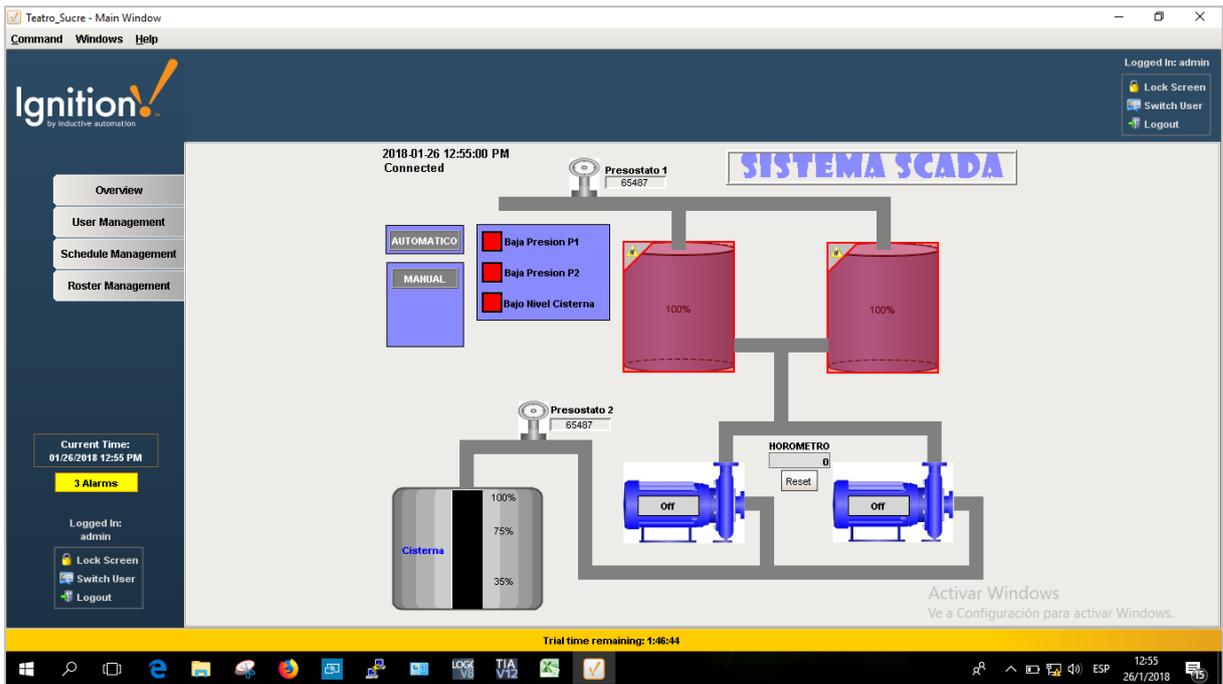


Figura 3.46. Visualización de la Interfaz principal de monitoreo a través del Scada.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.5.8. CONFIGURACIÓN DE LOS TAGS DEL SISTEMA SCADA

La comunicación PLC-PC se la realiza a través sistema de cableado estructurado que se dispone en el edificio, esto permitió que la computadora que ejecuta el sistema scada pueda ubicarse en cualquier parte de la LAN, incluso debido a que la Institución maneja enlaces de datos entre varias sucursales, es posible realizar el monitoreo desde lugares remotos.

De la misma forma que como se hizo con la pantalla HMI, se debe establecer comunicación entre el PLC y el computador donde se encuentra instalado el sistema Scada, utilizando Profinet. En la 3.44 se muestra la configuración de las variables que obtiene el computador desde el PLC.

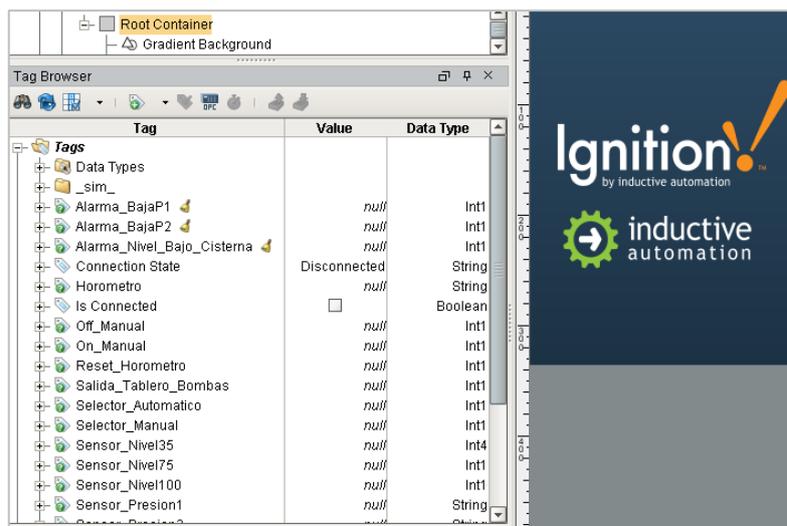


Figura 3.47. Configuración de variables en el sistema Scada.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.5.9. DEFINICIÓN DE VARIABLES

En la tabla No. 07 se tiene la definición de variables o tags que utiliza la aplicación Scada para leer los registros de entrada y salida que vienen desde el PLC. En la columna nombre del tag detalla los datos que envía el PLC, la columna tag describe las variables utilizadas internamente por el software Ignition para darle funcionalidad al sistema Scada, la columna función hace una breve descripción de los datos o tags, y finalmente la columna tipo describe el tipo de dato que transmite cada variable, por ejemplo datos booleanos, doble palabra, bloque de datos.

Tabla 7. Definición de variables o tags del sistema Scada

NOMBRE DEL TAG	TAG	FUNCION	TIPO
Alarma_BajaP1	ns=1;s=[Logo_Siemens]MX0.1	Alarma de baja presión en presostato 1	Flag Bit
Alarma_BajaP2	ns=1;s=[Logo_Siemens]MX0.0	Alarma de baja presión en presostato 2	Flag Bit
Alarma_Nivel_Bajo_Cisterna	ns=1;s=[Logo_Siemens]MX0.2	Alarma de bajo nivel en la cisterna	Flag Bit
Horómetro	ns=1;s=[Logo_Siemens]DB0,D4	Indicador horas de trabajo de las bombas	DoubleWord
On_Manual	ns=1;s=[Logo_Siemens]MX0.6	Pulsador on arranque manual	Flag Bit
Off_Manual	ns=1;s=[Logo_Siemens]MX1,3	Pulsador off arranque manual	Flag Bit
Reset_Horometro	ns=1;s=[Logo_Siemens]MX1,2	Resetea las horas de trabajo de bombas	Flag Bit
Salida_Tablero_Bombas	ns=1;s=[Logo_Siemens]QX0.0	Salida arranque de bombas	Output Bit
Selector_Automatico	ns=1;s=[Logo_Siemens]IX0.0	Posición de selector en manual	Input Bit
Selector_Manual	ns=1;s=[Logo_Siemens]IX0.2	Posición de selector en automático	Input Bit
Sensor_Nivel35	ns=1;s=[Logo_Siemens]IX0.1	Posición del sensor en 35%	Input Bit
Sensor_Nivel75	ns=1;s=[Logo_Siemens]IX0.6	Posición del sensor en 75%	Input Bit
Sensor_Nivel100	ns=1;s=[Logo_Siemens]IX0.7	Posición del sensor en 100%	Input Bit
Sensor_Presion1	ns=1;s=[Logo_Siemens]DB0,W2	Presión del sensor 1	DataBlocks Word
Sensor_Presion2	ns=1;s=[Logo_Siemens]DB0,W0	Presión del sensor 2	DataBlocks Word
Tub_Anim_P1	ns=1;s=[Logo_Siemens]MX0.4	Animación de la tubería P1	Flag Bit
Tub_Anim_P2	ns=1;s=[Logo_Siemens]MX0.5	Animación de la tubería P2	Flag Bit

Fuente: Elaborado por el autor.

En la figura 3.48 en la parte inferior izquierda se observa los tags que obtiene el sistema Scada desde el PLC, y todas las demás variables, en la parte central de la gráfica se tiene el gestor de interfaces de visualización.

Lo que nos permite esta interfaz es realizar una actividad interactiva entre la persona que opera el sistema scada y el proceso automatizado, en este caso el sistema automatizado de agua potable del edificio, mediante la transmisión de órdenes de funcionamiento y visualización de las variables de control.

La interfaz permite monitorear en tiempo real el comportamiento de los niveles de presión en la red de abastecimiento y distribución y niveles de la cisterna.

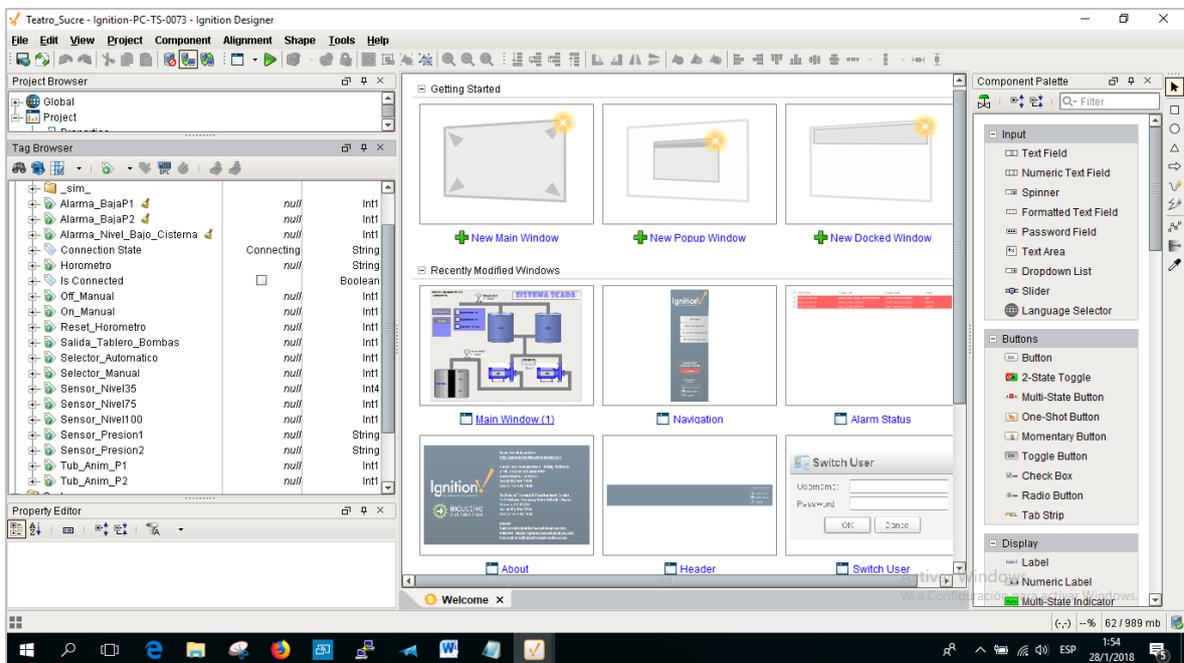


Figura 3.48. Visualización de alarmas.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.6. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL SITIO

A continuación se describe los trabajos realizados en el cuarto de bombas del Teatro Sucre con la finalidad de poner en funcionamiento el proyecto. Se incluye trabajos de plomería, cableado de instalaciones de eléctricas, cableado de datos, tuberías y materiales varios.

3.6.1. INSTALACIÓN DE LOS SENSORES DE NIVEL EN LA CISTERNA

Se lo realizó con cable AWG # 18, su recorrido va desde los sensores hasta el tablero de monitoreo, en la parte superior de la cisterna se tiene una caja octogonal de 10 cm que sirve para concentrar las conexiones de los sensores, en la figura 3.49 se observa las instalaciones y empalmes realizados, al ser este un ambiente con mucha humedad se ha colocado un material aislante en los cables para evitar cortocircuitos y errores en las señales de lecturas.



Figura 3.49. Cableado e instalación para sensores.

Fuente: Elaborado por el Autor.

Se instalaron dentro de la cisterna 3 sensores, para mostrar los niveles de agua en bajo, medio y alto, los sensores se encuentran suspendidos sobre un mástil de tubería PVC, la posición del sensor más bajo está ubicado a la altura de la válvula de pie o de retención, en la figura 3.50 se observa la instalación los 3 sensores, utilizando un soporte con un ángulo de 45° sujetado al mástil de tubo PVC de 2 pulgadas, mediante amarras plásticas.



Figura 3.50. Ubicación de cisterna y colocación de sensores dentro de la cisterna.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.6.2. INSTALACIÓN DE LOS SENSORES DE PRESIÓN

La instalación se la efectuó utilizando materiales aislantes para evitar fugas de agua en el sitio, una vez colocado el sensor se procedió a realizar el cableado y conexión de los sensores, los mismos disponen de 3 terminales los cuales fueron retirados para proceder a soldar directamente sobre los terminales del sensor el cable que va hasta el tablero de monitoreo, esto con el fin de evitar degradación en las señales medidas. Este procedimiento de instalación se muestra a continuación en la figura 3.51.



Figura 3.51 Montaje sensores de presión en cuarto de bombas.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.52 se muestra el acoplamiento de los sensores con la red de agua del edificio se lo realiza utilizando accesorio de plomería, como neplos, teflón, permatrix y otras herramientas con el objetivo de evitar posibles fugas, asimismo se asegura los terminales y empalmes de los sensores para evitar corrosión en los mismos.



Figura 3.52. Entubado y Cableado para sensores de presión.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.6.3. INSTALACIÓN DEL TABLERO DE MONITOREO

La instalación del tablero de monitoreo se la realizó sobre el tablero de fuerza, con el fin de dar mayor facilidad al momento de realizar cualquier actividad de monitoreo o mantenimiento, además no se dispone de un espacio más adecuado para su instalación, debido a que en el cuarto de bombas se tienen otros tipos de equipos como caldero y sistema contra incendios, es un espacio bastante confinado.

Para garantizar la operatividad del tablero de monitoreo, la alimentación eléctrica se la realizó conectando a un circuito de energía regulada (UPS), de esta manera siempre va estar disponible, aunque por algún motivo la alimentación eléctrica del tablero de fuerza falle. En la figura 3.53 muestra la instalación del tablero de monitoreo, el mismo que queda ubicado sobre el tablero de arranque de las bombas.

Se observa en las imágenes la instalación del tablero de control, para facilidad de acceso al mismo se lo ha colocado en la parte superior del tablero de arranque de las bombas, en la figura ubicada en la parte inferior derecha se tiene un presostato mediante el cual se puede comparar la correcta configuración y medición de los valores de presión que realiza el sistema electrónico de monitoreo a través del sistema Scada y HMI.



Figura 3.53 Instalación del Tablero de Monitoreo en el cuarto de bombas del edificio

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.7. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MONITOREO

En la figura 3.54 se observa el los equipos que conforman el sistema hidroneumático del edificio, principalmente conformado por dos tanques, dos bombas, un tablero de fuerza en configuración de arranque estrella-triángulo para encendido de las bombas.

Las conexiones que se realizaron entre el tablero de arranque de las bombas y el de monitoreo, fueron las señales provenientes de los relés de protección térmica de las bombas y la señal de activación que va de la salida del PLC, las misma que se realiza a través de un relé con bobina de 110 voltios, acoplándose al sistema de alimentación eléctrica existente del tablero de fuerza.



Figura 3.54. Equipos instalados dentro del cuarto de bombas del edificio

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.55 se observa el arranque del sistema de monitoreo desde la pantalla HMI, la misma que siempre permanecerá activa, monitoreando el desempeño del sistema, solo basta con pulsar una de las cuatro teclas de función o en cualquier parte de la pantalla para que pase del estado de reposo a estado de visualización.



Figura 3.55. Iniciado el sistema de monitoreo en la pantalla HMI.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.7.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA PANTALLA HMI

Para activar el sistema manualmente desde la pantalla HMI o desde el sistema Scada se debe colocar el selector ubicado en la parte inferior del tablero de monitoreo en modo “manual”

En la figura 3.56 se visualiza en la pantalla HMI el proceso en estado apagado. El sistema se encuentra trabajando en modo manual, por lo que en ese momento a pesar de que las presiones de las tuberías de abastecimiento y distribución de encuentran en 22 y 20 PSI, respectivamente, el sistema no arranca. Siendo en este caso necesario la intervención del operador.

En la parte superior derecha de la pantalla HMI se dispone de dos botones “ON-OFF” a través de los cuales se controla manualmente el funcionamiento de las bombas.



Figura 3.56. Prueba de la pantalla HMI Visualización del proceso en estado OFF.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.57 se observa que una vez presionado el botón de encendido manual el sistema ha empezado a incrementar la presión en la red de agua potable, en ese momento se encuentra en 64 PSI la presión de abastecimiento y la de los tanques o hidroneumáticos en 62.



Figura 3.57 Prueba de la pantalla HMI Visualización del proceso en estado ON.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.58 se observa como el proceso automatizado con todos sus componentes en funcionando en modo manual, en este modo tanto en encendido como el apagado de las bombas las controla el usuario, también se observa en la figura en valor de

75 % que corresponde al estado actual en el que se encuentra el nivel de agua en la cisterna.



Figura 3.58. Visualización del proceso en estado de llenado completo de los tanques.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.7.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA SCADA

En la figura 3.59 se tiene los servicios que deben estar iniciados en la computadora que tiene instalado el software scada, para poder acceder remotamente desde otra PC, estos son el servidor web y el Gateway, la conexiones de las realiza a través del puerto 8088.

Utilizando el siguiente enlace <http://localhost:8088/main/web/home?0>

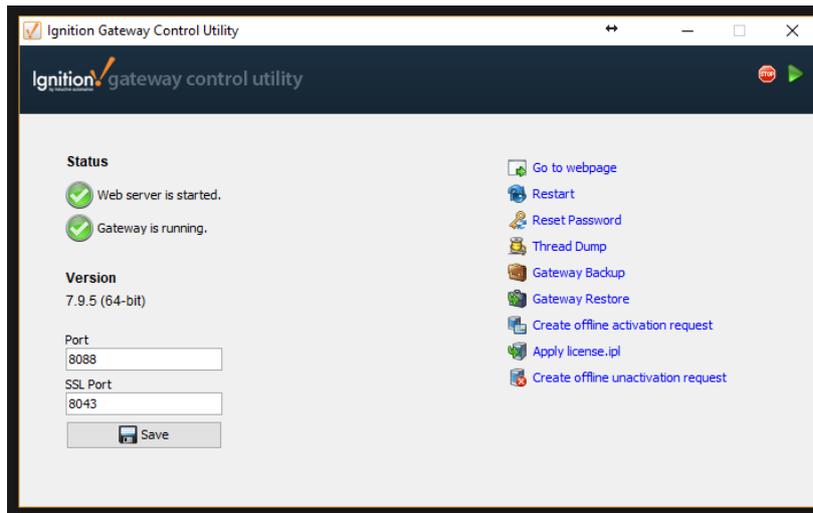


Figura 3.59. Visualización los servicios de iniciados en el servidor web

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.60 se observa la interfaz principal del sistema Scada mostrando el sistema en modo apagado de las bombas.

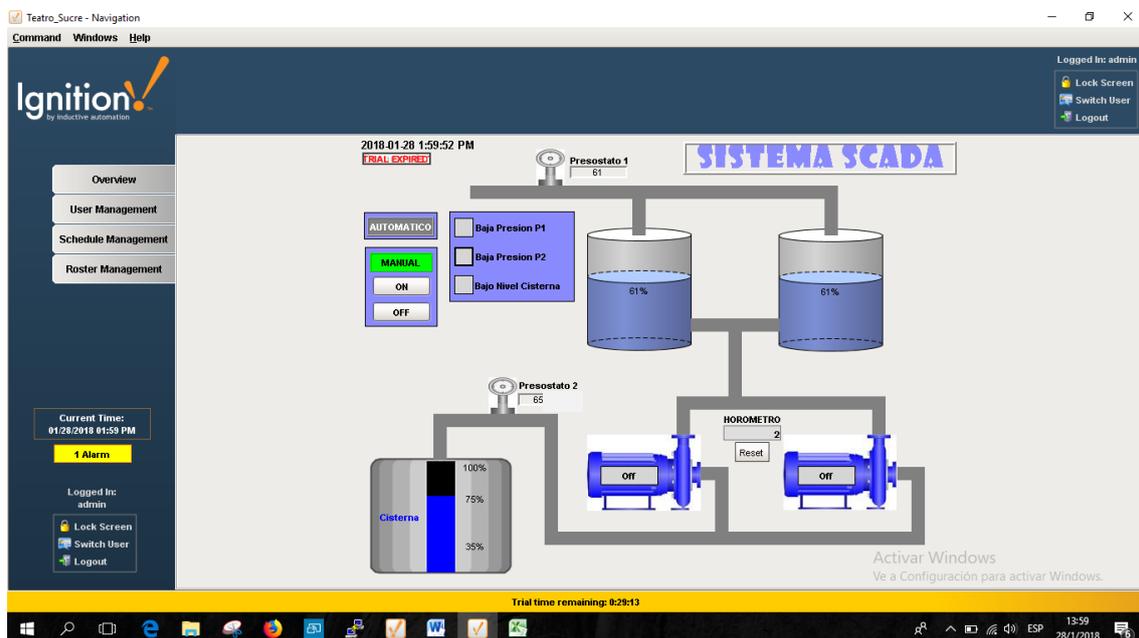


Figura 3.60. Prueba del sistema Scada Visualización del proceso en el sistema en estado apagado

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.61 se observa la interfaz principal del sistema Scada mostrando las bombas en estado encendido, suministrado agua a los tanques.

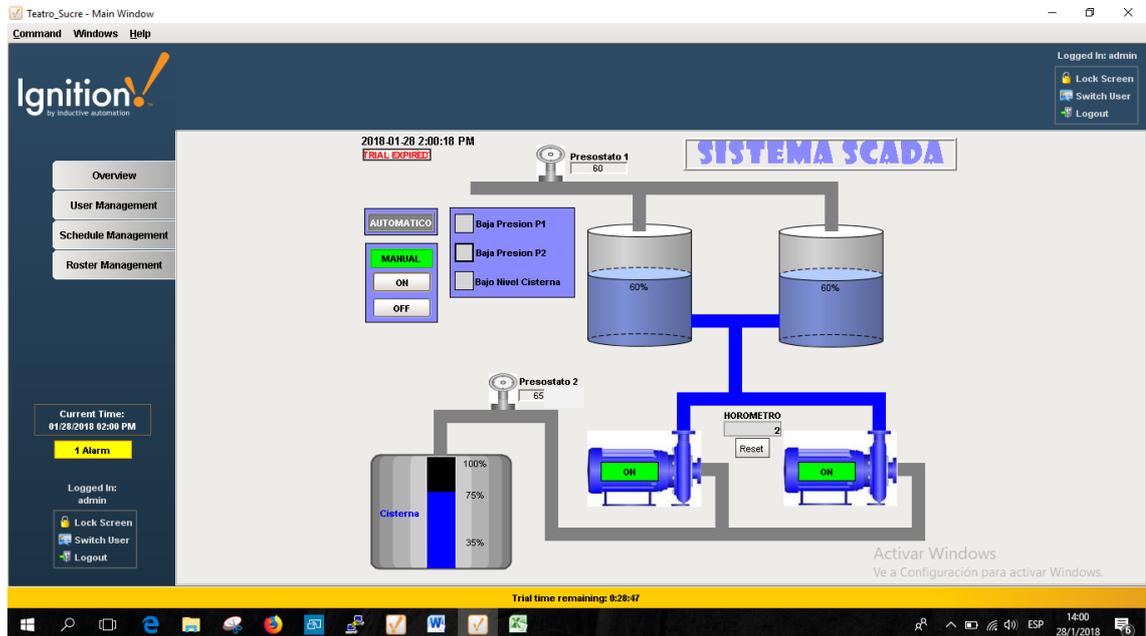


Figura 3.61. Prueba del sistema Scada Visualización del proceso encendido de bombas.

Fuente: Elaborado por el Autor.

En la figura 3.62 se observa la interfaz de alarmas del sistema que registra el sistema Scada, para desactivarlas es necesario hacer clic sobre el pulsador color amarillo ubicado en la parte izquierda de la pantalla.

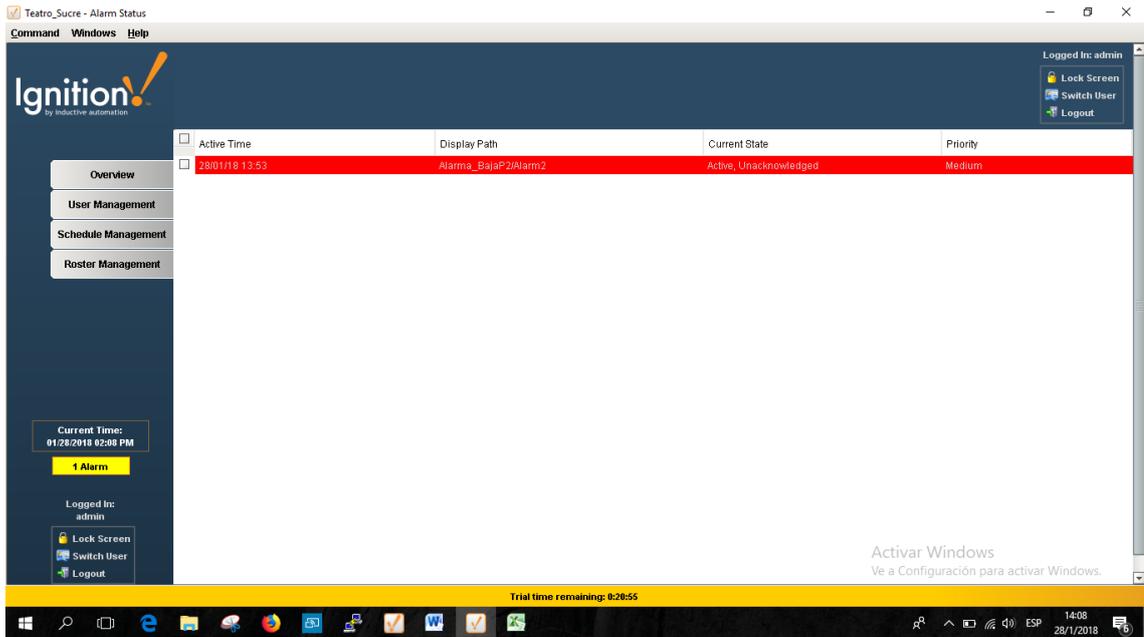


Figura 3.62. Prueba del sistema Visualización de alarmas a través del sistema Scada.

Fuente: Elaborado por el Autor.

La figura 3.63 es la que se muestra cuando no está disponible la comunicación del sistema scada con los dispositivos de monitoreo, con el PLC.

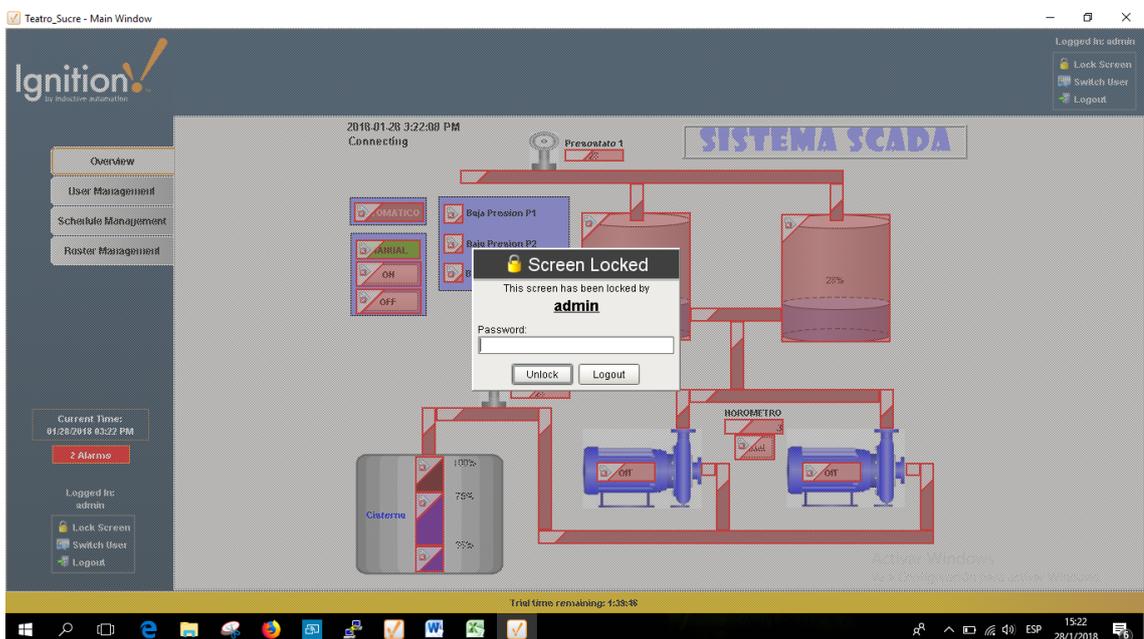


Figura 3.63. Prueba del sistema Scada Visualización del sistema cuando falla la comunicación.

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.8. PRESUPUESTO

Tabla 8. Presupuesto referencial

PRESUPUESTO PARA AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DEL TEATRO
NACIONAL SUCRE

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	VALOR U	TOTAL
1	Tarjeta interfaz de sensores y actuadores	1,00	55,00	55,00
2	Pantalla HMI Siemens KTP400	1,00	450,00	450,00
3	PLC Logo 8	1,00	235,00	235,00
4	Sensor analógico de presión 4-20mA	2,00	120,00	240,00
5	Sensor de nivel de líquidos	3,00	30,00	90,00
6	Fuente de Alimentación 24Vdc para HMI	1,00	60,00	60,00
7	Software Logosoft Comfort v8.1(Programación de PLC Logo)	1,00	0,00	0,00
	Software Ignition 7.9.5 (Programación de Sistema Scada)	1,00	0,00	0,00
8	Software MicroCode Studio (Programación de PIC)	1,00	0,00	0,00
9	Software TIA Portal v14 (Programación de HMI)	1,00	0,00	0,00
10	Caja metálica Beaucoup 50x60cm	1,00	48,00	48,00
11	Riel DIN	1,00	12,00	12,00
12	Canaleta plástica tipo organizador cables 30x40mm	1,00	5,40	5,40
13	Selector 3 posiciones tipo palanca	1,00	14,35	14,35
14	Luz piloto 110v	3,00	4,00	12,00
15	Cables y conectores	1,00	20,00	20,00
16	Materiales y accesorios varios	1,00	20,00	20,00
17	Instalación y configuración	1,00	500,00	500,00
			Subtotal	1.761,75
			IVA 12 %	211,41
				1.973,16

Fuente: Elaborado por el Autor

CONCLUSIONES

- Se implementó eficazmente el sistema de control y monitoreo de las instalaciones hidroneumáticas en el edificio Teatro Nacional Sucre, mediante la utilización de un PLC Logo y una pantalla HMI.
- Utilizando las herramientas de software proporcionados por el fabricante de los equipos, se realizó la programación de los mismos, con la finalidad de realizar mediciones niveles de agua en la cisterna, presión, alarmas, voltaje. Estos datos fueron mostrados a través de animaciones funcionales en la pantalla HMI, permitiendo visualizar en tiempo real el desempeño de las instalaciones.
- Utilizando el software Ignition se desarrolló una interfaz Scada, a través de la cual es posible monitorear de manera remota las instalaciones y equipos, de esta forma el sistema Scada se comunica a través con el PLC, consiguiendo las mismas funciones que el HMI.
- Con la solución implementada se logró mejorar la distribución de agua en el edificio, además se lleva un control sobre el tiempo de funcionamiento de las bombas, esto permite que se pueda planificar el tiempo de mantenimiento de los equipos, especialmente de las bombas.
- Se elaboró una tarjeta electrónica basada en un microcontrolador, cuya función fue la de captar las señales eléctricas provenientes de los sensores y enviar al PLC el estado de las mismas, para finalmente realizar todo el proceso de automatizado de las instalaciones.
- Se efectuaron pruebas de funcionamiento del sistema implementado, consiguiendo mantener estable la presión de agua en la red, cubriendo la demanda en los momentos de mayor afluencia de públicos en los eventos.

RECOMENDACIONES

- Para que el sistema Scada funcione adecuadamente tener abierto el todos los firewall y sistemas de seguridad a nivel de red los puertos 8088, 8043.
- En la parte eléctrica se debe revisar que los cables y conectores se encuentren energizados con la finalidad de evitar mal funcionamiento en los equipos.
- Verificar que en el servidor donde está instalado el sistema Scada, se encuentre ejecutando el webserver en segundo plano. Para que los clientes puedan acceder al sistema sin ningún contratiempo.
- En virtud de que se ha podido automatizar una parte de la infraestructura del edificio, toda vez que se ha evidenciado y probado en funcionamiento de un sistema HMI y Scada, es recomendable expandir este sistema de automatización hacia otros equipos e instalaciones.
- A fin de evitar el acceso de personas no autorizadas, se configuró en los equipos PLC y HMI, claves de seguridad, por lo que es muy importante guardar estas claves en un lugar seguro, para no tener que restablecerlos de fábrica y volver a cargar los programas en los equipos.
- Gracias a la flexibilidad y capacidad de la pantalla HMI, es posible expandir el proyecto y automatizar otras instalaciones y equipos, creando nuevas interfaces gráficas. Pudiendo tomar el control de las instalaciones automatizadas desde otro sitio, esta opción queda abierta a que la Institución lo implemente en el edificio, de considerarlo necesario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Trabajos citados

- Camsco. (2018). <https://www.camsco.com.tw>. Obtenido de <https://www.camsco.com.tw/spa/relay.htm>
- Control, I. y. (2017). *Instrumentación y Control*. Obtenido de Instrumentación y Control: instrumentacionycontrol.net/estructura-de-un-plc-unidad-de-procesamiento-y-fuente/
- D-Link. (2018). <http://www.dlinkla.com>. Obtenido de <http://www.dlinkla.com>: <http://www.dlinkla.com/dir-610n%2B>
- Eaton. (2011). *Arranque y Control de Motores Trifásicos Asíncronos*.
- EXSOL. (2018). <http://www.exsol.com.ar>. Obtenido de <http://www.exsol.com.ar/plc-directlogic-koyo-dl205/>
- Guerrero, V. (2016). *Comunicaciones Industriales*. Marcombo Ediciones Técnicas.
- Inductive, A. (2018). <https://inductiveautomation.com/>. Obtenido de <https://inductiveautomation.com/scada-software/>
- Indusoft. (2018). *Indusoft Wed Studio*. Obtenido de Diferencia entre Sistema Scada y HMI: <http://www.indusoft.com/blog/2013/05/31/cual-es-la-diferencia-entre-scada-y-hmi/>
- Industry, S. (2017). *Siemens Industry Ecuador*. Obtenido de <https://www.industry.siemens.com/automation/aan/es/Pages/automation-technology.aspx>
- Juán, P. C. (2015). *Configuración Estrella Triángulo Aplicación Industrial*. Valencia.
- Merino, J. (2016). *Arranque Industrial de motores asíncronos*. Mc Grau .
- Microchip. (2018). <https://www.microchip.com>. Obtenido de <https://www.microchip.com/design-centers/8-bit>
- Microcode. (2018). <https://microcode-studio.waxoo.com/>. Obtenido de <https://microcode-studio.waxoo.com/>
- Nassar, E. (2017). *Controles Automáticos para Bomba*. Obtenido de <https://www.nassarelectronics.com>: <https://www.nassarelectronics.com/productos.php?id=11>
- Pallas, R. (2014). *Sensores y Acondicionadores de señal* (Vol. 4). Marcombo.
- Ponsa, P. G. (2015). Diseño y Automatización Industrial. *Diseño Industrial*, 30.
- Rodríguez, A. (2016). *Sistemas Scada*. Barcelona: Marcombo Ediciones Técnicas.

Schneider, E. (2018). *Schneider Electric España*. Obtenido de <https://www.schneider-electric.es/es/product-category/3900-pac--plc-y-otros-controladores/>

Siemens. (2017). *Siemens El Futuro de la Industria*. Obtenido de <http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/hmi/pages/pantallashmi.aspx>

UNCOR, E. (2016). *Elementos y Equipos Eléctricos-Controlador Lógico Programable*.

Unitronics. (2018). <http://www.side-automatizacion.com>. Obtenido de <http://www.side-automatizacion.com/es/marques/unitronics>

Velasquez, J. (2015). *Los Sensores en la Producción*. Mérida.

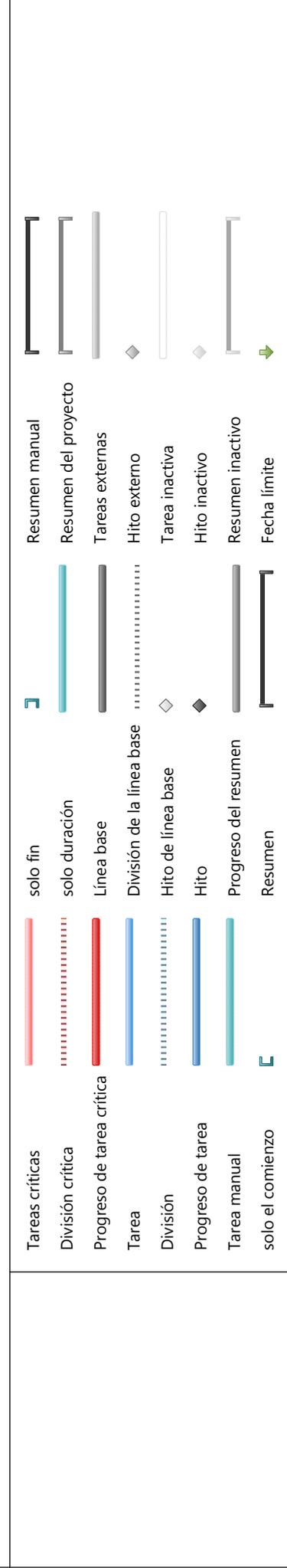
Wonderware. (2017). <http://www.wonderware.es>. Obtenido de <http://www.wonderware.es/HMI-SCADA/>

ANEXOS

Anexo A Cronograma del proyecto.....	148
Anexo B Diagrama de instalación general de proyecto	150
Anexo C Plano de las instalaciones en el edificio	151
Anexo D Datasheet PIC16F628A	152
Anexo E Especificaciones técnicas PLC logo 8.....	158
Anexo F Especificaciones técnicas HMI KTP400 BASIC	168
Anexo G Especificaciones de sensor CS-PT100.....	175

ANEXO A CRONOGRAMA DEL PROYECTO

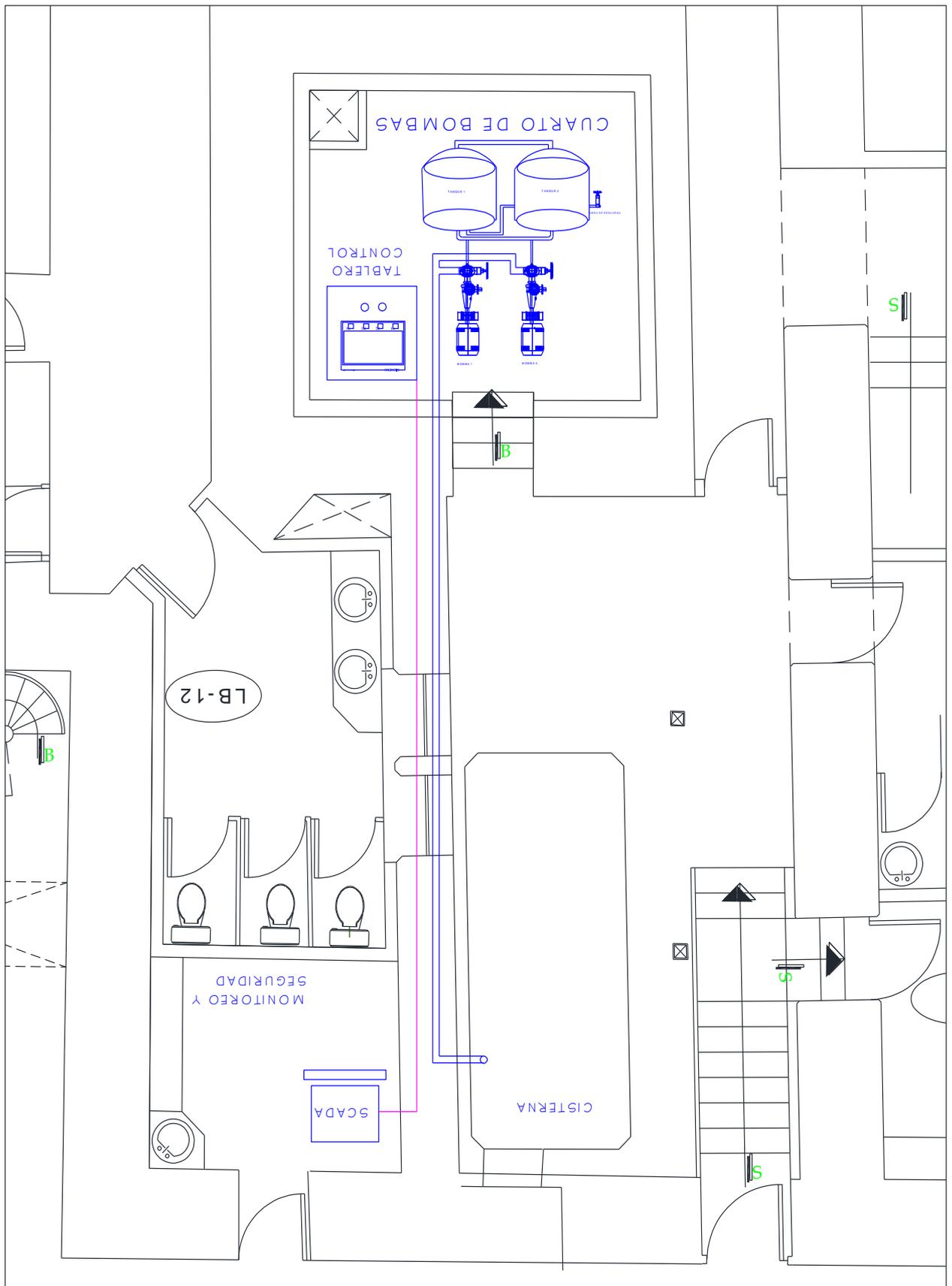
CRONOGRAMA TESIS						
Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	
1		Implementación de un sistema de control y monitoreo 69 días		mié 01/11/17	lun 05/02/18	
2		Investigación	8 días	mié 01/11/17	vie 10/11/17	
3		Formulación de los objetivos del proyecto	3 días	mié 01/11/17	vie 03/11/17	
4		Levantamiento de información técnica	4 días	mié 01/11/17	sáb 04/11/17	
5		Análisis de diagramas y planos de la edificación	4 días	mié 01/11/17	dom 05/11/17	
6		Análisis de especificaciones técnicas equipos y componentes	5 días	sáb 04/11/17	vie 10/11/17	
7		Definición de presupuesto	3 días	lun 06/11/17	mié 08/11/17	
8		Definición de recursos tecnológicos	5 días	lun 06/11/17	vie 10/11/17	
9		Indicadores	4 días	mar 07/11/17	vie 10/11/17	
10		Condiciones del Diseño y Tecnologías a utilizar	44 días	mar 07/11/17	vie 05/01/18	
11		Definición de dispositivos electrónicos asociados al proyecto	2 días	mar 07/11/17	mié 08/11/17	
12		Diseño tarjeta interfaz de comunicación de sensores	5 días	mar 07/11/17	sáb 11/11/17	
13		Calibración y pruebas de sensores de nivel	6 días	sáb 11/11/17	lun 20/11/17	
14		Calibración y Pruebas de transductor de presión	7 días	sáb 11/11/17	lun 20/11/17	
15		Ajustes de niveles de medición de cisternas	7 días	sáb 11/11/17	lun 20/11/17	
16		Diseño y programación de PLC	5 días	lun 20/11/17	vie 24/11/17	
17		Configuración de PLC y prueba de sensores	5 días	vie 24/11/17	jue 30/11/17	
18		Elaboración de gabinete de control para elementos de comunicación	5 días	jue 30/11/17	mié 06/12/17	
19		Prueba de los elementos de comunicación	7 días	jue 07/12/17	vie 15/12/17	



CRONOGRAMA TESIS

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	05 nov '17													
						L	M	X	J	V	S	D	L	M	X				
20		Programación de la pantalla HMI	5 días	lun 18/12/17	vie 22/12/17														
21		Definición de variables de entrada y salida	4 días	mié 20/12/17	sáb 23/12/17														
22		Cofiguración de sensores y parametros de operación	7 días	mié 27/12/17	jue 04/01/18														
23		Desarrollo de algoritmos de Comunicación PLC-HMI	3 días	mié 03/01/18	vie 05/01/18														
24		Integración de elementos de comunicación	13 días	lun 08/01/18	mié 24/01/18														
25		Desarrollo de programa para comunicación de PLC-HMI	5 días	lun 08/01/18	vie 12/01/18														
26		Pruebas y armado final del proyecto	5 días	vie 12/01/18	jue 18/01/18														
27		Pruebas y armado final del proyecto mediante com.	5 días	jue 18/01/18	mié 24/01/18														
28		Desarrollo de sistema SCADA	11 días	sáb 20/01/18	lun 05/02/18														
29		Configuración de servidor OPC	2 días	sáb 20/01/18	lun 22/01/18														
30		Integración de servidor OPC con PLC	5 días	sáb 20/01/18	jue 25/01/18														
31		Configuración de parámetros y funciones OPC	3 días	jue 25/01/18	lun 29/01/18														
32		Configuración de variables y funciones animadas	3 días	lun 29/01/18	mié 31/01/18														
33		Pruebas de funcionamiento SCADA-PLC	4 días	mié 31/01/18	sáb 03/02/18														
34		Pruebas de funcionamiento SCADA-HMI	3 días	jue 01/02/18	dom 04/02/18														
35		Entrega de proyecto	3 días	jue 01/02/18	lun 05/02/18														

Tareas críticas		solo fin		Resumen manual	
División crítica		solo duración		Resumen del proyecto	
Progreso de tarea crítica		Línea base		Tareas externas	
Tarea		División de la línea base		Hito externo	
División		Hito de línea base		Tarea inactiva	
Progreso de tarea		Hito		Hito inactivo	
Tarea manual		Progreso del resumen		Resumen inactivo	
solo el comienzo		Resumen		Fecha límite	



ANEXO D



PIC16F627A PIC16F628A PIC16F648A Hoja Técnica (*Data Sheet*)

Basados en Flash, Microcontroladores CMOS
de 8-bits con Tecnología nanoWatt
(*Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers
with nanoWatt Technology*)

Traducido por:

- Tu nombre
- El tuyo tbn
- El tuyo tbn (*podemos ser +*)



Nota los siguientes detalles están bajo protección para dispositivos Microchip:

- Los productos Microchip cumplen con las especificaciones que figuran en su hoja técnica.
- Microchip asegura que sus familias de productos son unas de las más seguras en su tipo y por lo tanto del mercado de hoy, siempre y cuando se usen los dispositivos en condiciones normales.
- Seguramente existirán métodos deshonestos que atenten contra los códigos de protección. Todos esos métodos, a nuestro conocimiento están fuera de las especificaciones que figuran en las hojas técnicas de Microchip. La persona que realiza estos actos está involucrado en el robo de la propiedad intelectual.
- Microchip está dispuesto a trabajar con el cliente que está preocupado por la integridad de su código.
- Ni Microchip semiconductores ni ningún otro fabricante puede garantizar la seguridad de su código. Por lo tanto no significa que el código de protección del producto como sea declarado "irrompible".

El código de protección está en constante evolución. Microchip se compromete a mejorar continuamente el código de protección de nuestros productos. Los intentos de romper el código de protección de Microchip son una violación de la Digital Millennium Copyright Act. Si alguien tiene el acceso no autorizado a su software protegido por derechos de autor u otro trabajo, usted podría tener derecho a entablar una demanda por medidas cautelares previstas en dicha ley.

La información contenida en esta publicación en relación con el dispositivo aplicaciones y similares es sólo para su conveniencia y puede ser sustituida por las actualizaciones. Es su responsabilidad asegurarse de que su aplicación cumpla con sus especificaciones. MICROCHIP NO HACE REPRESENTACIONES O GARANTÍAS DE NINGÚN TIPO, YA SEA EXPRESA O IMPLÍCITA, ESCRITA O VERBAL, ESTATUTARIA O DE OTRA MANERA, EN RELACIÓN CON LA INFORMACIÓN, INCLUYENDO PERO NO LIMITADO A SU CONDICIÓN, CALIDAD, RENDIMIENTO, COMERCIALIZACIÓN O ADECUACIÓN A PROPÓSITO. Microchip declina toda responsabilidad derivada de esta información a su uso. El uso de aplicaciones con dispositivos Microchip está totalmente en el riesgo del comprador, y el comprador se compromete a defender, indemnizar y Microchip eximir de cualquier y todos los daños y perjuicios, reclamaciones, o gastos derivados de dicha utilización. Las licencias no son transmitidas, ya que son derechos de propiedad intelectual de Microchip.

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV

== ISO/TS 16949:2002 ==

Marcas

El nombre y logotipo de Microchip, Accuron, dsPIC, KEELOQ, KEELOQ logotipo, microID, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART, PRO MATE, PowerSmart, rfPIC, y SmartShunt son marcas registradas de Microchip Tecnología Incorporada en los EE.UU. y otros países. AmpLab, FilterLab, lineal activo Termistor, Migratable Memoria, MXDEV, MXLAB, PS logotipo, SEEVAL, SmartSensor El control y Embedded Solutions Company se marcas comerciales registradas de Microchip Tecnología Incorporated en los EE.UU.

Analog-for-the-Digital Age (Analogico-para-la-era digital), Application Maestro (la aplicación Maestro), CodeGuard, dsPICDEM, dsPICDEM.net, dsPICworks, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB, - In-Circuit Serial Programming (Circuito de serie en la programación), ICSP, ICEPIC, Mindi, MiWi, MPASM, MPLAB Certified logo, MPLIB, MPLINK, PICkit, PICDEM, PICDEM.net, PICLAB, PICtail, PowerCal, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, REAL ICE, rfLAB, rfPICDEM, Select Mode, Smart Serial, SmartTel, TotalEndurance, UNI/O, WiperLock y ZENA son marcas comerciales de de Tecnología microchip incorporada en los EE.UU. y en otros países.

SQTP es una marca de servicio de la Tecnología Microchip Incorporada en los EE.UU.

Todas las demás marcas comerciales mencionadas en este documento son propiedad de sus respectivas compañías.

© 2007, Microchip Technology Incorporated, impreso en los EE.UU., Todos los Derechos Reservados.

Impreso en papel reciclado.

Microchip recibido ISO/TS-16949: 2002 para su certificación en todo el mundo, el diseño y la fabricación de obleas en las

instalaciones y Chyler Tempe, Arizona, Gresham, Oregon y Mountain View, California. Los sistemas de calidad, procesos y procedimientos de las compañías para su PIC® MCUs y dsPIC® DSCS, KEELOQ® dispositivos de código de salto,

Serial EEPROMs, microperipherals, memorias no volátiles y productos analógicos. En suma, los sistemas de calidad de Microchip para el diseño y la fabricación de sistemas de desarrollo son certificados bajo la norma ISO 9001:2000.

18-pines basados en Flash, Microcontroladores CMOS de 8-Bits con Tecnología nanoWatt

CPU RISC de alto rendimiento:

- Velocidades de operación en DC - 20 MHz
- Capacidad de interrupción
- 8-niveles de pila
- Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo
- 35 instrucciones de una sola palabra:
- Todas las instrucciones de ciclo único, excepto las de salto

Características especiales del Microcontrolador:

- Oscilador interno y externo:
 - La precisión del oscilador interno de 4 MHz esta calibrado a $\pm 1\%$
 - Bajo consumo interno para un oscilador de 48 kHz
 - Oscilador externo gracias a los cristales resonadores
- Ahorro de Potencia modo Sleep
- Pull-ups programables en PORTB
- Multiplexados Master Clear/ Entrada pines
- Temporizador de vigilancia (*Watchdog*) con oscilador independiente para un funcionamiento fiable
- Baja tensión de programación
- Programación In-Circuit Serial Programming™ (a través de dos pines)
- Código de protección programable
- Restablecimiento Brown-out (*Brown-out Reset*)
- Restablecimiento de encendido (*Power-on Reset*)
- Potencia de temporizador (*Power-up Timer*) y oscilador de puesta en marcha (*Oscillator Start-up*) del temporizador
- Amplio rango de voltaje de funcionamiento (2.0-5.5V)
- Gammas de temperaturas Industriales
- Alto soporte de memorias Flash / EEPROM:
 - 100.000 escrituras en memoria Flash
 - 1.000.000 escrituras en memoria EEPROM
 - 40 años de retención de datos

Características de baja potencia:

- Corriente en espera:
 - 100 nA @ 2.0V, típico
- corriente en operatividad:
 - 12µA @ 32 kHz, 2.0V, típico
 - 120µA @ 1 MHz, 2.0V, típico
- corriente del temporizador de vigilancia:
 - 1µA @ 2.0V, típico
- Corriente del Timer1:
 - 1.2µA @ 32 kHz, 2.0V, típico
- Doble velocidad del oscilador interno:
 - Tiempo de ejecución seleccionable entre 4 MHz y 48 kHz
 - 4µs para despertar del sueño (modo *sleep*), 3.0V, típico

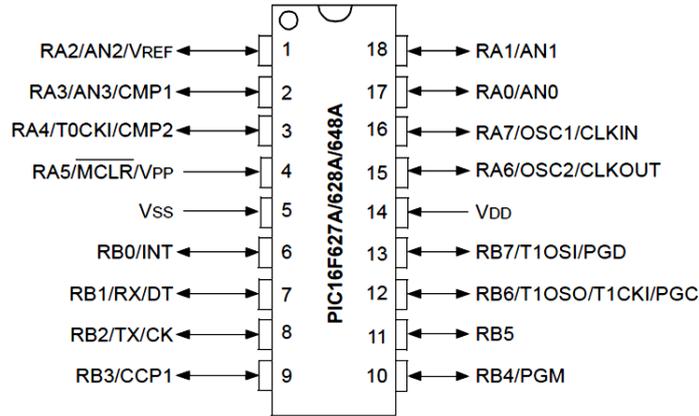
Características periféricas:

- 16 pines de E / S con individual control y dirección
- Corriente Alta / fuente directa para LED
- Módulo de comparación Analógica con:
 - Dos comparadores analógicos
 - Programable en el chip a un voltaje de referencia del módulo (VREF)
 - Selección de referencia interna o externa
 - Las salidas del comparador son accesibles externamente
- Timer0: 8-bits temporizador / contador con 8 bits prescaler programable
- Timer1: de 16-bit temporizador / contador externo cristal / capacidad de reloj
- Timer2: 8-bits temporizador / contador de 8 bits con período registro, prescaler y postscaler
- Módulos Captura, Comparación, PWM:
 - 16-bit de Captura / Comparación
 - 10 bits de PWM
- Direccionamiento Universal síncrono / Receptor asíncrono / transmisor USART / SCI

Dispositivo	Memoria de programa	Memoria de datos		E/S	CCP (PWM)	USART	Comparadores	Temporizadores 8/16 bits
	Flash (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1

Diagramas de pines

PDIP, SOIC



SSOP

28-Pin QFN

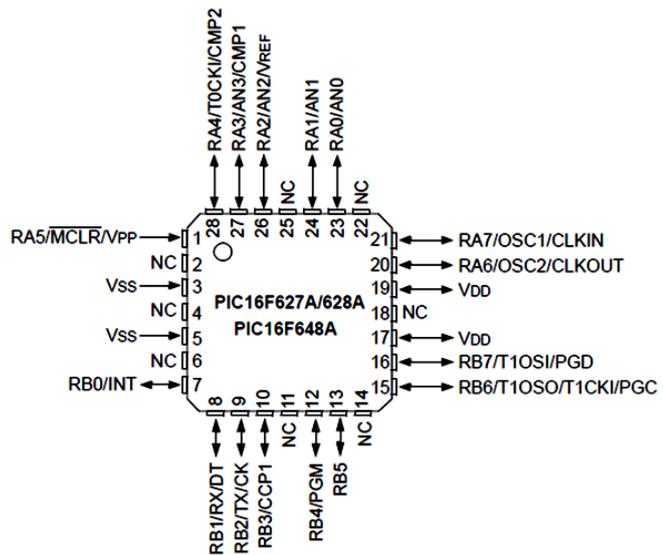
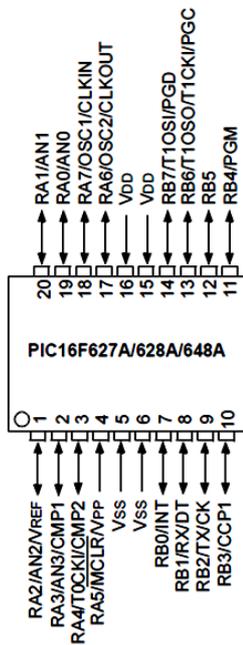


Tabla de Contenidos

- 1.0 Descripción General
- 2.0 Variedades en los dispositivos PIC16F627A/628A/648A
- 3.0 Descripción general de Arquitectura
- 4.0 Organización de la memoria
- 5.0 Puertos de E / S
- 6.0 Módulo Timer0
- 7.0 Módulo Timer1
- 8.0 Módulo Timer2
- 9.0 Módulos Captura / Comparación / PWM (CCP)
- 10.0 Módulo comparador
- 11.0 Módulo Voltaje de referencia
- 12.0 Módulo Universal Síncrono Asíncrono Receptor Transmisor (USART)
- 13.0 Memoria de datos EEPROM
- 14.0 Características especiales de la CPU
- 15.0 Conjunto de instrucciones
- 16.0 Desarrolladores de Apoyo
- 17.0 Especificaciones eléctricas
- 18.0 Características CC y CA, gráficos y cuadros
- 19.0 Información de embalaje
- Apéndice A: Revisión histórica
- Apéndice B: Diferencias de dispositivos
- Apéndice C: Migraciones de Dispositivos - PIC16C63/65A/73A/74A -> PIC16C63A/65B/73B/74B
- Apéndice D: Migración de línea de base (*baseline*) a dispositivos de gama media
- Sitio Web de Microchip
- Notificación de Cambio de Servicio al Cliente
- Asistencia al cliente
- Respuestas lector
- Sistema de Identificación de Producto

A nuestros valiosos clientes

Es nuestra intención ofrecer a nuestros clientes la mejor documentación posible para garantizar éxito en la utilización de los productos Microchip. Con este fin, seguiremos mejorando nuestras publicaciones para satisfacer mejor sus necesidades. Nuestras publicaciones se ampliarán en los volúmenes y actualizaciones. Si tiene alguna pregunta o comentario sobre esta publicación, póngase en contacto con el Departamento de Comunicaciones de Marketing a través de E-mail o fax en **docerrors@microchip.com** o por fax **Respuesta Forma lector** en la parte de atrás de esta hoja de datos al (480) 792-4150. Nosotros Agradecemos sus comentarios.

Hoja de Datos actualizada

Para obtener la más actualizada versión de esta hoja de datos, por favor regístrese en nuestro sitio web en el mundo:

<http://www.microchip.com>

Puede determinar la versión de una hoja de datos mediante su número indicado en la parte inferior de la esquina de cualquier página.

El último carácter del formato del número es el número de versión (por ejemplo, DS30000A es una versión A del documento DS30000).

Errata

Una hoja errata, describe las diferencias de la hoja de datos y soluciones recomendadas, que pueden existir para los actuales dispositivos. Como dispositivo/documentación pueden existir problemas conocidos para nosotros, es por eso que publicamos una hoja de erratas. La hoja de erratas se especificará la revisión de silicio y la revisión del documento a los que se aplica.

Para determinar si existe una hoja de erratas para un dispositivo en particular, póngase en contacto en los siguientes sitios:

- Sitio Web Microchip; <http://www.microchip.com>
- Oficina de ventas local de Microchip (véase última página)

Cuyo este en contacto con una oficina de ventas, por favor, especifique el dispositivo, la revisión de silicio y la hoja de datos (incluyendo número de la literatura), que este utilizo.

Sistema de notificación al cliente

Regístrese en nuestro sitio web en **www.microchip.com** para recibir la más actualizada información sobre todos nuestros productos.

1.0 DESCRIPCION GENERAL

Los PIC's 16F627A/628A/648A de 18-pines basados en Flash forman parte de la versátil familia de bajo costo, alto rendimiento, CMOS, fullystatic, Microcontroladores de 8 bits. Todos los microcontroladores PIC® emplean una avanzada arquitectura RISC. Los PIC's 16F627A/628A/648A han aumentado las características principales, una pila de ocho niveles, múltiples fuentes de interrupción internas y externas. Los buses de datos e instrucciones de la arquitectura Harvard cuentan con 14 bits de ancho por palabra de instrucción con una separación de datos de 8 bits. Las etapas de instrucción pipeline permiten a todas las instrucciones ejecutarse en un solo ciclo de reloj, a excepción de las instrucciones de salto (que requieren dos ciclos). Un total de 35 instrucciones (reducción de la gama de instrucciones), están disponibles, complementadas por una amplia gama de registros. Los microcontroladores PIC16F627A/628A/648A normalmente logran un código de compresión de 2:1 y una velocidad 4:1, mejoras con respecto a otros microcontroladores de 8 bits en su clase. Los dispositivos PIC16F627A/628A/648A han integrado características para reducir los componentes externos, reduciendo así costes en los sistemas, la mejora de la fiabilidad del sistema y la reducción del consumo de energía.

El oscilador de los PIC's 16F627A/628A/648A tienen 8 configuraciones. Un único pin RC para un oscilador brinda una solución de bajo costo. El oscilador LP minimiza el poder consumo, XT es un estándar de cristal, y el INTOSC es un equipo autónomo de precisión de dos velocidades de oscilador interno.

El modo HS es para cristales de Alta Velocidad. El modo EC es para una fuente de reloj externa. El modo Sleep (Power-down) ofrece el modo de ahorro de energía. Los usuarios pueden despertar el chip desde el modo de espera a través de varias interrupciones externas, internas y Reseteos.

Un temporizador de vigilancia (Watchdog) de gran fiabilidad con su propio oscilador RC on-chip proporciona protección contra software de bloqueo (lock-up).

La Tabla 1-1 muestra las características de los PIC's 16F627A/628A /648A de la familia Microcontroladores de gama media. Un diagrama de bloques simplificado de los PIC's 16F627A/628A /648A se muestra en la Figura 3-1. La serie PIC16F627A/628A/648A encaja en aplicaciones que van desde cargadores de batería de baja potencia hasta sensores a distancia. La tecnología Flash permite personalizar programas de aplicación (niveles de detección, generación de pulso, temporizadores, etc.) de manera muy rápida y conveniente. Los paquetes de pequeño tamaño hacen que los microcontroladores de esta serie sean ideales para todas las aplicaciones con limitaciones de espacio. Bajo costo, baja potencia, alto rendimiento, facilidad de uso y E / S flexibles hacen a los PIC's 16F627A/628A/648A dispositivos muy versátiles.

1.1 Apoyo al desarrollo

La familia de los PIC's 16F627A/628A/648A realizan sus funciones bajo el nivel de programación macro ensamblador (macro assembler), un software simulador, un circuito emulador, un bajo coste en el circuito depurador, un bajo coste de desarrollo y un programador de funciones completas. Un tercero, compilador "C", brinda herramientas de apoyo que esta también disponible.

TABLA 1-1: FAMILIA DE DISPOSITIVOS PIC16F627A/628A/648A

		PIC16F627A	PIC16F628A	PIC16F648A	PIC16LF627A	PIC16LF628A	PIC16LF648A
Reloj	Frecuencia de Operación Máxima (MHz)	20	20	20	20	20	20
	Memoria	Memoria de Programa Flash (words)	1024	2048	4096	1024	2048
Memoria de Datos RAM (bytes)		224	224	256	224	224	256
Memoria de Datos EEPROM (bytes)		128	128	256	128	128	256
Periféricos	Temporizadores (Timers)	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2
	Comparadores	2	2	2	2	2	2
	Módulos Captura/Comparación/PWM	1	1	1	1	1	1
	Comunicación Serial	USART	USART	USART	USART	USART	USART
	Voltaje de Referencia	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

ANEXO E

Datos técnicos PLC Logo

A.1 Datos técnicos generales

Critero	Comprobado según	Valores
LOGO! Basic Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		72 x 90 x 55 mm Aprox. 190 g en un perfil soporte 35 mm 4 anchos de módulo o montaje en la pared
Módulos de ampliación LOGO! DM8..., AM... Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		36 x 90 x 53 mm Aprox. 90 g en un perfil soporte de 35 mm 2 anchos de módulo o montaje en la pared
LOGO! TD (visualizador de textos)		128,2 x 86 x 38,7 mm Aprox. 220g Montaje con estribo de fijación
Módulos de ampliación LOGO! DM16... Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		72 x 90 x 53 mm Aprox. 190 g en un perfil soporte de 35 mm 4 anchos de módulo o montaje en la pared
Condiciones ambientales climáticas		
Temperatura ambiente Montaje horizontal Montaje vertical	Temperatura baja según IEC 60068-2-1 Temperatura alta según IEC 60068-2-2	0 ... 55 °C 0 ... 55 °C
Almacenamiento y transporte		- 40 °C... +70 °C
Humedad relativa	IEC 60068-2-30	del 10 al 95 % sin condensación
Presión atmosférica		795 ... 1080 hPa
Sustancias contaminantes	IEC 60068-2-42 IEC 60068-2-43	SO ₂ 10 cm ³ /m ³ , 10 días H ₂ S 1 cm ³ /m ³ , 10 días
Condiciones ambientales mecánicas		
Grado de protección		IP 20 para el panel frontal del módulo LOGO! Basic IP 65 para el panel frontal del LOGO! TD

*Datos técnicos**A.1 Datos técnicos generales*

Criterio	Comprobado según	Valores
Vibraciones:	IEC 60068-2-6	5 ... 8,4 Hz (amplitud constante 3,5 mm) 8.4 ... 150 Hz (aceleración constante 1 g)
Choque	IEC 60068-2-27	18 choques (semisinusoidal 15g/11 ms)
Caída libre (embalado)	IEC 60068-2-32	0,3 m
Compatibilidad electromagnética (CEM)		
Emisión de ruidos	EN 55011/A EN 55022/B EN 50081-1 (área residencial)	Clase de valor límite B grupo 1
Descarga electrostática	IEC 61000-4-2 Severidad 3	Descarga por aire: 8 kV Descarga por contacto: 6 kV
Campos electromagnéticos	IEC 61000-4-3	Intensidad de campo 1 V/m y 10 V/m
Radiación HF en cables y pantallas de cable	IEC 61000-4-6	10 V
Impulsos en ráfagas	IEC 61000-4-4Severidad 3	2 kV (líneas de alimentación y señal)
Impulso de sobretensión (aplicable sólo a LOGO! 230 ...)	IEC 61000-4-5Severidad 3	1 kV (líneas de alimentación) simétrico 2 kV (líneas de alimentación) asimétrico
Datos sobre seguridad IEC		
Distancias de aislamiento y líneas de fuga	IEC 60664, IEC 61131-2, EN 50178 cULus según UL 508, CSA C22.2 No. 142 Con LOGO! 230 R/RC, también IEC60730-1	Se cumple
Rigidez dieléctrica	IEC 61131-2	Se cumple
Tiempo de ciclo		
Tiempo de ciclo por función		< 0,1 ms
Arranque		
Tiempo de arranque en POWER ON		Típ. 9 s

A.2 Datos técnicos: LOGO! 230...

	LOGO! 230 RC LOGO! 230 RCo	
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	115...240 V AC/DC	
Rango admisible	85 ... 265 V AC 100 ... 253 V DC	
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz	
Consumo de corriente	<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC • 240 V AC • 115 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • 15 ... 40 mA • 15 ... 25 mA • 10 ... 25 mA • 6 ... 15 mA
Compensación de fallos de tensión	<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC/DC • 240 V AC/DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 10 ms • Típ. 20 ms
Disipación a	<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC • 240 V AC • 115 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.7 ... 4,6 W • 3.6 ... 6,0 W • 1.1... 2,9 W • 1.4 ... 3,6 W
Respaldo del reloj en tiempo real a 25 °C	Típ. 80 horas sin tarjeta de batería Típ. 2 años con tarjeta de batería	
Precisión del reloj en tiempo real	Típ. ± 2 s / día	
Entradas digitales		
Cantidad	8	
Aislamiento galvánico	No	
Número de entradas rápidas	0	
Frecuencia de entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada normal • Entrada rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Máx. 4 Hz • - -
Tensión de entrada L1	<ul style="list-style-type: none"> • Señal 0 • Señal 1 • Señal 0 • Señal 1 	<ul style="list-style-type: none"> • < 40 V AC • > 79 V AC • < 30 V DC • > 79 V DC
Intensidad de entrada en	<ul style="list-style-type: none"> • Señal 0 • Señal 1 • Señal 0 • Señal 1 	<ul style="list-style-type: none"> • < 0,03 mA AC • < 0,08 mA AC • < 0,03 mA DC • < 0,12 mA DC

A

Datos técnicos

A.1 Datos técnicos generales

Criteria	Comprobado según	Valores
LOGO! Basic Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		72 x 90 x 55 mm Aprox. 190 g en un perfil soporte 35 mm 4 anchos de módulo o montaje en la pared
Módulos de ampliación LOGO! DM8..., AM... Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		36 x 90 x 53 mm Aprox. 90 g en un perfil soporte de 35 mm 2 anchos de módulo o montaje en la pared
LOGO! TD (visualizador de textos)		128,2 x 86 x 38,7 mm Aprox. 220g Montaje con estribo de fijación
Módulos de ampliación LOGO! DM16... Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		72 x 90 x 53 mm Aprox. 190 g en un perfil soporte de 35 mm 4 anchos de módulo o montaje en la pared
Condiciones ambientales climáticas		
Temperatura ambiente Montaje horizontal Montaje vertical	Temperatura baja según IEC 60068-2-1 Temperatura alta según IEC 60068-2-2	0 ... 55 °C 0 ... 55 °C
Almacenamiento y transporte		- 40 °C... +70 °C
Humedad relativa	IEC 60068-2-30	del 10 al 95 % sin condensación
Presión atmosférica		795 ... 1080 hPa
Sustancias contaminantes	IEC 60068-2-42 IEC 60068-2-43	SO ₂ 10 cm ³ /m ³ , 10 días H ₂ S 1 cm ³ /m ³ , 10 días
Condiciones ambientales mecánicas		
Grado de protección		IP 20 para el panel frontal del módulo LOGO! Basic IP 65 para el panel frontal del LOGO! TD

*Datos técnicos**A.1 Datos técnicos generales*

Criterio	Comprobado según	Valores
Vibraciones:	IEC 60068-2-6	5 ... 8,4 Hz (amplitud constante 3,5 mm) 8.4 ... 150 Hz (aceleración constante 1 g)
Choque	IEC 60068-2-27	18 choques (semisinusoidal 15g/11 ms)
Caída libre (embalado)	IEC 60068-2-32	0,3 m
Compatibilidad electromagnética (CEM)		
Emisión de ruidos	EN 55011/A EN 55022/B EN 50081-1 (área residencial)	Clase de valor límite B grupo 1
Descarga electrostática	IEC 61000-4-2 Severidad 3	Descarga por aire: 8 kV Descarga por contacto: 6 kV
Campos electromagnéticos	IEC 61000-4-3	Intensidad de campo 1 V/m y 10 V/m
Radiación HF en cables y pantallas de cable	IEC 61000-4-6	10 V
Impulsos en ráfagas	IEC 61000-4-4Severidad 3	2 kV (líneas de alimentación y señal)
Impulso de sobretensión (aplicable sólo a LOGO! 230 ...)	IEC 61000-4-5Severidad 3	1 kV (líneas de alimentación) simétrico 2 kV (líneas de alimentación) asimétrico
Datos sobre seguridad IEC		
Distancias de aislamiento y líneas de fuga	IEC 60664, IEC 61131-2, EN 50178 cULus según UL 508, CSA C22.2 No. 142 Con LOGO! 230 R/RC, también IEC60730-1	Se cumple
Rigidez dieléctrica	IEC 61131-2	Se cumple
Tiempo de ciclo		
Tiempo de ciclo por función		< 0,1 ms
Arranque		
Tiempo de arranque en POWER ON		Típ. 9 s

A.2 Datos técnicos: LOGO! 230...

	LOGO! 230 RC LOGO! 230 RCo	
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	115...240 V AC/DC	
Rango admisible	85 ... 265 V AC 100 ... 253 V DC	
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz	
Consumo de corriente	<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC • 240 V AC • 115 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • 15 ... 40 mA • 15 ... 25 mA • 10 ... 25 mA • 6 ... 15 mA
Compensación de fallos de tensión	<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC/DC • 240 V AC/DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 10 ms • Típ. 20 ms
Disipación a	<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC • 240 V AC • 115 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.7 ... 4,6 W • 3.6 ... 6,0 W • 1.1... 2,9 W • 1.4 ... 3,6 W
Respaldo del reloj en tiempo real a 25 °C	Típ. 80 horas sin tarjeta de batería Típ. 2 años con tarjeta de batería	
Precisión del reloj en tiempo real	Típ. ± 2 s / día	
Entradas digitales		
Cantidad	8	
Aislamiento galvánico	No	
Número de entradas rápidas	0	
Frecuencia de entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada normal • Entrada rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Máx. 4 Hz • - -
Tensión de entrada L1	<ul style="list-style-type: none"> • Señal 0 • Señal 1 • Señal 0 • Señal 1 	<ul style="list-style-type: none"> • < 40 V AC • > 79 V AC • < 30 V DC • > 79 V DC
Intensidad de entrada en	<ul style="list-style-type: none"> • Señal 0 • Señal 1 • Señal 0 • Señal 1 	<ul style="list-style-type: none"> • < 0,03 mA AC • < 0,08 mA AC • < 0,03 mA DC • < 0,12 mA DC

*Datos técnicos**A.2 Datos técnicos: LOGO! 230...*

	LOGO! 230 RC LOGO! 230 RC _o
Tiempo de retardo de 0 a 1:	
<ul style="list-style-type: none"> • 120 V AC • 240 V AC • 120 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 50 ms • Típ. 30 ms • Típ. 25 ms • Típ. 15 ms
Tiempo de retardo de 1 a 0:	
<ul style="list-style-type: none"> • 120 V AC • 240 V AC • 120 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 65 ms • Típ. 105 ms • Típ. 95 ms • Típ. 125 ms
Longitud de cable (sin pantalla)	100 m
Salidas digitales	
Cantidad	4
Tipo de salida	Salidas de relé
Aislamiento galvánico	Sí
En grupos de	1
Control de una entrada digital	Sí
Corriente permanente I_{th}	Máx. 10 A por relé
Corriente de cierre	Máx. 30 A
Carga de lámparas incandescentes (25.000 ciclos de conmutación) a	
<ul style="list-style-type: none"> • 230/240 V AC • 115/120 V AC 	<ul style="list-style-type: none"> • 1000 W • 500 W
Tubos fluorescentes con reductor de tensión (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 ciclos de conmutación)	1 x 58 W (para 230/240 V AC)
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)
Resistencia a cortocircuitos cos 1	Protector de potencia B16, 600A
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7	Protector de potencia B16, 900A
Reducción de potencia	Ninguna; en todo el rango de temperatura
Conexión en paralelo de salidas para aumentar la potencia	No admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)	Máx. 16 A, característica B16
Frecuencia de conmutación	
Mecánica	10 Hz
Carga óhmica/carga de lámparas	2 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz

Nota: Para las lámparas fluorescentes con condensadores deben considerarse también los datos técnicos de los reductores de tensión de lámparas fluorescentes. Si se excede la corriente de cierre máxima admisible, las lámparas fluorescentes se deberán conectar a través de los relés auxiliares correspondientes.

Los datos se han determinado con los dispositivos siguientes:

Lámparas fluorescentes Siemens 58W VVG 5LZ 583 3-1 no compensadas.

Lámparas fluorescentes Siemens 58W VVG 5LZ 583 3-1 compensadas en paralelo con 7 μ F.

Lámparas fluorescentes Siemens 58W VVG 5LZ 501 1-1N con reductor de tensión.

A.3 Datos técnicos: LOGO! DM8 230R y LOGO! DM16 230R

	LOGO! DM8 230R	LOGO! DM16 230R
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	115...240 V AC/DC	115 ... 240 V AC/DC
Rango admisible	85 ... 265 V AC 100 ... 253 V DC	85 ... 265 V AC 100 ... 253 V DC
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz	
Consumo de corriente		
<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC • 240 V AC • 115 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 ... 30 mA • 10 ... 20 mA • 5 ... 15 mA • 5 ... 10 mA 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 ... 60 mA • 10 ... 40 mA • 5 ... 25 mA • 5 ... 20 mA
Compensación de fallos de tensión		
<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC/DC • 240 V AC/DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 10 ms • Típ. 20 ms 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 10 ms • Típ. 20 ms
Disipación a		
<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC • 240 V AC • 115 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.1 ... 3,5 W • 2.4 ... 4,8 W • 0.5 ... 1,8 W • 1.2 ... 2,4 W 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.1 ... 4,5 W • 2.4 ... 5,5 W • 0.6 ... 2,9 W • 1.2 ... 4,8 W
Entradas digitales		
Cantidad	4	8
Aislamiento galvánico	No	No
Número de entradas rápidas	0	0
Frecuencia de entrada		
<ul style="list-style-type: none"> • Entrada normal • Entrada rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Máx. 4 Hz • -- 	<ul style="list-style-type: none"> • Máx. 4 Hz • --
Tensión de entrada L1		
<ul style="list-style-type: none"> • Señal 0 • Señal 1 • Señal 0 • Señal 1 	<ul style="list-style-type: none"> • < 40 V AC • > 79 V AC • < 30 V DC • > 79 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • < 40 V AC • > 79 V AC • < 30 V DC • > 79 V DC
Intensidad de entrada en		
<ul style="list-style-type: none"> • Señal 0 • Señal 1 • Señal 0 • Señal 1 	<ul style="list-style-type: none"> • < 0,03 mA AC • < 0,08 mA AC • < 0,03 mA DC • < 0,12 mA DC 	<ul style="list-style-type: none"> • < 0,05 mA AC • < 0,08 mA AC • < 0,05 mA DC • < 0,12 mA DC

Datos técnicos

A.3 Datos técnicos: LOGO! DM8 230R y LOGO! DM16 230R

	LOGO! DM8 230R	LOGO! DM16 230R
Tiempo de retardo de 0 a 1:	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 50 ms • Típ. 30 ms • Típ. 25 ms • Típ. 15 ms 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 50 ms • Típ. 30 ms • Típ. 25 ms • Típ. 15 ms
Tiempo de retardo de 1 a 0:	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 65 ms • Típ. 105 ms • Típ. 95 ms • Típ. 125 ms 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 65 ms • Típ. 105 ms • Típ. 95 ms • Típ. 125 ms
Longitud de cable (sin pantalla)	100 m	100 m
Salidas digitales		
Cantidad	4	8
Tipo de salida	Salidas de relé	Salidas de relé
Aislamiento galvánico	Sí	Sí
En grupos de	1	1
Control de una entrada digital	Sí	Sí
Corriente permanente I_{th}	Máx. 5 A por relé	Máx. 5 A por relé
Corriente de cierre	Máx. 30 A	Máx. 30 A
Carga de lámparas incandescentes (25.000 ciclos de conmutación) a:		
230/240 V AC	1000 W	1000 W
115/120 V AC	500 W	500 W
Tubos fluorescentes con reductor de tensión (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 ciclos de conmutación)	1 x 58 W (para 230/240 V AC)	1 x 58 W (para 230/240 V AC)
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)
Resistencia a cortocircuitos $\cos \phi = 1$	Protector de potencia B16, 600A	Protector de potencia B16, 600A
Resistencia a cortocircuitos $\cos \phi = 0,5$ a $0,7$	Protector de potencia B16, 900A	Protector de potencia B16, 900A
Reducción de potencia	Ninguna; en todo el rango de temperatura	Ninguna; en todo el rango de temperatura
Conexión en paralelo de salidas para aumentar la potencia	No admisible	No admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)	Máx. 16 A, característica B16	Máx. 16 A, característica B16
Frecuencia de conmutación		

A.3 Datos técnicos: LOGO! DM8 230R y LOGO! DM16 230R

	LOGO! DM8 230R	LOGO! DM16 230R
Mecánica	10 Hz	10 Hz
Carga óhmica/carga de lámparas	2 Hz	2 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz	0,5 Hz

Nota: Para las lámparas fluorescentes con condensadores deben considerarse también los datos técnicos de los reductores de tensión de lámparas fluorescentes. Si se excede la corriente de cierre máxima admisible, las lámparas fluorescentes se deberán conectar a través de los relés auxiliares correspondientes.

Los datos se han determinado con los dispositivos siguientes:

Lámparas fluorescentes Siemens 58W VVG 5LZ 583 3-1 no compensadas.

Lámparas fluorescentes Siemens 58W VVG 5LZ 583 3-1 compensadas en paralelo con 7 μ F.

Lámparas fluorescentes Siemens 58W VVG 5LZ 501 1-1N con reductor de tensión.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
HMI SIEMENS KTP400 BASIC



Display	
Tipo de display	STN
Diagonal de pantalla	3,8 in
Achura del display	76,8 mm
Altura del display	57,6 mm
Nº de colores	4; Tonos de gris
Resolución (píxeles)	
Resolución de imagen horizontal	320
Resolución de imagen vertical	240
Retroiluminación	
MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	30000 h
Retroiluminación variable	No
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
Nº de teclas de función	4
Teclas con LED	No
Teclas del sistema	No
Teclado numérico/alfanumérico	
Teclado numérico	Sí; Teclado en pantalla
Teclado alfanumérico	Sí; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
Como pantalla táctil	Sí
Diseño/montaje	
Montaje vertical (formato retrato) posible	Sí
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Sí
Tensión de alimentación	
Tipo de corriente de alimentación	DC
Tensión asignada/DC	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	

Consumo (valor nominal)	0,1 A
I ² t, máx.	0,5 A ² ·s
Potencia	
Consumo, típ.	3 W
Procesador	
Tipo de procesador	
X86	No
ARM	Sí; RISC 32 bits
Memoria	
Flash	Sí
RAM	Sí
Memoria de usuario	1 Mbyte
Tipo de salida	
Acústica	
Zumbador	Sí
Altavoz	No
Hora	
Reloj	
Reloj por hardware (reloj tiempo real)	No
Reloj por software	Sí
Respaldado	No
Sincronizable	Sí
Interfaces	
Nº de interfaces RS 485	0
N.º de interfaces USB	0
Número de slot para tarjetas SD	0
Nº de interfaces paralelas	0
Nº de interfaces 20 mA (TTY)	0
N.º de interfaces RS 232	0
Nº de interfaces RS 422	0
N.º de otras interfaces	0
Con interfaces a SW	No
Industrial Ethernet	
N.º de interfaces Industrial Ethernet	1
LED de estado Industrial Ethernet	2
Informes (logs)	
PROFINET	Sí
Soporta protocolo para PROFINET IO	No
IRT, función soportada	No
PROFIBUS	No
MPI	No
Protocolos (Ethernet)	
TCP/IP	Sí
DHCP	Sí
SNMP	Sí
DCP	Sí
LLDP	Sí
Propiedades WEB	
HTTP	No
HTML	No

Otros protocolos	
CAN	No
MODBUS	Sí; Modicon (MODBUS TCP/IP)
Soporta protocolo para EtherNet/IP	Sí
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Avisos de diagnósticos	
Se puede leer la información de diagnóstico	No
Grado de protección y clase de protección	
Clase de protección (EN 60529)	IP20
IP (frontal)	IP65
Envolvente tipo 4 en el frente	Sí
Enclosure Type 4x en el frente	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
CE	Sí
Homologación KC	Sí
cULus	Sí
C-TICK	Sí
GL	Sí
ABS	Sí
BV	Sí
DNV	Sí
LRS	Sí
Class NK	Sí
PRS	Sí
Uso en atmósfera potencialmente explosiva	
ATEX zona 2	No
ATEX zona 22	No
cULus Class I zona 1	No
cULus Class I zona 2, división 2	No
FM Class I división 2	No
Condiciones ambientales	
Posición de montaje	vertical
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	35°
Temperatura de empleo	
En servicio (montaje vertical)	
En posición de montaje vertical/mín.	0 °C
En posición de montaje vertical/máx.	50 °C
En servicio (máx. ángulo de inclinación)	
Con ángulo máx. de inclinación/mín.	0 °C
Con ángulo máx. de inclinación/máx.	40 °C
En servicio (montaje vertical, formato retrato)	

En posición de montaje vertical/mín.	0 °C
n posición de montaje vertical/máx.	50 °C
En servicio (máx. ángulo de inclinación, formato retrato)	
Con ángulo máx. de inclinación/mín.	0 °C
Con ángulo máx. de inclinación/máx.	40 °C
Temperatura de almacenaje/transporte	
mín.	-20 °C
máx.	60 °C
Humedad relativa	
Humedad relativa máx.	90 %
Sistemas operativos	
Windows CE	No
propietarios	Sí
otros	No
Configuración	
Ventana de avisos	Sí
Con sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	Sí
Representación de valores de proceso (salida)	Sí
Especificación de valores de proceso (entrada) posible	Sí
Administración de recetas	Sí
Software de configuración	
STEP 7 Basic (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
STEP 7 Professional (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
WinCC flexible Compact	Sí
WinCC flexible Standard	Sí
WinCC flexible Advanced	Sí
WinCC Basic (TIA Portal)	Sí
WinCC Comfort (TIA Portal)	Sí
WinCC Advanced (TIA Portal)	Sí
WinCC Professional (TIA Portal)	Sí
Idiomas	
Idiomas online	
Número de idiomas online/runtime	5
Idiomas	
Idiomas por proyecto	32
Idiomas	
D	Sí
GB	Sí
F	Sí
I	Sí
E	Sí
CHN "tradicional"	Sí

CHN "simplificado"	Sí
DK	Sí
FIN	Sí
GR	Sí
J	Sí
KP/ROK	Sí
NL	Sí
N	Sí
PL	Sí
P	Sí
RUS	Sí
S	Sí
CZ	Sí
SK	Sí
TR	Sí
H	Sí
Funcionalidad bajo WinCC (TIA Portal)	
Librerías	Sí
Planificador de tareas	
controlada por tiempo	No
controlada por tarea	Sí
Sistema de ayuda	
Nº de caracteres por texto informativi	320
Con sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	
Nº de clases de avisos	32
Nº de avisos de bit	200
Nº de avisos analógicos	15
Avisos del sistema HMI	Sí
Valores de caracteres por aviso	80
Valores de proceso por aviso	8
Indicador de avisos	Sí
Búfer de avisos	
Nº de entradas	256
Búfer circular	Sí
remanente	Sí
sin mantenimiento	Sí
Recetas	
Número de recetas	5
Registros por receta	20
Entradas por registro	20
Tamaño de la memoria de recetas interna	40 kbyte
Memoria de recetas ampliable	No
Variables	
Nº de variables por equipo	250
Nº de variables por sinóptico	30
Valores límite	Sí
Multiplexar	Sí

Estructuras	No
Matrices	Sí
Imágenes	
Número de imágenes configurables	50
Ventana permanente/platilla	Sí
Imagen global	Sí
Imagen inicial configurable	Sí
Selección de imagen vía PLC	Sí
Nº de imagen en el PLC	Sí
Objetos gráficos	
Número de objetos por imagen	30
Campos de texto	Sí
Campos de E/S	Sí
Campos de E/S gráficos (lista de gráficos)	Sí
Campos de E/S simbólicos (lista de textos)	Sí
Campos de fecha/hora	Sí
Interruptor	Sí
Botones	Sí
Visor de gráficos	Sí
Iconos	Sí
Objetos geométricos	Sí
Objetos gráficos complejos	
Número de objetos complejos por imagen	5
Visor de avisos	Sí
Visor de curvas	Sí
Visor de usuarios	Sí
Estado/forzado	No
Visor Sm@rtClient	No
Visor de recetas	Sí
Visor de curvas f(x)	No
Visor de diagnóstico del sistema	No
Media Player	No
Barras	Sí
Deslizadores	No
Instrumentos de aguja	No
Reloj analógico/digital	No
Listas	
Nº de listas de textos por proyecto	150
Nº de entradas por lista de textos	30
Nº de listas gráficas por proyecto	100
Nº de entradas por lista gráfica	30
Registro histórico	
Nº de archivos históricos por equipo	0
Seguridad	
Número de grupos de usuarios	50
Número de derechos de usuario	32
Número de usuarios	50
Exportación/importación de contraseñas	No
SIMATIC Logon	No

Juegos de caracteres	
Fuentes de teclado	
USA (inglés)	Sí
Juegos de caracteres	
Tahoma	Sí
Arial	No
Courier New	No
WinCC flexible-Standard	Sí
ideogramas	Sí
Tamaño de caracter escalable	No
Juegos de caracteres cargables adicionalmente	No
Transferencia (carga/descarga)	
MPI / PROFIBUS DP	No
USB	No
Ethernet	Sí
Mediante medio de memoria externo	No
Acoplamiento al proceso	
S7-1200	Sí
S7-1500	Sí
S7-200	Sí
S7- 300/400	Sí
LOGO!	Sí
Win AC	Sí
SINUMERIK	No
SIMOTION	No
Allen Bradley (EtherNet/IP)	Sí
Allen Bradley (DF1)	No
Mitsubishi (MC TCP/IP)	Sí
Mitsubishi (FX)	No
OMRON (FINS TCP)	No
OMRON (LINK/Multilink)	No
Modicon (Modbus TCP/IP)	Sí
Modicon (Modbus)	No
Herramientas/auxiliares para configuración	
Imagen para limpieza	Sí
Calibrar la pantalla táctil	Sí
Backup/Restore	Sí
Backup/Restore automáticos	No
Simulación	Sí
Conmutación de dispositivo	Sí
Transferencia de deltas	No
Periferias / Opciones	
Periféricos	
Impresora	No
Tarjeta multimedia	No
Tarjeta SD	No



Over Pressure Protection; Flow, Level & Density Measurement; Automation & Control

DLM PRESSURE



CS-PT 100 Piezoresistive Pressure Transmitter

Features :

- Accuracy: $\pm 0.5\%$ of F.S
- Local display unit is optional
- Diffused silicon sensor
- Multi-measurement range and output signal
- Wide choice of pressure and electrical outputs
- Non polar two wire current output

Applications :

- Gas dispenser
- Refrigerating plants
- Hydraulic control
- Pressure vessels
- Automatic pressure control systems
- Energy and water treatment



Description:

CS-PT100 series pressure transmitters are cost effective products made to industry standards. They are widely used to measure the pressure of gasses and various liquids, and are manufactured in stainless steel. Special circuits are adopted to adjust zero and full range conveniently.

1 Angus Crescent, Longmeadow Business Estate East, Modderfontein

Branches:

Johannesburg (011) 457 0500; **Cape Town** (021) 551 0727; **Durban** (031) 705 1966;
East London (043) 722 1309; **Rustenburg** (014) 596 7086; **Vereeniging** (016) 421 4586
Welkom (057) 355 3081

sales@dml.co.za

www.dml.co.za



Over Pressure Protection; Flow, Level & Density Measurement; Automation & Control

DLM PRESSURE



Technical Data

<u>Name</u>	<u>Value</u>				
Measurement Range	0-2 BAR.....600 BAR				
Test Pressure	1,5 X Full Scale				
Burst Pressure	3,0 x Full Scale				
Accuracy	+/- 0,5% of Full Scale				
Stability	Typical Value 0,25% of Full Scale , Maximum 0,4% of Full Scale				
Operating Temperature	- 40 °C ~ +120 °C				
Compensation Temperature	- 10 °C ~ +70 °C				
Medium Compatibility	All corrosive medium compatible with 1Cr18Ni9Ti				
Electric Features	Two wire		Three wire		
Output Signals	4 ~ 20 mA	0 ~ 5V	1 ~ 5V	0,5 ~ 4,5V	0 ~ 10V
Supply Voltage	10 ~ 30VDC	8 ~ 30VDC	5V Ratio	11 ~ 30VDC	
Insulation	> 100MΩ @ 50V				
Power Intension	500V @ 60 seconds				
Electric Connection	DIN43650,Air plug, Fixed line sets , IP68				
Pressure Connector	M20 x 1.5, G½, G¼, NPT½, R½				
Response Time	10 ms				
Electromagnetic compatibility	Electromagnetic radiation: EN50081-1/-2 Electromagnetic sensitivity: EN50082-2				

1 Angus Crescent, Longmeadow Business Estate East, Modderfontein

Branches:

Johannesburg (011) 457 0500; **Cape Town** (021) 551 0727; **Durban** (031) 705 1966;
East London (043) 722 1309; **Rustenburg** (014) 596 7086; **Vereeniging** (016) 421 4586
Welkom (057) 355 3081

sales@dml.co.za

www.dml.co.za



Over Pressure Protection; Flow, Level & Density Measurement; Automation & Control

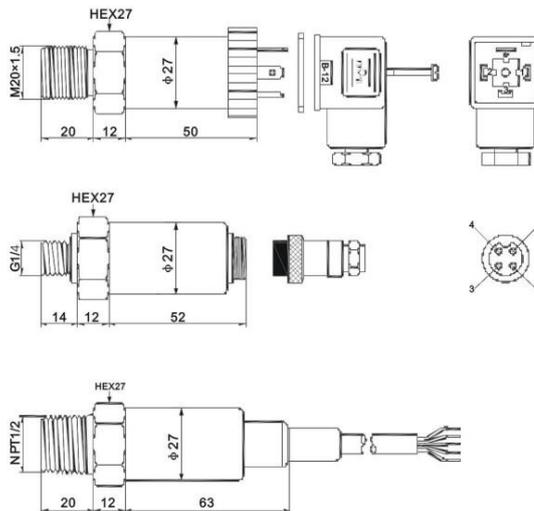
DLM PRESSURE



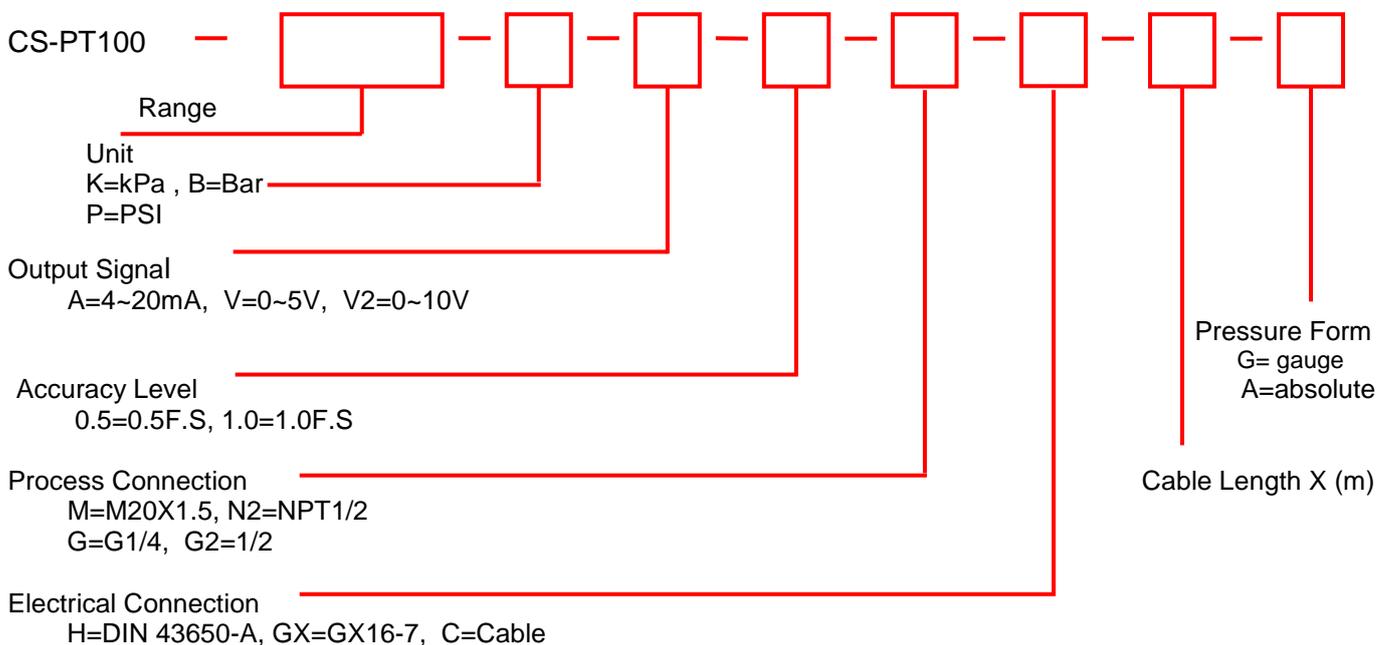
Interface Definition				
Plug	two-wire	cable	three-wire	cable
1	Power	red	Power	red
2	Output	blue/green	GND	black
3			Output	blue/green
4(E)	Shield	yellow	Shield	yellow

Pressure Port Connect Format			
1	M20x1.5	3	G 1/4
2	NPT 1/2	4	G 1/2

Signal Output Format	
two-wire	4~20mA
three-wire	0~5V, 0.5~4.5V, 1~5V, 0~10V



Model Selection Guide:



- CS-PT100E – Intrinsically Safe
- CS-PT111 – Indicator & Control
- CS-PT110 – Indicator

1 Angus Crescent, Longmeadow Business Estate East, Modderfontein

Branches:

Johannesburg (011) 457 0500; Cape Town (021) 551 0727; Durban (031) 705 1966;
East London (043) 722 1309; Rustenburg (014) 596 7086; Vereeniging (016) 421 4586
Welkom (057) 355 3081

sales@d1m.co.za www.d1m.co.za

MANUAL DE USUARIO

Implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para el sistema Hidroneumático del edificio Teatro Nacional Sucre.

NOTAS PARA EL CLIENTE:

Apreciado cliente, agradecemos la confianza prestada hacia nuestros productos y soluciones de automatización, disponemos de equipos y personal técnico capacitado para brindar todo tipo de asesoría en la implementación de sus proyectos.

Antes de utilizar el producto lea cuidadosamente las instrucciones de seguridad.

ADVERTENCIAS:



Riesgo eléctrico, tenga mucho cuidado con la manipulación de los componentes eléctricos del sistema, podría causar daños a su salud.



Tenga cuidado de no derramar agua sobre el tablero de control.



Utilice guantes para realizar cualquier trabajo en las instalaciones.

OPERACIÓN:

El tablero de monitoreo del sistema hidroneumático cumple la función de monitorear y controlar el funcionamiento de las instalaciones, a través del monitoreo periódico de los niveles de presión en la red de distribución y acometida, en caso de problemas de llenado de la cisterna, generará una alarma al operador, de igual manera lo hace cuando las bombas se encuentran desconectadas debido a falla del relé térmico. Permite mantener el nivel de presión constante en las líneas de distribución en los 5 pisos del edificio.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA:

- *Permite la visualización del estado de funcionamiento del proceso automatizado o desempeño de las instalaciones.*
- *Gráficos animados para monitoreo de presión de la red de abastecimiento.*
- *Visualización de alarmas.*

- *Gráficos animación de encendido de bombas.*
- *Monitoreo de presión de la red de distribución.*

- *Gráficos animados de los niveles de agua en la cisterna.*
- *Generación de alertas por bajo nivel de agua.*

- *Luz piloto de alerta por apagado de sistema eléctrico de las bombas.*

- *Encendido de las bombas cuando la presión de la red haya alcanzado el punto de seteo más bajo.*

- *Apagado automático de las bombas cuando la presión de la red haya alcanzado el punto más alto.*

- *Función de encendido manual de manera remota, y apagado cuando la presión de la red haya alcanzado el punto más alto.*

- *El sistema permitirá visualizar imágenes con animaciones que representan el funcionamiento del sistema en tiempo real.*

- *El sistema permitirá a través de señales de alarmas, alertar al operador sobre cualquier comportamiento anormal en las instalaciones.*

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA

- ACCESO A LA PANTALLA HMI

En la pantalla ingresar el nombre de usuario previamente registrado, los usuarios registrados actualmente son:

Nombre de usuario: n martinez

Contraseña: admin

Nombre de usuario. Administrador

Contraseña: admin

Usuarios					
	Nombre	Contraseña	Cierre de sesión autom..	Tiempo de cierre de sesió	Número
	Administrador	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	1
	N MARTINEZ	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	2
	<Agregar>				
Grupos					
	Miembro de	Nombre	Número	Nombre de visualización	Caducidad de l...
	<input checked="" type="checkbox"/>	Grupo de administradores	1	Grupo de administradores	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Usuarios	2	Usuarios	<input type="checkbox"/>
	<Agregar>				

Los dos usuarios tienen permiso para acceder a todas las funciones programadas en el sistema, es decir pueden utilizar los botones para mandar órdenes hacia el tablero de control, también se podría configurar usuarios que solo tengan permiso para visualizar los datos en la pantalla.



Una vez dentro de la aplicación de monitoreo, se activan los 4 botones ubicados en la parte inferior F1, F2, F3, F4.

F1> Inicio

F2> Pantalla que muestra el proceso y todas sus funciones

F3> Pantalla que muestra las alarmas generadas

F4> Pantalla que muestra los gráficos de tendencias del sistema



Visualización de Pantalla al presionar la tecla F2.

Operación manual del sistema.- se debe colocar el selector que se encuentra en la parte frontal del tablero, en modo automático.

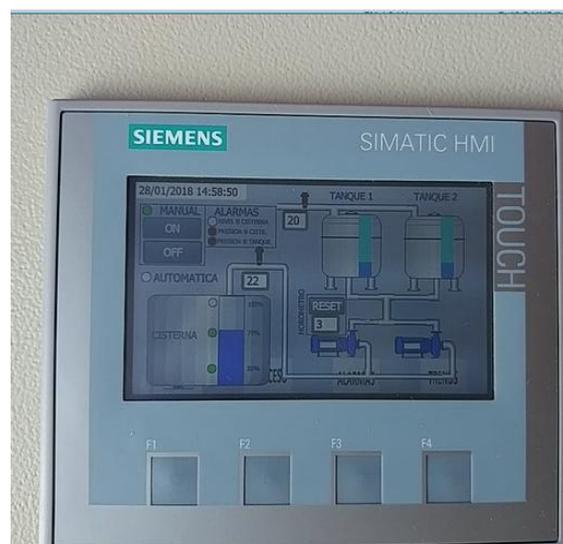
Hecho esto en la pantalla HMI se activará una luz de color verde indicando que se sistema se encuentra trabajando en este modo.

Por lo que la presión en la red será controlada a través del encendido automático de las bombas, el sistema se encuentra seteado para operar entre 40 y 60 PSI.

- 40 PSI > Presión de Encendido
- 60 PSI > Presión de Apagado

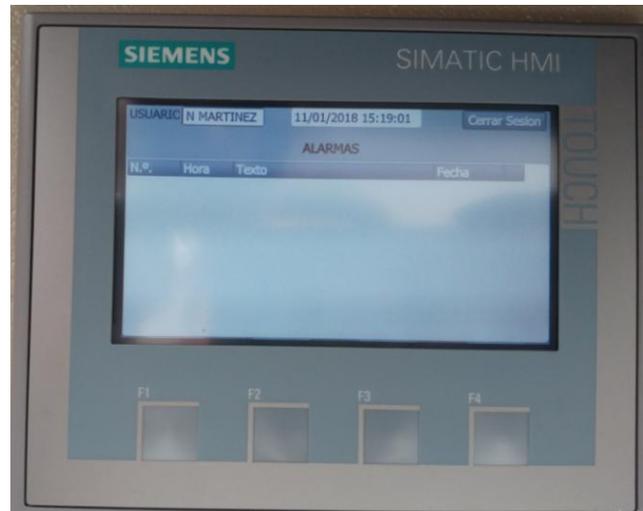
Para operar en modo manual se debe colocar el selector que se encuentra en la parte frontal del tablero en manual, inmediatamente se activará en la pantalla HMI los botones ubicados en la parte superior identificados como manual (ON-OFF). Cuando el sistema funciona de esta manera el operador es quien controla el encendido y apagado de las bombas.

Horómetro.- Muestra información sobre las horas de funcionamiento de las bombas.



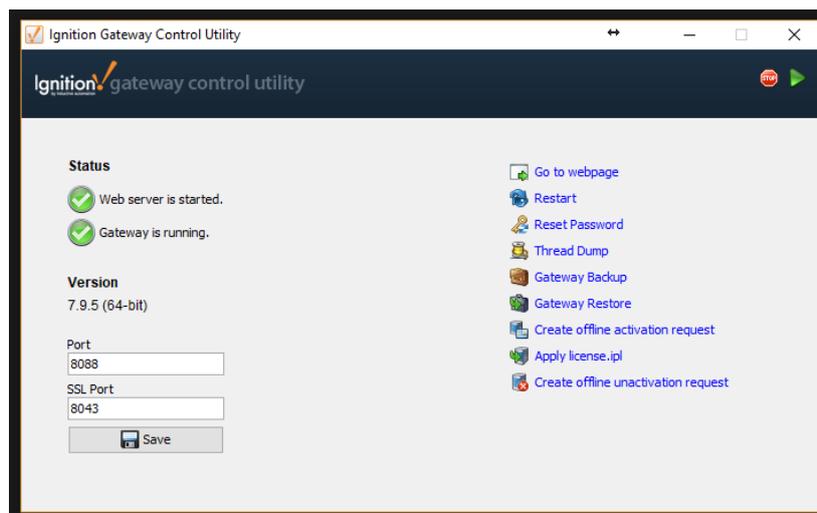
Visualización de Pantalla al presionar la tecla F3.

En esta pantalla se muestra las alarmas generadas en el sistema, sea por presión, niveles de agua de a cisterna, ausencia de voltaje en las bombas.



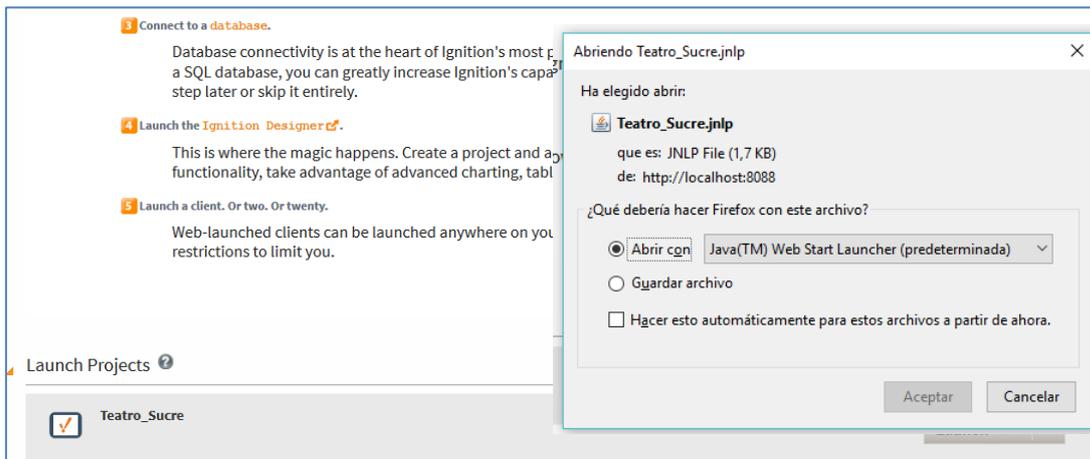
- ACCESO A LA PANTALLA DEL SISTEMA SCADA

Para acceder al sistema Scada se debe verificar inicialmente que se estén ejecutando el servidor web y el Gateway a través de los puertos 8088 y 8043, es importante que estos puertos se encuentren desbloqueados en todos los sistemas de seguridad perimetral, y firewall de los sistemas operativos y antivirus.

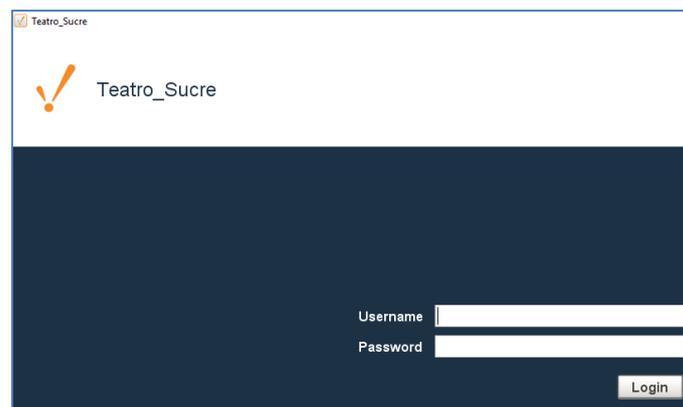


Posteriormente se abre una pantalla pidiendo la ejecución de un cliente Java opción "Launch" para abrir el proyecto, seguidamente se abre un cliente Java, con la aplicación Scada denominada, "Teatro_Sucre.jnlp", debiendo ingresar a través de

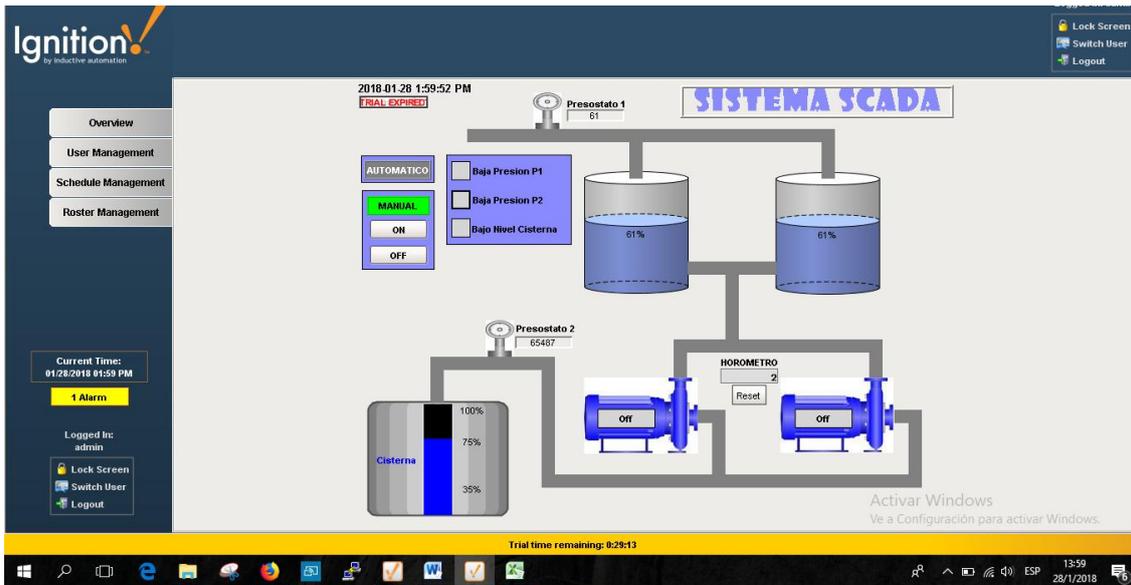
cualquier navegador de internet la ruta de acceso <http://localhost:8088> estos datos, los cuales se establecen por defecto al momento de la instalación del software.



Ingresar con los datos de usuario “admin” y contraseña “password” para acceder al sistema de monitoreo.



En la imagen se muestra el mismo esquema de funcionamiento de la pantalla HMI, por lo que el funcionamiento es el descrito anteriormente para la pantalla HMI.



ASISTENCIA TÉCNICA

Estamos para servirle, cualquier tema de actualización o soporte por favor comuníquese al servicio técnico autorizado.

CONTACTOS:

Nixon Martínez

Tel: 0992131099

Mail: Nixon-martinez@hotmail.com

MANUAL TÉCNICO

Implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para el sistema Hidroneumático del edificio Teatro Nacional Sucre.

Introducción:

El presente documento contiene información relacionada a configuraciones y características técnicas del sistema implementado, por lo que se sugiere leer con atención, y tener presente que cualquier cambio indebido podría causar serios daños irreparables e inhabilitar el sistema.

Funcionamiento del sistema:

El sistema implementado permite el monitoreo del sistema hidroneumático del edificio, realizando un monitoreo periódico de los niveles de presión en la red de distribución y acometida de agua, monitoreo de llenado de la cisterna, generación de alarmas e través del sistema Scada y pantalla HMI, monitoreo de alimentación eléctrica de las bombas de agua, contador de horas de funcionamiento de las bombas, control de encendido y apagado de las bombas al momento en que las presiones en las redes de distribución y acometida se encuentren en estado normal.

La información que adquiere el sistema la realiza a través de sensores que se encuentran instalados dentro de la cisterna y en las tuberías de las instalaciones, esta información llega a una tarjeta electrónica desarrollada con la finalidad de acondicionar las señales eléctricas, y entregar al PLC Logo niveles de voltajes estandarizados utilizados en la industria de la automatización.

El PLC procesa la información y entrega al Sistema Scada y pantalla HMI, las variables necesarias (tags) para la visualización correspondiente.

A continuación se describe las principales funciones que desempeña en sistema:

- Permite la visualización del estado de funcionamiento del proceso automatizado o desempeño de las instalaciones.
- Gráficos animados para monitoreo de presión de la red de abastecimiento.
- Visualización de alarmas.
- Gráficos animación de encendido de bombas.
- Monitoreo de presión de la red de distribución.
- Gráficos animados de los niveles de agua en la cisterna.
- Generación de alertas por bajo nivel de agua.
- Luz piloto de alerta por apagado de sistema eléctrico de las bombas.
- Encendido de las bombas cuando la presión de la red haya alcanzado el punto de seteo más bajo.

- Apagado automático de las bombas cuando la presión de la red haya alcanzado el punto más alto.
- Función de encendido manual de manera remota, y apagado cuando la presión de la red haya alcanzado el punto más alto.
- El sistema permitirá visualizar imágenes con animaciones que representan el funcionamiento del sistema en tiempo real.
- El sistema permitirá a través de señales de alarmas, alertar al operador sobre cualquier comportamiento anormal en las instalaciones.

Configuraciones en la Pantalla HMI

El acceso a la pantalla HMI se lo realiza ingresando previamente un usuario con su respectiva contraseña, actualmente se encuentran creados los siguientes usuarios:

En la pantalla ingresar el nombre de usuario previamente registrado, los usuarios registrados actualmente son:

Nombre de usuario. Administrador

Contraseña: admin

Nombre de usuario: n martinez

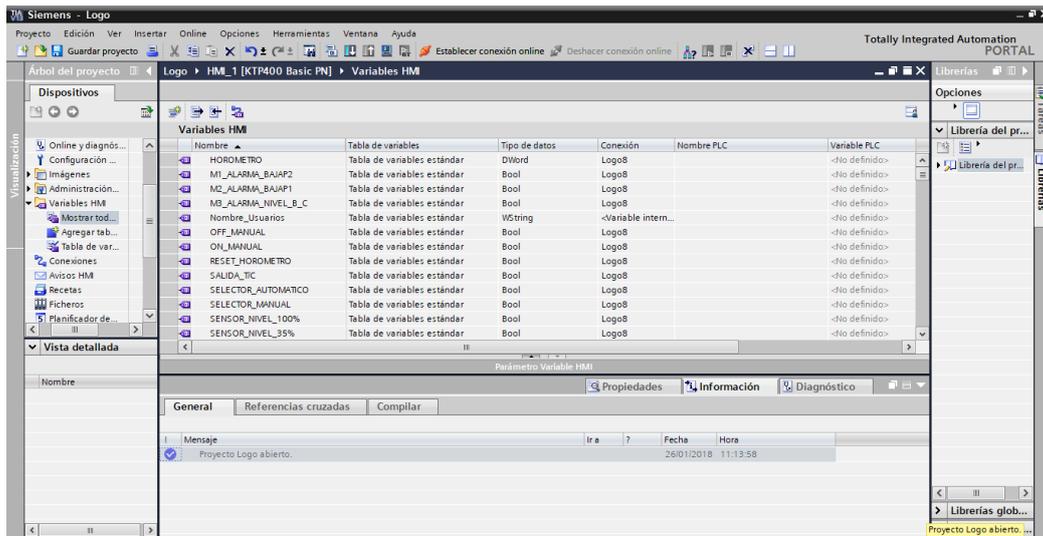
Contraseña: admin

De requerirse un número mayor de usuario, se debe recurrir al software de programación TIA PORTAL v13, y agregar los que sean necesarios, en la siguiente figura se observa la interfaz de gestión de usuarios.

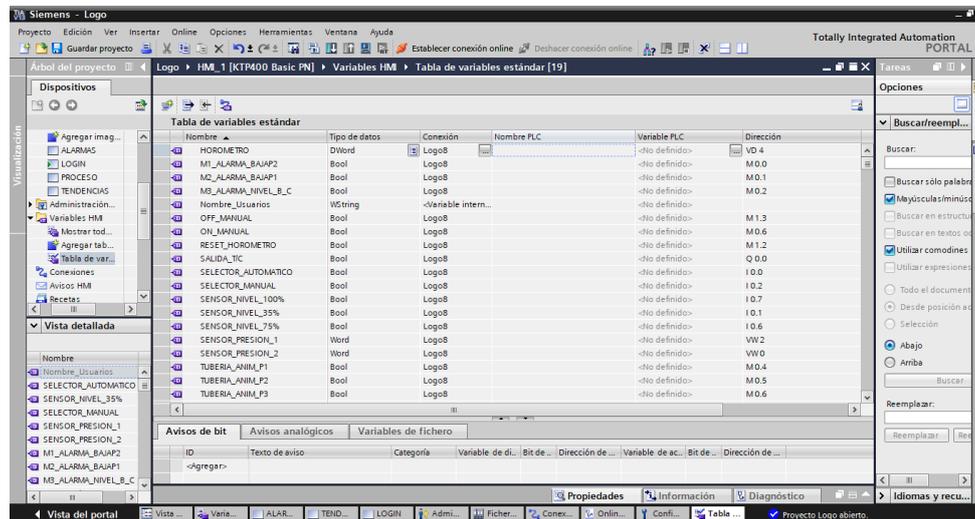
Usuarios					
	Nombre	Contraseña	Cierre de sesión autom..	Tiempo de cierre de sesió	Número
	Administrador	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	1
	N MARTINEZ	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	2
	<Agregar>				
Grupos					
	Miembro de	Nombre	Número	Nombre de visualización	Caducidad de l...
	<input checked="" type="radio"/>	Grupo de administradores	1	Grupo de administradores	<input type="checkbox"/>
	<input type="radio"/>	Usuarios	2	Usuarios	<input type="checkbox"/>
	<Agregar>				

Configuración de las variables HMI

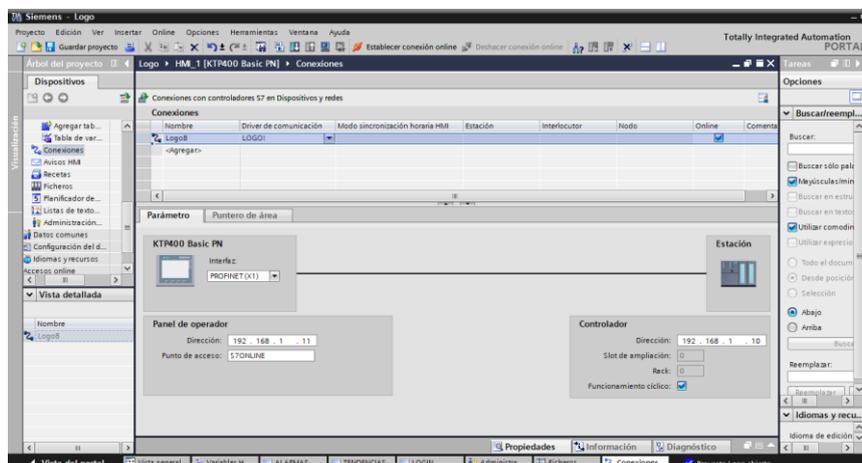
En la siguiente figura se muestra las configuraciones de las variables a monitorear a través de la pantalla HMI. Se establece las direcciones de memoria de donde obtiene la información a través del PLC, el tipo de dato obtenido, y tipo de variable.



En esta figura se observa en la columna de la izquierda, la tabla de direcciones de memoria del PLC, de donde obtiene la información la pantalla HMI y sistema SCADA.

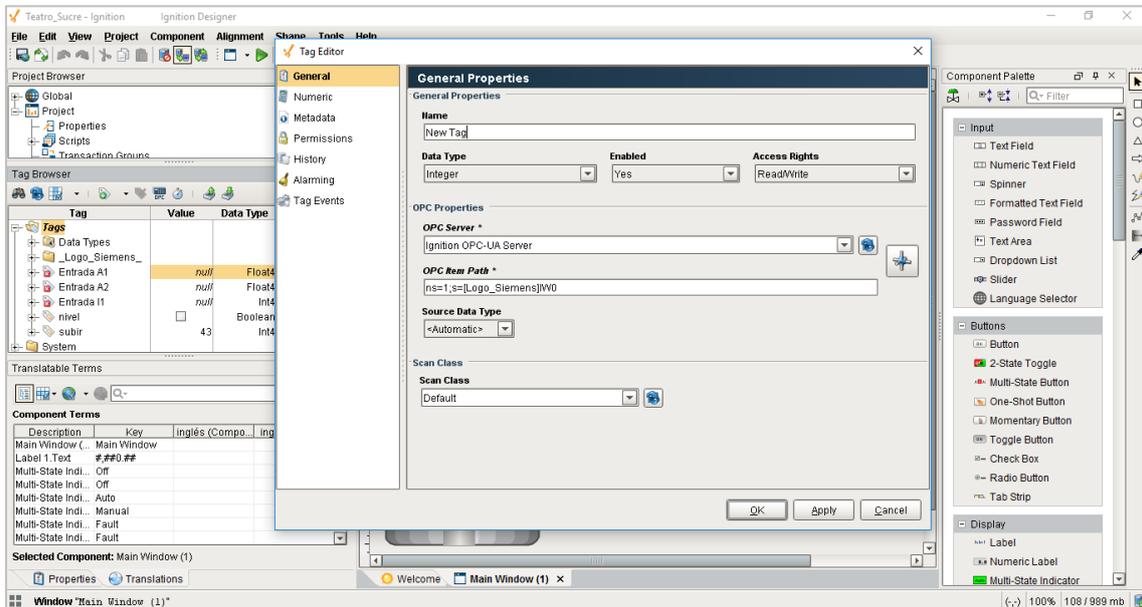


A través de esta pantalla se observa la configuración de la comunicación entre el PLC y la pantalla HMI, permite cambiar los parámetros de direcciones IP's, realizar cambios en esta configuración si se desea integrar los equipos a una red de datos diferente.



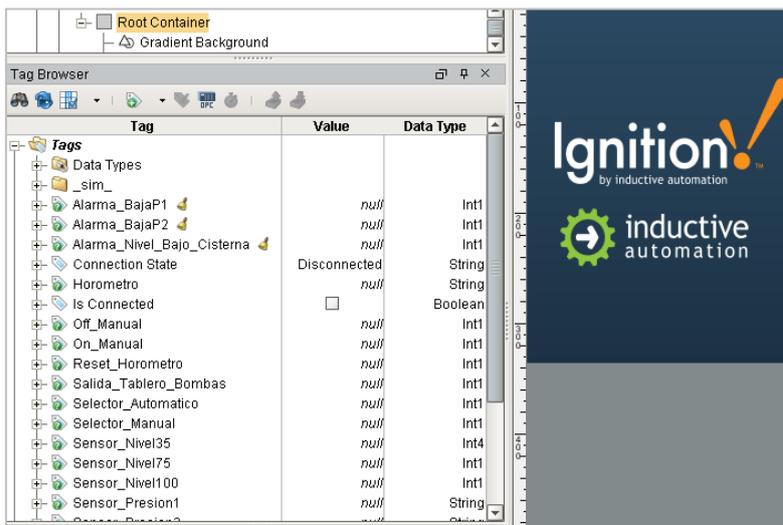
Configuraciones en el sistema Scada

En la siguiente figura se observa la gestión de tags, que utiliza el sistema Scada, se lo realiza ingresando previamente al sistema de administración del proyecto.



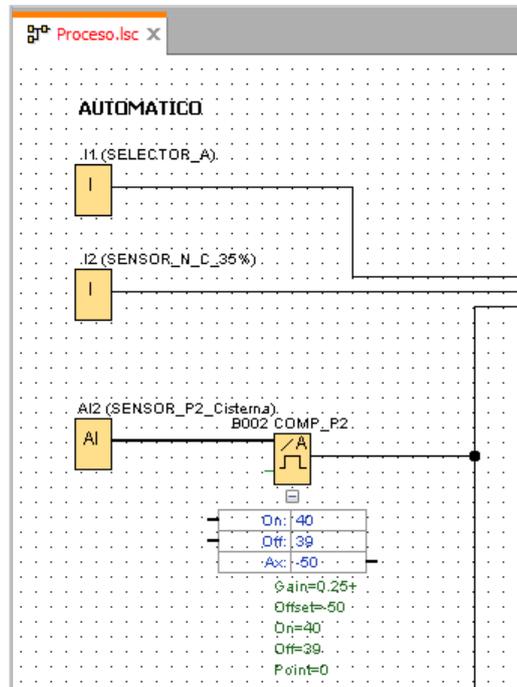
Definición de Variables en el Sistema Scada

Las variables aquí señaladas, son las que el sistema obtiene a través del PLC, esta información, es asociada a cada tag y posteriormente gestionada a través del gráfico o animación que simule el funcionamiento del proceso, en la pantalla del sistema Scada.



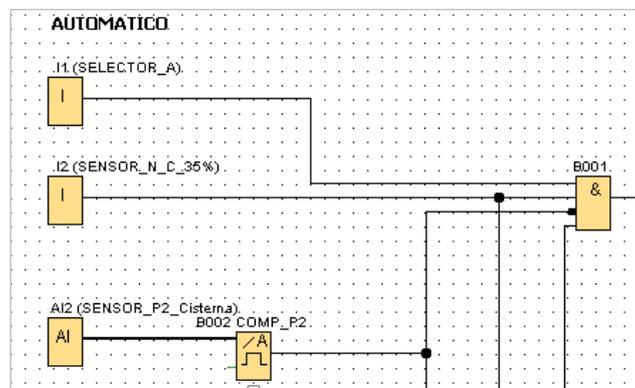
Configuraciones de PLC

La siguiente figura nos muestra la configuración de los comparadores y escalamiento de las señales analógicas que obtiene el PLC desde los sensores de presión, esta el una señal electrica estandarizada de 4 A 20 mA.



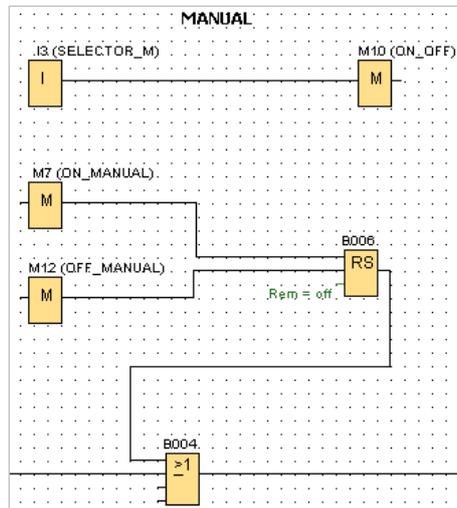
PROCESO DE FUNCIONAMIENTO EN MODO AUTOMÁTICO

La siguiente figura describe el funcionamiento del sistema en modo automatico, en este modo el PLC realiza una lectura del estado de sus entradas y verifica que en el tablero el selector se encuentre en modo automatico, el nivel de agua en las cisternas se encuentre sobre el 35% y por ultimo que la presion en las redes se encuentre en un nivel bajo.

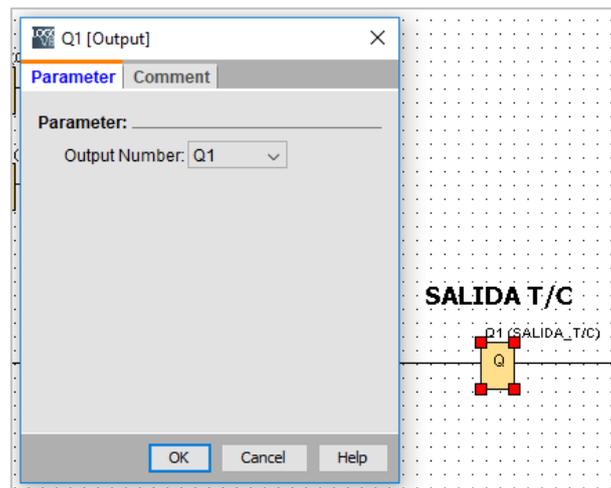


PROCESO DE FUNCIONAMIENTO EN MODO MANUAL

En este modo, monitorea la entrada numero 3, la señal de activación proviene del selector cuando se pone modo manual. La señal de activación se mezcla en una compuerta OR y el PLC procesa la activación de las bombas ya sea en modo manual o automático.

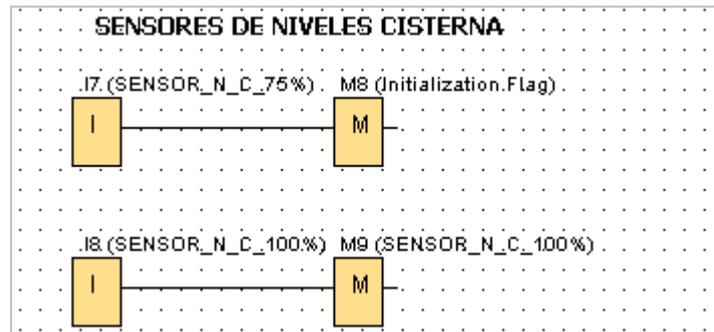


Configuración de la dirección de memoria en el PLC para la salida de arranque de las bombas.



MONITOREO DE LOS SENSORES DE NIVEL

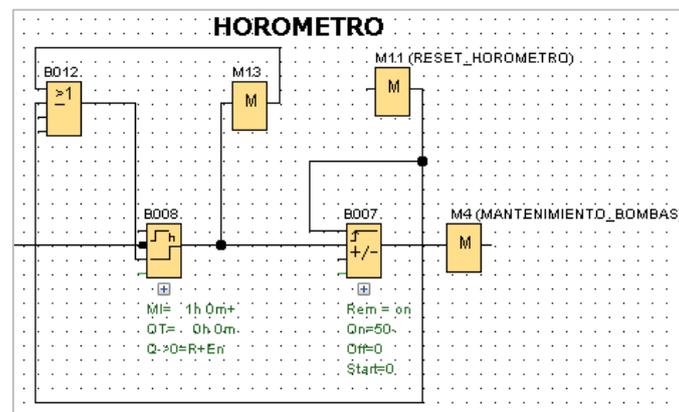
La información se la obtiene a través de las entradas 2,7 y 8 del PLC, son entradas digitales que monitorea en cambio de estado de la señal que envía la tarjeta electronica acondicionadora de la señal.



CONTADOR DE HORAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS

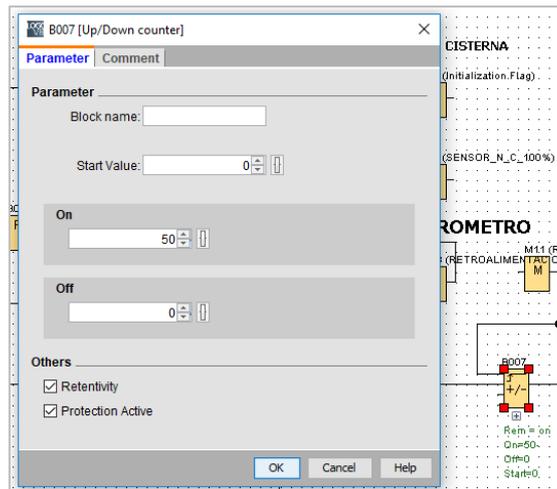
Este contador lleva un registro de las horas de funcionamiento de las bombas, y genera una alerta cuando se ha completado el tiempo establecido, se ha incorporado un botón para poder resetear este valor.

RESET DE HORAS DE OPERACION



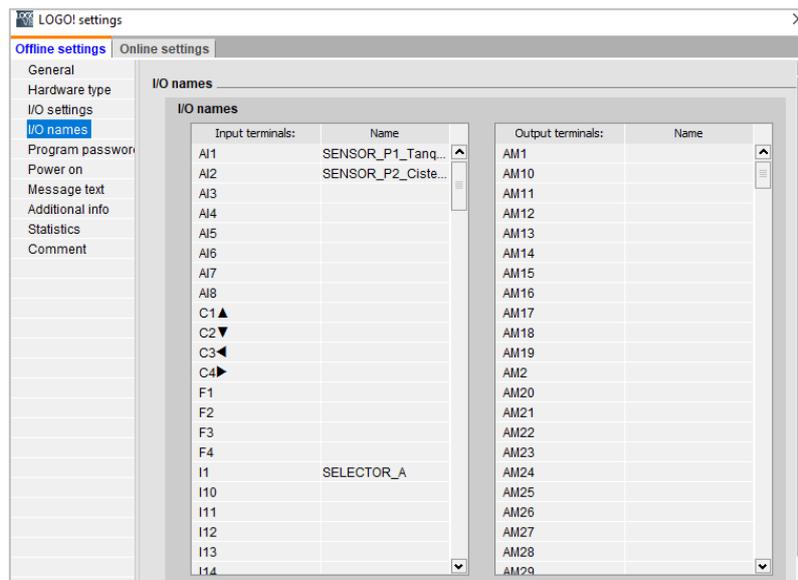
CAMBIA PARAMETRO DE HORAS DE FUNCIONAMIENTO

Se observa la forma de cambiar el parametro de horas de operación de las bombas, actualmente el valor se encuentra seteado en 50 horas.



DECLARACION DE NOMBRES DE LAS VARIABLES DE ETIQUETAS

En la siguiente figura se observa las variables que procesa y envía el PLC hacia el sistema Scada y pantalla HMI.



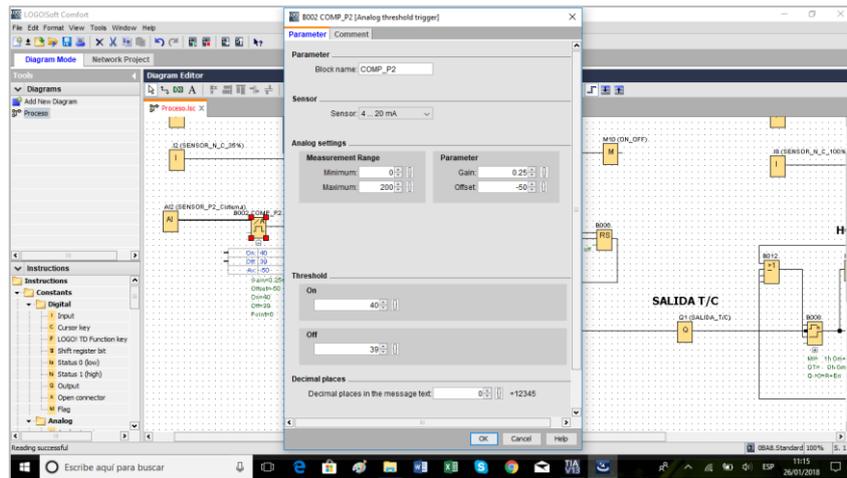


Tabla de entradas definidas en el PLC

En esta tabla se encuentra el registro de las entradas y salidas de las señales que procesa el PLC.

INTERFAZ	DESCRIPCIÓN	TIPO
Entrada 1	Sensor 1 nivel cisterna	Digital
Entrada 2	Sensor 2 nivel cisterna	Digital
Entrada 3	Sensor 3 nivel cisterna	Digital
Entrada 4	Sensor de sobre corriente de Bomba 1	Digital
Entrada 5	Sensor de sobre corriente de Bomba 2	Digital
Entrada 6	Selector modo Manual	Digital
Entrada 7	Selector modo Automático	Digital
Entrada 8	Sensor de presión 1	Analógico
Entrada 9	Sensor de presión 2	Analógico
Salida 1	Sistema arranque Estrella-Triángulo	Digital

ASISTENCIA TÉCNICA

Estamos para servirle, cualquier tema de actualización o soporte por favor comuníquese al servicio técnico autorizado.

CONTACTOS:

Nixon Martínez

Tel: 0992131099

Mail: Nixon-martinez@hotmail.com

PlagScan

Resultados del análisis de los plagios

632 resultados de 100 fuentes, de ellos 100 fuentes son en línea.

8.8% | Ver Informe

[Descargar como PDF](#) | [Mostrar en el texto](#) | [Word documento \(docx\) con comentarios](#)


ING. FLAVIO MORALES
26/03/2018

Fecha: 2018-02-08 14:25 UTC

* Todas las fuentes 100 Fuentes de internet 100

- ✓ [0] https://documentop.com/titulo-b-ministerio-de-vivienda_59fd64f31723ddcd89946dbd.html
1.9% 43 resultados
- ✓ [1] <https://documents.mx/technology/sistemas-operativos-modernos-559e12855ebdd.html>
0.9% 22 resultados
- ✓ [2] <https://documents.site/tesis944idpdf.html>
0.9% 23 resultados
- ✓ [3] [https://documents.mx/documents-ups-ct004621-\(tesis.html](https://documents.mx/documents-ups-ct004621-(tesis.html)
0.8% 19 resultados
- ✓ [4] <https://vdocuments.site/pfc5921pdf.html>
0.6% 14 resultados
- ✓ [5] <docplayer.es/61655197-Universidad-nacion...d-de-ingenieria.html>
0.5% 17 resultados
- ✓ [6] <https://vdocuments.site/analisis-ambiental-y-social.html>
0.4% 10 resultados
- ✓ [7] <https://documents.site/manual-twi-do.html>
0.4% 13 resultados
- ✓ [8] <https://documents.site/manual-tesys-t.html>
0.4% 9 resultados
- ✓ [9] <docplayer.es/60569947-La-version-digital...tor-del-ecuador.html>
0.4% 9 resultados
- ✓ [10] <https://vdocuments.site/perforacion-y-mantenimiento-de-pozos-562bacc9915dd.html>
0.3% 11 resultados
- ✓ [11] <https://documents.mx/technology/electronica24-capitulos.html>
0.3% 10 resultados
- ✓ [12] <https://vdocuments.site/lmr-control-de-motores.html>
0.3% 8 resultados
- ✓ [13] <https://documentop.com/automatizacion-de...723dd5d69644ed3.html>
0.3% 10 resultados
- ✓ [14] <https://vdocuments.site/proyectos-microcode-studio-plus.html>
0.3% 11 resultados
- ✓ [15] <https://vdocuments.site/modulo-gestiontelecomunicaciones.html>
0.3% 10 resultados
- ✓ [16] <https://mafiadoc.com/crear-y-publicar-co...723dd0e40b19c79.html>
0.3% 10 resultados
- ✓ [17] <https://vdocuments.site/documents-cd-0358.html>
0.3% 13 resultados
- ✓ [18] <docplayer.es/24961143-Universidad-de-cas...jo-fin-de-grado.html>
0.3% 8 resultados
- ✓ [19] <repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5482/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-44.pdf>
0.2% 12 resultados
- ✓ [20] https://doczz.net/doc/130963_s7-300-cpu-31xc-y-cpu-31x--configuración
0.3% 8 resultados
- ✓ [21] <https://vdocuments.site/documents/v8-logo-siemenspdf.html>
0.2% 9 resultados
- ✓ [22] <aletbt.blogspot.com/feeds/posts/default>
0.3% 9 resultados
- ✓ [23] <docplayer.es/9270949-Escuela-superior-po...e-mantenimiento.html>
0.3% 7 resultados
- ✓ [24] <docplayer.es/10712926-Instituto-tecnolog...-en-electronica.html>
0.2% 11 resultados

-
- ✓ [25] <https://vdocuments.site/catalogo-rittal.html>
0.2% 8 resultados
 - ✓ [26] [repositorio.uisrael.edu.co/bitstream 470...20378.242 -207.pdf](https://repositorio.uisrael.edu.co/bitstream/470...20378.242-207.pdf)
0.3% 7 resultados
 - ✓ [27] <https://documentop.com/control-y-monitor...723ddb404627722.html>
0.2% 8 resultados
 - ✓ [28] <https://vdocuments.site/simatic2-s.html>
0.2% 6 resultados
 - ✓ [29] <https://vdocuments.site/equipos-de-sonido.html>
0.2% 8 resultados
 - ✓ [30] <https://documents.tips/engineering/joaquin-antuna-bernardo.html>
0.2% 6 resultados
 - ✓ [31] <https://vdocuments.site/fundamentos-en-s...ardo-y-j-l-diaz.html>
0.2% 8 resultados
 - ✓ [32] <https://vdocuments.site/mns7-cps-ic78-1.html>
0.2% 6 resultados
 - ✓ [33] <https://vdocuments.site/documents-ups-ct002673.html>
0.1% 8 resultados
 - ✓ [34] <https://vdocuments.site/documents/chapter-11-561688e538a1b.html>
0.2% 7 resultados
 - ✓ [35] <https://documentslide.com/documents/owasp-development-guide-201-spanish.html>
0.2% 5 resultados
 - ✓ [36] <https://vdocuments.site/info-gestion.html>
0.2% 6 resultados
 - ✓ [37] [repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream ...quence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream...quence=1&isAllowed=y)
0.2% 8 resultados
 - ✓ [38] <https://documents.mx/documents/tesys-t-55993bc7cc2b4.html>
0.2% 6 resultados
 - ✓ [39] <https://vdocuments.site/moises-gaytan-lopez.html>
0.2% 7 resultados
 - ✓ [40] <https://documents.mx/education/analisis-de-oro-y-plata.html>
0.2% 5 resultados
 - ✓ [41] docplayer.es/52351677-Medida-y-control-electrico-instrumentacion-analogica.html
0.2% 5 resultados
 - ✓ [42] <https://de.slideshare.net/sleonsa/animacion-conflash>
0.2% 4 resultados
 - ✓ [43] <https://documents.tips/education/tesis-m...ipo-impotacion.html>
0.2% 5 resultados
 - ✓ [44] <https://vdocuments.site/documents/2-especialidad-informatica.html>
0.1% 6 resultados
 - ✓ [45] <https://vdocuments.site/tecnologia-desarrollo-dispositivos-moviles.html>
0.1% 6 resultados
 - ✓ [46] <https://documents.tips/technology/rm366-201.html>
0.1% 7 resultados
 - ✓ [47] docshare.tips/my-thesis-proyect_582cb3f6b6d87f1d8e8b4d5a.html
0.2% 5 resultados
 - ✓ [48] <https://vdocuments.site/manual-para-enc-electrico.html>
0.1% 6 resultados
 - ✓ [49] <https://vdocuments.site/documents/nivel-por-microcontrolador.html>
0.1% 4 resultados
 - ✓ [50] <https://vdocuments.site/diversidd.html>
0.1% 4 resultados
 - ✓ [51] <https://documents.tips/education/t-espcl-0787.html>
0.1% 7 resultados

- ✓ [52] <https://www.theglobalfund.org/media/6658...u=636486807100000000>
0.1% 5 resultados
- ✓ [53] <https://vdocuments.site/industria-electronica-documento.html>
0.2% 4 resultados
- ✓ [54] <https://documents.tips/engineering/29338450-automatizacion-industrial.html>
0.1% 5 resultados
- ✓ [55] www.infoplc.net/files/descargas-siemens/...1-vc3ada-tcp-doc.pdf
0.1% 4 resultados
- ✓ [56] w5.siemens.com/spain/web/es/industry/aut...0/Pages/Default.aspx
0.1% 4 resultados
- ✓ [57] <https://vdocuments.site/documents/vlopeztofim0514memoriapdf.html>
0.1% 4 resultados
- ✓ [58] www.efn.uncor.edu/departamentos/electro/...stigacion-LabCPI.htm
0.1% 4 resultados
- ✓ [59] <https://vdocuments.site/contar-chispas.html>
0.1% 6 resultados
- ✓ [60] w3.siemens.com/mcms/industrial-communic.../bs_k-schrift_sp.pdf
0.1% 4 resultados
- ✓ [61] <https://vdocuments.site/guia-profibus-dp-hmi.html>
0.1% 3 resultados
- ✓ [62] <https://vdocuments.site/solis-reyes-tamara-andrea.html>
0.1% 4 resultados
- ✓ [63] <https://vdocuments.site/xbrl-whitepaper-es.html>
0.1% 4 resultados
- ✓ [64] www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456...final/28092009.doc
0.1% 4 resultados
- ✓ [65] <https://vdocuments.site/estequiometria.html>
0.1% 4 resultados
- ✓ [66] <https://vdocuments.site/documents/soluciones-multimedia.html>
0.1% 3 resultados
- ✓ [67] <https://vdocuments.site/documents/profinet-569fea86707e1.html>
0.1% 3 resultados
- ✓ [68] <https://vdocuments.site/te344docx.html>
0.1% 5 resultados
- ✓ [69] <https://www.slideshare.net/johnpir/profinet-pn-55741942>
0.1% 3 resultados
- ✓ [70] <https://vdocuments.site/documents/sistema-automatizado-de-control-de-embotellado.html>
0.1% 3 resultados
- ✓ [71] <https://vdocuments.site/documents/manual-de-usuario-etz510410.html>
0.1% 3 resultados
- ✓ [72] <https://vdocuments.site/1993pfc.html>
0.1% 3 resultados
- ✓ [73] <https://vdocuments.site/documents/3hac16578-5revecs.html>
0.1% 3 resultados
- ✓ [74] <https://vdocuments.site/curso-de-capacitacion-para-equipos-y-sistemas.html>
0.1% 2 resultados
- ✓ [75] docplayer.es/5285981-Estimacion-y-seleccion-de-variables-en-grandes-dimensiones.html
0.1% 3 resultados
- ✓ [76] <https://vdocuments.site/catalogofinal2013-2014.html>
0.1% 2 resultados
- ✓ [77] <https://www.scribd.com/document/335803116/UISRAEL-EC-ELDT-378-242-88>
0.1% 1 resultados
- ✓ [78] <https://documents.mx/documents/avanzado-de-electronica-industrial.html>
0.1% 4 resultados

- ✓ [79] <https://www.facebook.com/CetyseSeguridad/about>
0.1% 3 resultados
- ✓ [80] <https://documents.sito/to-para-bioprosos.html>
0.1% 2 resultados
- ✓ [81] <https://documents.site/documents/2-proyecto-residencia.html>
0.1% 3 resultados
- ✓ [82] <https://documents.site/electroobtencion-578c53895a89.html>
0.1% 3 resultados
- ✓ [83] www.dice.net/wp-content/uploads/2014/11/...RES-INALÁMBRICO.S.pdf
0.1% 3 resultados
- ✓ [84] <https://documents.site/78588660-electronica-basicapdf.html>
0.1% 2 resultados
- ✓ [85] <https://documents.site/documents/tesis-sgmpmp-mdss-miguel-sin-anexos.html>
0.1% 2 resultados
- ✓ [86] <https://documents.mx/technology/sistema-automatico.html>
0.1% 2 resultados
- ✓ [87] docplayer.es/30645854-Del-teatro-clasico-a-los-videojuegos-educativos.html
0.0% 2 resultados
- ✓ [88] <https://documents.site/anexo-4-guia-instalar-redes-internas.html>
0.0% 2 resultados
- ✓ [89] docplayer.es/62413932-Implementacion-de-...c-en-mexico-d-f.html
0.0% 2 resultados
- ✓ [90] <https://documents.site/documents/14-control-de-nivel.html>
0.0% 2 resultados
- ✓ [91] <https://d31fzbr90tctqz.cloudfront.net/ep...48eabc3546064b363f68>
0.0% 2 resultados
- ✓ [92] <https://www.scribd.com/document/360902000/0-fundamentos-logov8>
0.1% 1 resultados
- ✓ [93] <https://documents.site/control-electronico-cerradurapdf.html>
0.0% 2 resultados
- ✓ [94] docplayer.es/57849053-Universidad-catoli...d-de-ingenieria.html
0.0% 2 resultados
- ✓ [95] <https://documents.site/in568bd9881a28ab2034a76b77.html>
0.0% 1 resultados
- ✓ [96] www.wv.multiposiciviosdeoro.com/curso-lav...e_Dtl_LivreDO&Pg1=5
0.0% 1 resultados
- ✓ [97] <https://documents.site/administracion-5784ec5fd65e9.html>
0.0% 1 resultados
- ✓ [98] <https://prezi.com/gvdwupcfwacq/presentacion-de-defensa-de-tesis-plan-b>
0.0% 2 resultados
- ✓ [99] <https://documents.site/documents/proyecto-de-estatuto-general.html>
0.0% 1 resultados

141 páginas, 25272 palabras

Nivel del plagio: **seleccionado** / en total

241 resultados de 100 fuentes. de ellos 100 fuentes son en línea.

Configuración

Directiva de datos: *Comparar con fuentes de internet. Comparar con documentos propios*

Sensibilidad: *Media*

Bibliografía: *Considerar Texto*

Detección de citas: *Reducir PlagLevel*

Lista blanca: --

Quito, 09 de marzo de 2018

Estimados señores.
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
Presente. -

De mi consideración:

Por medio del presente informo que el señor Nixon Patricio Martínez Toapanta, con cedula de identidad No. 1204954547, realizó la implementación de manera satisfactoria de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC, para el sistema Hidroneumático del edificio Teatro Nacional Sucre, dando cumplimiento a una necesidad institucional, el sistema actualmente se encuentra instalado y operativo.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atentamente,

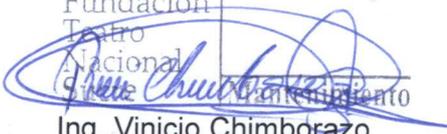
Fundación

Teatro

Nacional

de

Sucre


Ing. Vinicio Chimborazo

**JEFE DE MANTENIMIENTO Y BIENES
FUNDACION TEATRO NACIONAL SUCRE**

TEL: 0987501962

MAIL: vcimborazo@teatrosucre.com