



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
DE SISTEMAS**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA EN  
EL SISTEMA DE BOMBEO DE ESTACIÓN 59 Y 172  
DE REFINERÍA TALARA – PIURA, 2020.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO DE SISTEMAS**

**AUTOR:**

**DIOSES MORE ISAAC MOISES**

**ORCID: 0000-0002-6890-292X**

**ASESOR:**

**MORE REAÑO RICARDO EDWIN**

**ORCID: 0000-0002-6223-4246**

**PIURA – PERÚ**

**2021**

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Dioses More Isaac Moises

ORCID: 0000-0002-6890-292X

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería,

Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, Piura, Perú

### **ASESOR**

More Reaño, Ricardo Edwin

ORCID: 0000-0002-6223-4246

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería, Escuela

Profesional de Ingeniería de Sistema, Piura, Perú

### **JURADO**

Sullón Chinga, Jennifer Denisse

ORCID: 0000-0003-4363-0590

Sernaqué Barrantes, Marleny

ORCID: 0000-0002-5483-4997

García Córdova, Edy Javier

ORCID: 0000-0001-5644-4776

**JURADO EVALUADOR DE TESIS Y ASESOR**

MGTR. SULLÓN CHINGA JENNIFER DENISSE

**PRESIDENTE**

MGTR. SERNAQUÉ BARRANTES MARLENY

**MIEMBRO**

MGTR. GARCÍA CÓRDOVA EDY JAVIER

**MIEMBRO**

MGTR. RICARDO EDWIN MORE REAÑO

**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme salud, una hermosa familia y la bendición de tener la oportunidad de llegar hasta esta etapa de mi vida.

A mi familia, en especial a mi esposa por darme su apoyo en todo este crecimiento profesional y a mis hijos que son el motor que impulsan a seguirme superando.

A mi padre Miguel y mi madre María que siempre me han enseñado valores y principios. Y han sembrado un espíritu de crecimiento y humildad en mí. Y a mis hermanos que siempre han sido un gran apoyo en todas las etapas de mi vida.

*Isaac Moisés Dioses More*

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por haberme bendecido con el don de la inteligencia, por haberme dado unos excelentes padres los cuales me han guiado por el buen camino. Y a mi familia por todo el apoyo en mi proceso de mi crecimiento personal y profesional.

Al Ing. Ricardo Edwin More Reaño, mi asesor; porque no solo fue buen profesor en los días de la universidad. Sino que ha sido buen guía y me oriento en todo el proceso de la elaboración de mi Tesis.

*Isaac Moisés Dioses More*

## RESUMEN

La presente tesis se desarrolló bajo la línea de investigación de desarrollo de modelos y aplicación de tecnologías de información y comunicaciones de la escuela profesional de Ingeniería de sistemas, la cual estuvo basada en realizar la Implementación de Un Sistema SCADA en el Sistema de bombeo de Estación 59 y 172 de Refinería Talara – Piura. El tipo de la investigación fue no experimental, descriptiva y de corte transversal, teniendo como objetivo general Implementar un Sistema Scada para el Sistema de Bombeo de Estación 59 y 172 de Refinería Talara; para mejorar el control en el bombeo del crudo hacia Patio de Tanques Tablazo. Los resultados que se obtuvieron en el primer nivel de satisfacción con respecto a la implementación de un Sistema SCADA, el 87% de los operadores NO están satisfechos con el sistema de bombeo actual, mientras que el 13% Si están satisfechos. El segundo nivel trata sobre no tener las bombas automatizadas, el 75% de los operadores SI aceptan que tienen una problemática al no contar con las bombas automatizadas, mientras el 25% NO están de acuerdo. En el tercer nivel de aceptación de la implementación de un sistema SCADA, el 87% de los operadores SI aceptan la implementación del Sistema SCADA, mientras el 13% NO lo aceptan. Por lo que se puede concluir que es necesaria la implementación de un Sistema SCADA, ya que es necesario tener un mejor control del sistema de bombeo.

Palabras Claves: Automatización, PLC, SCADA, Sistema Bombeo.

## **ABSTRACT**

This thesis was developed under the line of research for the development of models and application of information and communication technologies of the professional school of Systems Engineering, which was based on the Implementation of a SCADA System in the Station Pumping System 59 and 172 d Talara Refinery - Piura. The type of research was non-experimental, descriptive and cross-sectional, with the general objective of Implementing a Scada System for the Pumping System of Station 59 and 172 of the Talara Refinery; to improve control in the pumping of crude oil to Patio de Tanques Tablazo. The results that were obtained in the first level of satisfaction regarding the implementation of a SCADA System, 87% of the operators are NOT satisfied with the current pumping system, while 13% are satisfied. The second level deals with not having automated pumps, 75% of the operators DO accept that they have a problem by not having automated pumps, while 25% DO NOT agree. In the third level of acceptance of the implementation of a SCADA system, 87% of the operators DO accept the implementation of the SCADA System, while 13% DO NOT accept it. Therefore, it can be concluded that the implementation of a SCADA System is necessary, since it is necessary to have better control of the pumping system.

Keywords: Automation, PLC, SCADA, Pumping System.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

EQUIPO DE TRABAJO.....	ii
JURADO EVALUADOR DE TESIS Y ASESOR .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	3
2.1. Antecedentes .....	3
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional.....	3
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	6
2.1.3. Antecedentes a nivel regional .....	8
2.2. Bases Teóricas.....	11
2.2.1. Estaciones de Bombeo 172 – Pariñas y 59 – Overales.....	11
2.2.2. Bomba.....	12
2.2.2.1. Bomba de Desplazamiento Positivo .....	12
2.2.3. Sensores .....	12
2.2.3.1. Sensor de Temperatura .....	13
2.2.3.2. Sensor de Presión .....	13
2.2.3.3. Medidor de Vibración.....	15
2.2.4. Controladores Lógicos Programables - PLC.....	15
2.2.5. Componentes de un PLC .....	16
2.2.6. Unidad Central de Proceso.....	16



2.2.7. Procesador.....	17
2.2.8. Memoria.....	18
2.2.9. Entradas o Salidas .....	18
2.2.10. Señales Analógicas.....	19
2.2.11. Señales Digitales .....	20
2.2.12. Módulo de Entradas Digitales.....	20
2.2.13. Módulo de Salidas Digitales .....	21
2.2.14. Módulo de Entradas Analógicas .....	21
2.2.15. Módulo de Salidas Analógicas.....	23
2.2.16. Protocolos de Comunicación Industrial.....	23
2.2.17. Comunicación de 4-20 mA.....	23
2.2.18. Comunicación MODBUS.....	24
2.2.19. Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) .....	26
2.2.20. Interface Hombre Maquina (HMI).....	27
2.2.21. Alarmas y Eventos .....	27
2.2.22. Que es un Interlock.....	29
<b>III. HIPÓTESIS .....</b>	<b>30</b>
<b>IV. METODOLOGÍA .....</b>	<b>31</b>
4.1. Tipo de investigación.....	31
4.2. Diseño de la investigación .....	31
4.3. Población y Muestra .....	32
4.3.1. Universo.....	32
4.3.2. La Muestra .....	32
4.4. Definición y Operacionalización de Variables.....	33
4.5. Técnicas e Instrumentos.....	35
4.5.1. Procedimiento de Recolección de Datos .....	35
4.6. Plan de análisis de datos.....	35
4.7. Matriz de consistencia.....	35

4.8. Principios Éticos.....	38
V. RESULTADOS .....	39
5.1. Resultados .....	39
5.1.1. Dimensión 01: .....	39
5.1.2. Dimensión 02:.....	45
5.1.3. Dimensión 03:.....	51
5.2. Análisis de Resultados .....	59
5.3. Propuesta de Mejora .....	61
5.3.1. Introducción.....	61
5.3.2. Equipos del Sistemas de Monitoreo y Protección a Instalar .....	62
5.3.2.1. Estación Overales .....	62
5.3.2.2. Estación Pariñas .....	63
5.3.3. Características de los Equipos.....	64
5.3.3.1. En Campo.....	64
5.3.3.2. Sala del Operador .....	65
5.3.4. Funcionamiento del Sistema .....	66
5.3.5. Dimensionamiento del PLC.....	67
5.3.6. Filosofía General .....	69
5.3.7. Filosofía de Control.....	69
5.3.8. Lógica General del Arranque Automático.....	71
5.3.9. Operación del Sistema de Protección. ....	72
5.3.10. Requerimientos de Software .....	73
5.3.11. Lenguaje de Programación. ....	75
5.3.12. Pantallas del Sistema .....	77
VI. CONCLUSIONES .....	82
RECOMENDACIONES .....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
ANEXOS .....	88

ANEXO I: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	89
ANEXO II: PRESUPUESTO.....	90
ANEXO III: CUESTIONARIO .....	91
ANEXO IV: FICHA DE VALIDACIÓN.....	93
ANEXO V: HOJA DE DATOS DE LOS EQUIPOS.....	94

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 - Ubicación de Estación de Bombeo .....	11
Gráfico N° 2 - Transmisor de Temperatura.....	13
Gráfico N° 3 - Transmisor de Presión .....	14
Gráfico N° 4 - PLC STARDOM FCN-RTU .....	16
Gráfico N° 5 - CPU 5380 .....	18
Gráfico N° 6 - Modulo Entradas Digitales .....	20
Gráfico N° 7 - Modulo Salidas Digitales.....	21
Gráfico N° 8 - Modulo Entradas Analógicas.....	22
Gráfico N° 9 - Bucle Analógico de Corriente (26) .....	24
Gráfico N° 10 - Protocolo MODBUS .....	25
Gráfico N° 11 - Scada FAST/TOOL.....	26
Gráfico N° 12 - Intouch Wonderware (29).....	27
Gráfico N° 13 - Ejemplo de Pantalla de Alarmas (29).....	28
Gráfico N° 14 - Interlock de Valvula Solenoide (30) .....	29
Gráfico N° 15 - Resultado de la Dimensión 1 .....	44
Gráfico N° 16 - Resultado de la Dimensión 2 .....	50
Gráfico N° 17 - Resultado de la Dimensión 3 .....	56
Gráfico N° 18 - Resumen General de las Dimensiones .....	58
Gráfico N° 19 - Lógica General.....	71
Gráfico N° 20 - Scada Fast/Tools (28).....	73
Gráfico N° 21 - Logic Designer - Yokogawa.....	74
Gráfico N° 22 - Software HMI OMRON .....	74
Gráfico N° 23 - Lenguaje de Texto Estructurado .....	75

Gráfico N° 24 - Programación Bloques Funcionales .....	76
Gráfico N° 25 - Programación Ladder .....	76
Gráfico N° 26 - Pantalla Overview .....	77
Gráfico N° 27 - Bomba P-01A.....	77
Gráfico N° 28 - Pop-up Cojinetes .....	78
Gráfico N° 29 - Configuración de SetPoint.....	78
Gráfico N° 30 - Panel de Alarmas.....	79
Gráfico N° 31 - Bomba P01B .....	79
Gráfico N° 32 - Pop-up de Cojinetes P01B.....	80
Gráfico N° 33 - Configuración de Setpoint P01B.....	80
Gráfico N° 34 - Panel de Alarmas P01B .....	81
Gráfico N° 35 - Historial de Alarmas.....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Ubicación de Estaciones de Bombeo .....	11
Tabla 2 - Definición y Operacionalizacion de Variables .....	34
Tabla 3 - Matriz de Consistencia .....	37
Tabla 4 - Sistema de Bombeo Manual .....	39
Tabla 5 - Funciona de manera correcta .....	40
Tabla 6 - Trabajo a su máxima eficiencia.....	41
Tabla 7 - Expectativas del Sistema de Bombeo.....	42
Tabla 8 - Recomendar Sistema SCADA .....	43
Tabla 9 - Sistema no Automatizado .....	45
Tabla 10 - Control de variables de proceso en bombeo. ....	46
Tabla 11 - Cavitación de la Bomba.....	47
Tabla 12 - Incidente o Emergencia con las Bombas .....	48
Tabla 13 - Estándar mínimos de Seguridad.....	49
Tabla 14 - Automatización e Implementación de SCADA .....	51
Tabla 15 - Eliminar problemas de Bombeo.....	52
Tabla 16 - Recomendar automatizar todas las Estaciones.....	53
Tabla 17 - Instrumentación instala en Bombas.....	54
Tabla 18 - Reporte e historizar variables.....	55
Tabla 19 - Resumen General de las Dimensiones.....	57

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad los SCADA, sirven como una gran herramienta para el control, supervisión y optimización en los procesos de automatización en las diferentes plantas e industrias que existen en nuestro país.

En las Estaciones 59 y 172 de Petroperú, se realizaba el bombeo de forma manual, lo que da como resultado que las operaciones de transferencia de crudo en estas estaciones, se hayan visto disminuidas en el volumen, debido a la pérdida de eficiencia por desgastes de las bombas, por tal motivo se reemplazaron las bombas de dichas estaciones y se automatizaron con todos los instrumentos necesarios a fin de mejorar la eficiencia y el control del sistema de transferencia de crudo a Refinería Talara.

Esta problemática nos lleva al siguiente enunciado: ¿De qué manera la Implementación de un Sistema Scada En El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, optimizará el bombeo de crudo a Refinería Talara?. Es por ello que presentamos como objetivo principal: Implementar un Sistema Scada En El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 De Refinería Talara – Piura.

Con el propósito de cumplir con el objetivo propuesto, se determinaron los siguientes objetivos específicos:

1. Mejorar el volumen de crudo bombeado desde las Estaciones 172 y 59, hacia Patio de Tanques Tablazo.
2. Automatizar el Proceso de Bombeo para mejorar el performance de las bombas y alargar su vida útil.
3. Optimizar el tiempo de funcionamiento de las bombas y de todos sus parámetros operativos con la implementación de un Sistema SCADA.

La presente investigación desarrolla una metodología de tipo cuantitativo, nivel descriptivo y diseño no experimental de corte transversal.

El proyecto se justifica de manera tecnológica en las mejoras que es la implementación de un SCADA, la cual brinda un mayor control y seguimiento de todos los parámetros de proceso que son evaluados durante el bombeo. Esta investigación se justifica económicamente porque mejora esencialmente el tiempo de bombeo. Y también sirve como sistema de seguridad, el cual resguarda la integridad de las mismas, minimizando la probabilidad de una posible falla en las bombas.

Este proyecto de investigación se catalogó como una investigación del nivel descriptivo, puesto que se analizó una problemática y a partir de ese análisis se realizó una interpretación de resultados, los cuales determinaron que, el 87% de los operadores no están satisfechos con el sistema de bombeo actual, como se indica en la Tabla 3; mientras que el 75% de ellos han respondido que si se les han presentado problemas con las bombas al no estar automatizadas. Y el 87% de los operadores tienen un nivel de aceptación a la automatización de las bombas y la implementación de un sistema SCADA. Además, fue de tipo cuantitativo, ya que, se utiliza la recolección de información para probar una hipótesis; el diseño de esta investigación fue no experimental y de corte transversal.



## **II. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Antecedentes a nivel internacional**

En el año 2020, Ñacato A.(1), tituló su tesis “Diseño e Implementación De Un Sistema Scada Para El Sistema De Pruebas De Control De Calidad De Las Cámaras De Empuje Utilizadas En Los Sistemas De Bombeo Horizontal (Hps) De La Planta Artificial Lift De La Empresa Baker Hughes”, sostiene que el propósito de este proyecto es el diseño e implementación de un sistema SCADA (monitoreo, control y adquisición de datos) para el ensayo dinámico de prueba de cámaras de empuje de la empresa Baker Hughes, ubicada en Quito. La empresa proporcionó los dispositivos utilizados y especificó sus requerimientos en cuanto al diseño. El sistema SCADA se implementó con la ayuda del software libre Rapid Scada. En este se diseñó los canales de comunicación enlazados con kepserverEx (OPC UA) para la visualización de las variables a medir, la interface para el servidor web, la tabla de variables y el reporte con los valores de la prueba. Con la implementación de este software gratuito se reducen los costos de licencia, que rondan los 20 a 30 mil dólares. La red de comunicación industrial funciona de manera local con protocolo Ethernet y el reporte se descarga desde la misma página web. Inicialmente se realizó el levantamiento de información del proceso y sus deficiencias. Luego de conocer los rangos y límites de funcionamiento, se dimensionó los dispositivos para dar solución al problema de automatización. Se presenta los equipos proporcionados por la empresa y como se realizó la integración de los instrumentos y equipos de comunicación. Para el diseño

de las pantallas HMI se utilizó el software WebAccess HMI Designer V2.1 Finalmente se explica la creación de las interfaces y configuraciones de comunicación tanto con el HMI como con el SCADA, también se realiza pruebas de comunicación y se estima el tiempo de reducción del proceso con la automatización.

En el año 2015, Jacome L.(2) , titulo su tesis como “Automatización del Bombeo de Agua A Través Del Control De Nivel De La Cisterna De La Estación Miraflores Ep- Emapa”, sostiene que para adaptar el agua de fuentes naturales como ríos para el consumo, fue una labor que ha ido creciendo gradualmente a través del tiempo y la demanda de quienes habitamos la Provincia de Tungurahua, sin embargo distribuir el agua potable ya sea en tanques de almacenamiento o directamente para el consumo, requiere de un proceso que debe ser controlado y monitoreado a distancia para evitar pérdidas y daños de recursos como son el agua potable, equipos de bombeo, tableros de control e infraestructura. Es por esta razón el presente proyecto de graduación tiene como finalidad realizar un control de nivel de la cisterna de la estación de bombeo Miraflores de la Empresa Pública - Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato. Para alcanzar este objetivo es necesaria la ayuda del sensor TSPC-30S1 de marca SENIX, así como también de los variadores Allen Bradley F700s y Mitsubishi Power Flex 700 los mismos que serán controlados por el PLC S7-1200, el mismo que es programado a través de una computadora con la ayuda del software TIA PORTAL (Totally Integrated Automation Portal), para controlar y monitorear los equipos de bombeo así como también para mantener la comunicación mediante Modbus. El proyecto es una investigación de tipo aplicada, ya que admite analizar y

resolver una realidad, necesidad o problema en el área donde se localiza el objeto de estudio. La investigadora se relacionó en el entorno, con los operarios y fuentes de consultas para obtener los datos requeridos

En el año 2013, García J.(3), titula su tesis “Prototipo de Sistema de Monitoreo Para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de La Universidad Tecnológica de La Mixteca”, sostiene que el monitoreo remoto es ampliamente utilizado en la industria para monitorizar y controlar procesos. El monitoreo y automatización remota se engloban en el concepto de SCADA. Los sistemas SCADA constan de elementos hardware y software, que permiten el acceso a datos remotos y el control de un proceso (industrial) mediante el uso de sistemas de comunicaciones. Este proyecto de tesis tiene como objetivo diseñar y construir un prototipo de sistema de monitoreo remoto de temperatura, pH y Oxígeno Disuelto para la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. El sistema propuesto consta de sensores de propósito industrial, almacena información de mediciones en un servidor de bases de datos y ofrece acceso vía Web mediante una interfaz de usuario que permite visualizar el estado de los parámetros medidos de manera gráfica y tabular. Debido a la magnitud del sistema SCADA, para su desarrollo se emplea la metodología de desarrollo para mejoramiento de procesos de producción y la metodología de sistemas empotrados. Con ello se establecen las fases de desarrollo que producen un proyecto completo y modular. Al final, se obtuvo un prototipo de sistema SCADA capaz de monitorizar una planta o proceso industrial usando diferentes interfaces de comunicación e interfaces de usuario para la visualización de los registros de mediciones.

### **2.1.2. Antecedentes a nivel nacional**

En el año 2019, Tacilla E. y Cueva R.(4) , en la tesis titulada “Aplicación de Un Sistema Scada Rsvew32 para La Automatización de Bombas Sumergibles en una Mina A Cielo Abierto, Cajamarca 2019”, sostiene que su tesis se desarrolló debido a los problemas encontrados en el rubro minero en el área de pozos profundos, donde están instalados los equipos de bombeo que a consecuencia de las fuertes lluvias y las malas condiciones hidrológicas del terreno que se presentan al momento, perforar generando la ruptura del nivel freático dañando los equipos sumergibles, accesos y paralizando el frente de trabajo debido a la gran acumulación de agua filtrada del subsuelo. Por lo tanto, en la siguiente investigación el objetivo es aplicar un sistema de control para los equipos sumergibles (bombas y motor) para así tener un monitoreo constante de su funcionamiento detallado, así mismo también detectar las fallas que se presenten en el desarrollo del trabajo realizado en pozos profundos y mejorar las condiciones de trabajo para perforadoras y camiones. Todos los datos que logramos recopilar fue en base salidas al campo, observación, check list, formatos, entrevistas y bibliografía revisada, obteniendo como primer resultado la configuración del PLC para lograr los enlaces entre equipos y centro de control para concluir que aplicando un sistema de control para bombas sumergibles en minería a cielo abierto se mejorara las condiciones de trabajo en el área de operaciones mina. La metodología utilizada fue de tipo No Experimental, porque se observan fenómenos que se presentan naturalmente, para después poder llegar a darle solución.

En el año 2017, Gamarra J.(5), en la tesis titulada “Sistema de Bombeo Automatizado Mediante Controlador Lógico

Programable, Como Alternativa para La Reducción de Los Tiempos de Desabastecimiento de Agua, En El A.H. Portada de Manchay II, Distrito De Pachacamac”, sostiene que en la actualidad debido al gran crecimiento poblacional conlleva a que la demanda del recurso agua, el cual es indispensable para la vida del ser humano, haya aumentado en gran medida, esto hace que empresas como SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima) tengan que implementar sistemas que hagan posible la distribución del recurso de agua potable hacia la población. Para ello se tienen diversos sistemas de abastecimiento como son: las cisternas, reservorios, reservorios con rebombeo, pozos, cámaras de entrada a sector y entre otros, estos sistemas de distribución de agua están conformados por tuberías, válvulas, sistemas eléctricos y de automatización. La realización del proyecto abordara específicamente al sistema denominado reservorio con rebombeo, el cual funciona de manera manual por medio de un operario, teniendo que controlar el arranque de 02 electrobombas en alternancia, dependiendo de los niveles del reservorio el cual abastece la demanda de agua potable de la población del A.H Portada de Manchay II, distrito de Pachacamac.

En el año 2015, Alcazar R.(6) . Realizo una investigación titulada “Sistema de Control de Bombeo Agua Freática Pit Dewatering Cv1 De SMCV”, su tesis consiste en el diseño y prueba en software Allen Bradley para el Sistema de Control de Bombeo Agua Freática Pit Dewatering CV1 de SMCV cumpliendo con los requerimientos de seguridad, flexibilidad y operatividad del actual sistema y cumpliendo las observaciones que se tenía durante el levantamiento de información. El proyecto consta de la programación de PLC de marca Allen Bradley en el programa RSLogix 5000, creación de pantallas

para un Panel View de marca Allen Bradley en el programa FactoryTalk View y el cambio de equipos de sensores, transmisores y actuadores que se adecuen al sistema. El control del sistema de bombeo está compuesto por una parte local y una parte remota, la parte remota consta de una parte manual con un arranque en tres velocidades preestablecidas que son seleccionadas en el PANELVIEW y la parte automática; donde actúa nuestra ecuación de control en la cual varía la velocidad dependiendo del nivel agua en el tanque del sistema. La metodología utilizada fue de tipo Experimental.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel regional**

En el año 2020, Idrogo A. (7), realizó una investigación titulada “Propuesta de Implementación de Servidores Redundantes en El Uso De Sistema Scada en La Administración y Visualización de Señales Remotas En La Empresa Zeus Energy Piura”. Sostiene que su tesis se desarrolló bajo la línea de investigación de desarrollo de modelos y aplicación de tecnologías de información y comunicaciones de la escuela profesional de Ingeniería de sistemas, la cual estuvo basada en realizar una Propuesta De Implementación De Servidores Redundantes En El Uso De Sistema Scada En La Administración Y Visualización De Señales Remotas En La Empresa Zeus Energy Piura;2020. El tipo de la investigación fue no experimental, descriptiva y de corte transversal, teniendo como objetivo general realizar la propuesta de implementación de servidores redundantes en la empresa Zeus Energy SAC, con el fin de proponer una arquitectura de servidores redundantes. Los resultados que se obtuvieron en el primer nivel de satisfacción del sistema con respecto a la propuesta de arquitectura de servidores redundantes, el 89% de los operadores NO están satisfechos con el sistema actual, mientras que el 11% SI están

satisfechos. En el segundo nivel trata sobre no tener un sistema redundante, el 63% de los operadores SI aceptan que tienen una problemática al no tener un sistema redundante, mientras que el 37% NO están de acuerdo. En el tercer nivel de aceptación de la propuesta de arquitectura de servidores, el 89% de los operadores SI aceptan la implementación de la propuesta, mientras que el 11% NO lo aceptarían. Por lo tanto, se puede concluir que es necesaria la implementación de una nueva arquitectura de servidores redundantes, ya que es necesario tener un mejor control del sistema Scada.

En el año 2018, Jimenez S. (8), realizó una investigación titulada “Diseño del Sistema de Automatización y Enlace a La Red Scada de Petroperú para Realizar El Control Automático de las Motobombas de La Estación Andoas del Oleoducto Nor-Peruano”. Sostiene que se lleva a cabo con el propósito de dar solución al problema actual sobre las presiones variable del sistema de dicha estación. La Estación de bombeo consta de implementos de instrumentación como tuberías, válvulas motorizadas, electrobombas booster, transmisores y motobombas tipo tornillo. Los cuales realizarán las operaciones del sistema, así mismo tiene 3 procesos de operación como la recepción, recirculación y transferencia del petróleo. Estos procesos de operación se encargará mediante el uso del sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) .Se logrará el control de las presiones de las motobombas tipo tornillo mediante el uso del PLC para así controlar la velocidad de las presiones de carga y descarga del sistema; Por otro lado las lecturas de los instrumentos de campo, así como de las motobombas serán leídas en dicho PLC mediante señales de 4-20mA y protocolo Modbus RTU.

En el año 2013, Zapata D. (9), realizó una investigación titulada “Desarrollo de Un Sistema Scada para Uso en Pequeñas y

Medianas Empresas”, sostiene que el desarrollo de un sistema automatizado para ser implementado en empresas de bajos recursos, las cuales no pueden acceder a sistemas comerciales similares. Dichas empresas siguen manteniendo elevados costos en registros a mano, impresiones, correos y mano de obra, consecuentemente no pueden competir con las empresas extranjeras que si tienen fondos para invertir en ese tipo de software. El desarrollo de dicho software promueve el uso de software libre, respetando la complejidad, compatibilidad, recursos y los requerimientos de operatividad y seguridad de pymes. El desarrollo de la tesis se divide 4 partes: marco teórico, diseño, seguridad, e implementación. Esos 4 capítulos engloban toda la información y los procedimientos con que fue desarrollado “Soft-Control”. Una vez visto todos los capítulos, el lector será capaz de entender términos clave en automatización, obtendrá conocimientos informáticos, conocerá más acerca de lenguajes de programación tanto web como de escritorio, conocerá el concepto de base de datos, además sabrá los pasos para realizar un diseño de software según la ingeniería de software, estará al tanto de las tecnologías de software libre que existen hoy en día y podrá proponer una solución empresarial para la automatización industrial con un software de costo muy bajo, eficiente y confiable.



## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Estaciones de Bombeo 172 – Pariñas y 59 – Overales

Las áreas del proyecto se encuentran ubicadas en la costa norte de Perú, Región Piura, provincia de Talara, Distrito de Pariñas, en las Estaciones de Bombeo de Crudo (Estación 172 - Pariñas, Estación 59 - Overales y Estación de Patio de Tanques Tablazo) de la Refinería Talara. Desde Lima se accede vía terrestre por la Panamericana Norte, y vía área por Piura y Talara.

Tabla 1 - Ubicación de Estaciones de Bombeo

Estación	Coordenadas UTM WGS 84	
	Este	Norte
Estación de Bombeo 172 Pariñas	474525	9499561
Estación de Bombeo 59 Overales	472308	9483072

Gráfico N° 1 - Ubicación de Estación de Bombeo



Fuente: Google Earth

### **2.2.2. Bomba**

Una bomba es una máquina que absorbe energía mecánica y la convierte en energía de un fluido en movimiento. El motor crea el movimiento de giro o empuje del fluido por medio de la energía mecánica (10).

Esta bomba se utiliza para elevar, empujar, succionar o bombear cualquier líquido y transportarlo de un lugar a otro para un sistema determinado (10).

#### **2.2.2.1. Bomba de Desplazamiento Positivo**

Esta bomba se basa en el principio de desplazamiento positivo, el cual consta de un pistón que se desplaza a través de un cilindro aplicando una fuerza necesaria para que el líquido empiece a salir por el orificio de dicho cilindro. Por lo tanto, el volumen del fluido disminuirá. Sin embargo también puede tener un elemento móvil llamado rotativo (rotor) (10).

### **2.2.3. Sensores**

Se llama sensor al instrumento que produce una señal, usualmente eléctrica, que refleja el valor de una propiedad, mediante alguna correlación definida (su ganancia). En términos estrictos, estos instrumentos no alteran la propiedad medida. Por ejemplo, un sensor de temperatura sería un instrumento tal que no agrega ni cede calor a la masa que mide, es decir, en concreto, sería un instrumento de masa cero o que no contacta la masa a la que se debe medir la temperatura (un termómetro de radiación infrarroja, p.e.) (11).

### 2.2.3.1. Sensor de Temperatura

La medida de la temperatura es una de las más comunes y de las más importantes que se efectúan en los procesos industriales. Casi todos los fenómenos físicos están afectados por ella. La temperatura se utiliza frecuentemente para inferir otras variables del proceso (9).

De este modo se emplean los instrumentos siguientes: Termómetros de vidrio, termómetros bimetalicos, elementos primarios de bulbo y capilar rellenos de líquido, gas o vapor, termómetros de resistencia, termopares, pirómetros de radiación, termómetros ultrasónicos, termómetros de cristal de cuarzo (12).

Gráfico N° 2 - Transmisor de Temperatura



Fuente: Yokogawa (13)

### 2.2.3.2. Sensor de Presión

La presión es una magnitud derivada del sistema internacional. Se define como el cociente entre una fuerza y una superficie. La unidad de presión es el Pascal (Pa). Es la presión uniforme que, sobre una

superficie plana de 1 m<sup>2</sup>, ejerce perpendicularmente a dicha superficie una fuerza total de 1 newton (14).

En muchos casos, la presión es la variable principal para un amplio campo de medidas de proceso. Realmente muchos tipos de medidas industriales se deducen a partir de la presión, tales como: el caudal (midiendo la caída de presión a través de una restricción), el nivel de líquido (midiendo la presión creada por una columna vertical de líquido), la densidad de líquido (midiendo la diferencia de presión a través de una columna de líquido de altura fija), e incluso la temperatura (el caso de una cámara llena de fluido, donde la presión del fluido y su temperatura se hallan directamente relacionadas), pueden deducirse de medidas de presión (14).

Gráfico N° 3 - Transmisor de Presión



Fuente: Siemens (15)

### **2.2.3.3. Medidor de Vibración**

La vibración es una respuesta repetitiva, periódica u oscilatoria de un sistema mecánico. Las aplicaciones de vibraciones son encontradas en muchas ramas de ingeniería tales como aeronáutica y aeroespacial, civil, manufactura, mecánica, automovilismo, petrolera e incluso eléctrica (16).

### **2.2.4. Controladores Lógicos Programables - PLC**

Un controlador lógico programable es un dispositivo que controla una máquina o proceso y puede considerarse simplemente como una caja de control con dos filas de terminales: una para salida y la otra para entrada. Los terminales de salida proporcionan comandos para conectar a dispositivos como válvulas solenoides, motores, lámparas indicadoras, indicadores acústicos y otros dispositivos de salida. Los terminales de entrada reciben señales de realimentación (feedback) para conexión a dispositivos como interruptores de láminas, disyuntores de seguridad, sensores de proximidad, sensores fotoeléctricos, pulsadores e interruptores manuales, y otros dispositivos de entrada (17).

El circuito para producir las salidas deseadas en el momento adecuado o en la secuencia adecuada para la aplicación, se dibuja en forma de diagrama de contactos y programa en la memoria del PLC como instrucciones lógicas (17).

Gráfico N° 4 - PLC STARDOM FCN-RTU



Fuente: Yokogawa (18).

### **2.2.5. Componentes de un PLC**

Los equipos que responden al concepto de Autómata Programable Industrial, se presentan en diversas formas de construcción física y organización interna, pero en todas ellas se distinguen dos grandes grupos de componentes: la Unidad Central de Proceso (CPU), y el Sistema de Entradas/Salidas (E/S). Estos elementos se complementan con el conjunto de equipos de programación y periféricos. En los siguientes párrafos se hace una descripción de las características funcionales de los distintos componentes que pueden formar parte del Autómata. (19)

### **2.2.6. Unidad Central de Proceso**

La Unidad Central de Proceso de un Autómata comprende esencialmente dos componentes: el procesador y la memoria. La forma constructiva con que se presentan varía desde un módulo único (incluye procesador y memoria), pasando por un módulo procesador y un módulo de memoria, hasta un formato de rack o armario. En algunos modelos la unidad incorpora la fuente de alimentación, y en los miniautómatas suele incluir también parte del sistema de E/S. Bajo el aspecto funcional, la

Unidad Central de Proceso es el corazón del Autómata, realizando todas las tareas de control, tanto en lo que se refiere a adquisición de información y gobierno de los accionadores del proceso a controlar, como en lo que atañe a funciones internas de vigilancia del adecuado funcionamiento de los componentes del equipo (19).

### **2.2.7. Procesador**

En los Autómatas actuales, el procesador lo constituyen una o varias placas de circuito impreso, en donde alrededor de un microprocesador se agrupan una serie de circuitos integrados (chips), principalmente memorias. En esas memorias el fabricante ha grabado una serie de programas ejecutivos denominados firmware, destinados a que el microprocesador realice las tareas propias de procesador del Autómata, es decir:

- Adquisición y actualización de estados de las señales de entrada y salida.
- Interpretación de las instrucciones del programa de usuario.
- Vigilancia y diagnóstico del funcionamiento del equipo.
- Comunicaciones con periféricos.

En la placa del procesador puede estar la totalidad o parte de la memoria del sistema, y dependiendo del diseño, los circuitos de interconexión al sistema de E/S y de comunicaciones con periféricos (19).

Gráfico N° 5 - CPU 5380



Fuente Rockwell Automation (20).

### 2.2.8. Memoria

A diferencia de otros equipos programables el Autómata dispone de una memoria perfectamente organizada en áreas de trabajo específicas, tal como se muestra el esquema de la figura 22 que representaría la organización típica de la memoria de un Autómata. En primer lugar, hay que considerar un área de Memoria del Sistema generalmente no accesible por el usuario (por lo menos en su totalidad) en donde se almacenan los programas ejecutivos o "firmware" y un espacio de memoria de almacenamiento temporal intermedio que es empleado por los programas ejecutivos (Memoria scratch-pad). En segundo lugar se distingue un área de Memoria de Datos en la que se almacena información del estado de E/S (variables de E/S), estados internos intermedios o auxiliares (variables internas), y los datos o números (variables numéricas) (19).

### 2.2.9. Entradas o Salidas

El control efectivo de una máquina o proceso se basa en un continuo intercambio de información entre el equipo de control y dicho proceso. La información que se recoge del proceso recibe el nombre genérico de Entradas, mientras que las



acciones de control sobre la máquina o proceso se denominan Salidas. Los dispositivos de entrada son los iniciadores de las señales de entrada y corresponden a un amplio conjunto de elementos como, interruptores finales de carrera, pulsadores, presostatos, detectores de posición, sensores, etc., mientras que los elementos dispositivos de salida se encargan de aportar potencia a las señales de salida generadas por el sistema de control y corresponden a relés, contactores, arrancadores de motores, electroválvulas, etc. El Sistema de E/S de un Autómata Programable Industrial está formado por un conjunto de módulos (o tarjetas) y estructuras de soporte de los módulos o bastidores de montaje, que tiene las siguientes funciones: 1) Adaptar la tensión de trabajo de los dispositivos de campo a la de los elementos electrónicos del Autómata y viceversa. 2) Proporcionar una adecuada separación eléctrica entre los circuitos lógicos y los circuitos de potencia (19).

#### **2.2.10. Señales Analógicas**

Los PLC pueden procesar señales analógicas sólo de índole eléctrica. Si la variable de proceso que se desea tomar es una presión, ésta se deberá convertir a una señal eléctrica mediante un dispositivo llamado transductor o transmisor, para luego poder ser conectada a un PLC. Suponiendo que la variable de proceso varía entre 0 y 10 bar, se puede utilizar un transmisor P/I con salida 4 a 20 mA, que cuando reciba 0 bar entregue 4 mA y cuando reciba 10 bar entregue 20 mA. Si su respuesta es lineal, sus valores intermedios serán proporcionales, obteniéndose, por ejemplo, 12 mA cuando se detecte 5 bar de presión. El hecho de obtener una corriente mínima mayor que cero cuando la presión es cero, permite detectar un corte de cableado, falla en la fuente del instrumento, etc. (21)

### 2.2.11. Señales Digitales

Las señales digitales son aquellas que sólo toman un número finito de niveles o estados entre un máximo y un mínimo. Las más utilizadas son las binarias que solo pueden tener dos niveles que se asignan a los números binarios 0 y 1. Una variable binaria recibe el nombre de bit. (22)

### 2.2.12. Módulo de Entradas Digitales

Los fabricantes ofrecen diversas alternativas para este tipo de entradas. Se disponen alternativas con distinta cantidad de entradas por módulo, parámetro conocido como densidad de canales, y para distintos niveles de tensiones, siendo las más comunes de 24 VCC, 24 VCA, 110 VCA y 220 VCA. La estructura típica de una interfaz de entrada digital se puede separar en una cadena de bloques por donde pasará la señal desde los bornes de campo hasta la CPU, donde se interpretará como un 0 ó un 1 (21).

Gráfico N° 6 - Modulo Entradas Digitales



Fuente: Rockwell Automation (23).

### 2.2.13. Módulo de Salidas Digitales

Las salidas digitales pueden ser por relé, triac o transistor. Las salidas por relé se pueden utilizar para cargas en CC o CA, ya que utilizan un contacto libre de potencial; las de transistor sólo para CC y las de triac sólo para CA. En todos los casos se debe verificar que la tensión y la corriente a manejar sean compatibles con las salidas seleccionadas. Las salidas por triacs y transistores se prefieren en los casos que requieren mayor velocidad de operación, ya que las de relés son más lentas, insumiendo cerca del doble de tiempo para su conmutación. Además, la vida útil de las salidas a relé es dependiente de la cantidad de maniobras (21).

Gráfico N° 7 - Modulo Salidas Digitales



Fuente: Rockwell Automation (24).

### 2.2.14. Módulo de Entradas Analógicas

Internamente el PLC maneja únicamente dos estados lógicos 0 y 1, (0-1 / on-off ), por lo tanto, la única manera que el PLC posee para trabajar con valores analógicos es que éstos se representen por números en formato binario, es decir, por combinaciones de ceros y unos. Por lo mencionado, la función

principal de una entrada analógica es convertir la señal eléctrica aplicada a un número binario, utilizando para ello un conversor analógico digital (A/D) (21).

En cualquier sistema de numeración (decimal, hexadecimal, binario) la cantidad de valores distintos que se pueden lograr depende de la cantidad de símbolos que se emplean para representar los valores (B) y la cantidad de cifras utilizadas (n). La relación para calcular la cantidad de valores es  $B^n$ . Por ejemplo, si se utilizan dos dígitos o cifras, con un sistema de numeración decimal, que tiene 10 símbolos diferentes (del 0 al 9), se pueden representar 100 valores distintos, de 00 a 99. Esto se puede obtener haciendo  $10^2 = 100$  (21).

Gráfico N° 8 - Modulo Entradas Analógicas



Fuente: Rockwell Automation (24).

### **2.2.15. Módulo de Salidas Analógicas**

El concepto básico de funcionamiento es el inverso al de una entrada analógica. En este caso, la CPU emite un número binario que se convierte en una señal analógica de corriente o tensión, mediante el uso de un conversor digital analógico (D/A). A continuación, se describen las etapas que componen una salida analógica. (21)

### **2.2.16. Protocolos de Comunicación Industrial.**

El protocolo de comunicación engloba todas las reglas y convenciones que deben seguir dos equipos cualesquiera para poder intercambiar información (25).

objetivo de cualquier protocolo de comunicación es poder conectar y mantener el diálogo entre dos Equipos Terminales de Datos (DTE), permitiendo que la información pueda fluir entre ambos con seguridad (sin fallos). Es decir, todas las reglas y especificaciones del lenguaje a utilizar por los equipos (25).

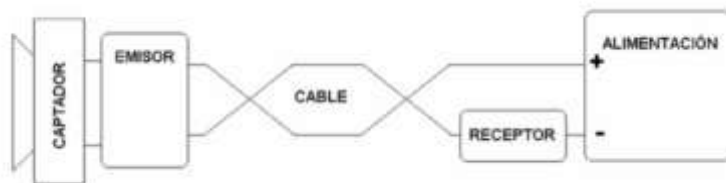
### **2.2.17. Comunicación de 4-20 mA**

En esta tecnología, los diferentes niveles lógicos se indican mediante niveles de corriente en la línea de transmisión (0mA a 20mA). El bucle analógico de corriente de 4-20 miliamperios apareció en la década de los 60. Permite transmitir señales analógicas a gran distancia sin pérdida o modificación de la señal. Es más robusto frente a interferencias eléctricas que el método basado en niveles de tensión. La transmisión de corriente permite, asimismo, utilizar el mismo cable para transmitir potencia a los dispositivos (alimentación). Para realizar el bucle de 4-20 mA hacen falta, por lo menos, 4

elementos: El emisor , La alimentación del bucle , El cable, El receptor (26)..

La alimentación de la red proviene de una fuente 10-30V DC. El transductor de campo controla el flujo de corriente (generalmente se les conoce por la denominación de transmisores de dos hilos ) (26).

Gráfico N° 9 - Bucle Analógico de Corriente (26)



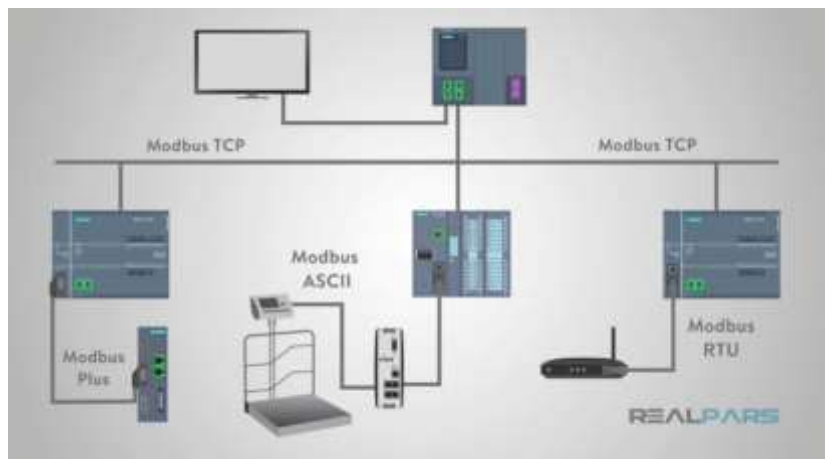
### 2.2.18. Comunicación MODBUS

Es un protocolo desarrollado por Modicon en 1979, utilizado para establecer comunicaciones Maestro-Esclavo y Cliente-Servidor entre dispositivos inteligentes y con dispositivos de campo. Transmitir señales digitales, analógicas y registros entre ellos, o monitorizar dispositivos de campo. Es un protocolo ideal para la monitorización remota vía radio de elementos de campo (RTU, Remote Terminal Unit), tales como los utilizados en estaciones de tratamiento de aguas, gas o instalaciones petrolíferas. Actualmente está implementándose en sectores ajenos a su idea original, tales como la domótica o el control de procesos (climatización, control de procesos, bombes, etc.) (25).

Si un controlador origina el mensaje, lo hace como Maestro, y espera una respuesta de tipo Esclavo. Si a un controlador le llega una petición de otro, éste reconstruye la respuesta como si fuera

un Esclavo. El Maestro puede realizar comunicaciones punto a punto con un único esclavo, o utilizar mensajes de tipo general (broadcast). El protocolo establece el formato del mensaje del Maestro, colocando la dirección, el código de la acción a realizar, datos adicionales y un campo de verificación de errores de transmisión. La respuesta del esclavo se construye de la misma manera; los campos de confirmación de la acción propuesta, datos adicionales y control de errores. Caso de error de recepción o imposibilidad de llevar a cabo la acción propuesta por parte del esclavo, éste devuelve un mensaje de error específico. Los controladores de una red pueden comunicarse mediante la técnica punto a punto, siendo cualquiera de estos el que puede iniciar el diálogo con los otros controladores. De esta manera un controlador puede funcionar como Maestro o Esclavo en comunicaciones independientes (25).

Gráfico N° 10 - Protocolo MODBUS



Fuente: REALPARS (27)

### 2.2.19. Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA)

El nombre SCADA significa: Supervisory Control And Data Acquisition (Control Supervisor y Adquisición de Datos). Un sistema SCADA es una aplicación o conjunto de aplicaciones software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante la comunicación digital con los instrumentos y actuadores, e interfaz gráfica de alto nivel con el usuario (pantallas táctiles, ratones o cursores, lápices ópticos, etc.). Aunque inicialmente solo era un programa que permitía la supervisión y adquisición de datos en procesos de control, en los últimos tiempos han ido surgiendo una serie de productos hardware y buses especialmente diseñados o adaptados para este tipo de sistemas. El sistema permite comunicarse con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, sistemas de dosificación, etc.) para controlar el proceso en forma automática desde la pantalla del ordenador (11).

Gráfico N° 11 - Scada FAST/TOOL



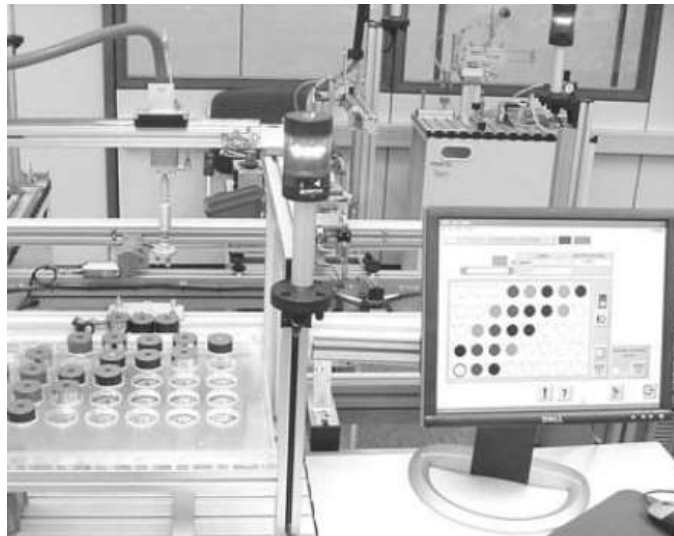
Fuente: Yokogawa (28).



### 2.2.20. Interface Hombre Maquina (HMI)

La función de un Panel HMI es la de representar, de forma simplificada, el sistema bajo control (un sistema de aprovisionamiento de agua, una red de distribución eléctrica, una factoría). En un principio los paneles HMI eran de tipo estático, colocados en grandes paneles plagados de indicadores y luces. Con el tiempo han ido evolucionando, junto al software, en forma de representaciones gráficas en pantallas de visualización (PVD, Pantallas de Visualización de Datos). En los sistemas complejos suelen aparecer los terminales múltiples, que permiten la visualización, de forma simultánea, de varios sectores del sistema (29).

Gráfico N° 12 - Intouch Wonderware (29)



### 2.2.21. Alarmas y Eventos

Las alarmas se basan en la vigilancia de los parámetros de las variables del sistema. Son los sucesos no deseables, porque su aparición puede dar lugar a problemas de funcionamiento. Este tipo de sucesos requiere la atención de un operario para su

solución antes de que se llegue a una situación crítica que detenga el proceso (nivelbajo de aceite en un equipo hidráulico) o para poder seguir trabajando (cargador depiezas vacío) (29) .

El resto de situaciones, llamémoslas normales, tales como puesta en marcha, paro, cambios de consignas de funcionamiento, consultas de datos, etc., serán los denominados eventos del sistema o sucesos. Los eventos no requieren de la atención del operador del sistema, registran de forma automática todo lo que ocurre en el sistema. También será posible guardar estos datos para su consulta a posteriori (29).

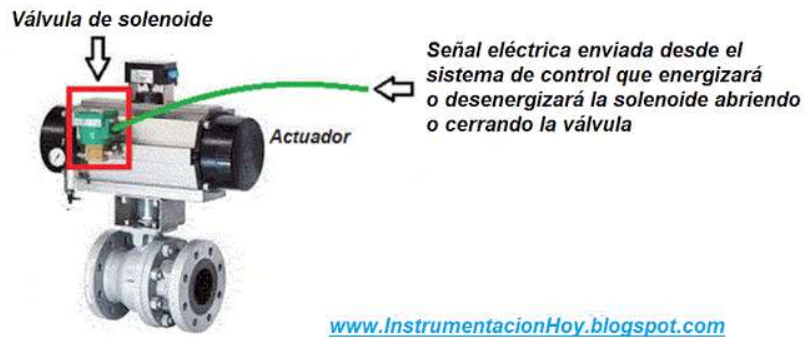
Gráfico N° 13 - Ejemplo de Pantalla de Alarmas (29)



### 2.2.22. Que es un Interlock

Un “Interlock” (o enclavamiento) son un conjunto de funciones lógicas que generan señales discretas. Toda lógica de control que interviene en la generación de una o varias señales digitales de salida (cableadas o comunicadas), se puede agrupar bajo un Interlock. Por ejemplo, una válvula todo-nada, normalmente se controlará a través de una señal discreta generada desde el sistema de control que le ordenará abrir o cerrar. (30)

Gráfico N° 14 - Interlock de Valvula Solenoide (30)



### **III. HIPÓTESIS**

Implementación de un Sistema Scada para la automatización del Sistema de Bombeo de la Estación N° 59 Overales y Estación N° 172 Parimas, mejorará el bombeo de las Estaciones indicadas hasta Patio de Tanques Tablazo.

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1. Tipo de investigación**

La presente tesis es redactada con un tipo de investigación cuantitativa, en relación a ello decimos que:

La investigación cuantitativa consiste en contrastar hipótesis desde el punto de vista probabilístico y, en caso de ser aceptadas y demostradas en circunstancias distintas, a partir de ellas elaborar teorías generales. La estadística dispone de instrumentos cuantitativos para contrastar estas hipótesis y aceptarlas o rechazarlas con una seguridad determinada. Por tanto, tras una observación, genera una hipótesis que contrasta y emite después conclusiones que se derivan de dicho contraste de hipótesis. (31)

Indicando además que este proyecto pertenece a un nivel de investigación descriptiva.

La investigación descriptiva, nos va a dar a conocer las características de los objetos analizados, porque describe de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés, además de la descripción de conceptos o de relaciones entre conceptos; estaban dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales (32).

### **4.2. Diseño de la investigación**

Finalizando con la información referente a la metodología de investigación del presente proyecto, se indica que ha sido realizada con un diseño no-experimental, de corte transversal.

La investigación no experimental estudia situaciones para describirlas y analizarlas sin la necesidad de tener una situación específica, no crea

ningún ambiente, por lo contrario observa situaciones ya existentes puestas por el autor, sin embargo, no deja de ser una investigación documentada, seria, y rigurosa. Por ejemplo, de estas investigaciones sería habla de las mediciones estadísticas, es decir cuando se hace la consulta a la muestra acerca de un tema en específico (33).

### **4.3. Población y Muestra**

#### **4.3.1. Universo**

El universo se refiere a la totalidad de una población, elementos u objetos de quien se quiere hacer un estudio y la Muestra es una fracción de esa totalidad, que es seleccionada, para facilitar el proceso; resultando más práctico y menos extenso (34).

En el presente caso, el universo lo representan los operadores que usaran el Scada, siendo un total de 8 operadores. Los operadores trabajan turnos de 08 horas.

#### **4.3.2. La Muestra**

La muestra está formada por toda la población, por lo tanto, es una población muestral.

#### 4.4. Definición y Operacionalización de Variables

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>
Sistema Scada para el Sistema de Bombeo	Es un diseño e implementación para el desarrollo de software es una representación abstracta de un proceso. Cada diseño representa un proceso desde una perspectiva particular y así proporcione información parcial sobre el proceso (35).	Nivel de satisfacción del Sistema de Bombeo Actual.	- Porcentaje de usuarios satisfechos con el sistema actual de bombeo.	Ordinal	La implementación del Sistema Scada, va a permitir optimizar el bombeo desde las Estaciones. Mejorando el tiempo de Bombeo y alarga el tiempo de vida
		Nivel de problemática al no contar con las bombas automatizadas y un control SCADA.	- Porcentaje de problemas no resueltos por no contar con la automatización de las bombas.		

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>	<b>Definición Operacional</b>
		Nivel de aceptación por la implementación de un Sistema SCADA	- Porcentajes de Usuarios conformes con la propuesta de la automatización de las nuevas bombas y la integración de un Sistema SCADA		útil de las Bombas.

Tabla 2 - Definición y Operacionalización de Variables

Fuente: Elaboración Propia



#### **4.5. Técnicas e Instrumentos**

Se utilizará la técnica de la encuesta, la cual es un estudio observacional en el cual el investigador no modifica el entorno ni controla el proceso que está en observación (como si lo hace en un experimento). Los datos se obtendrán a partir de realizar un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio, formada de las personas que van a utilizar el Sistema Scada, con el fin de conocer estados de opinión, características o hechos específicos.

##### **4.5.1. Procedimiento de Recolección de Datos**

Se seleccionará a las personas adecuadas, para poder aplicar los cuestionarios, ya que así obtener la información apropiada, por medio de visitas a las instalaciones de las Estaciones de Bombeo Pariñas y Overales.

Así mismo, se entregará los cuestionarios a las personas seleccionadas, para poder resolver cualquier duda en relación a las interrogantes planteadas en los mismos.

#### **4.6. Plan de análisis de datos**

La tabulación de los datos se realizará a través del programa informático EXCEL, siendo descifrados a través cuadros y gráficos de cada una de las variables en estudio.

#### **4.7. Matriz de consistencia**

TÍTULO: Implementación de Un Sistema Scada en El Sistema De Bombeo De Estación 59 y 172 De Refinería Talara – Piura, 2020.

<b>ENUNCIADO DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p>¿De qué manera la Implementación de un Sistema Scada en El Sistema De Bombeo De Estación 59 y 172 De Refinería Talara – Piura , mejora el sistema de bombeo a Tanques Tablazo?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Implementar un Sistema Scada para el Sistema de Bombeo de Estación 59 y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020; para mejorar el control en el bombeo del crudo hacia Patio de Tanques Tablazo.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejorar el volumen de crudo bombeado desde las Estaciones 172 y 59, hacia Patio de Tanques Tablazo.</li> </ol>	<p>Implementación un Sistema Scada para la automatización del Sistema de Bombeo de la Estación N° 59 Overales y Estación N° 172 Pariñas, mejorará el bombeo de las Estaciones indicadas hasta Patio de Tanques Tablazo.</p>	<p>Tipo: Cuantitativa</p> <p>Nivel: Descriptiva</p> <p>Diseño: No experimental, de corte transversal</p>

	<p>2. Automatizar el Proceso de Bombeo para mejorar el performance de las bombas y alarga su vida útil.</p> <p>3. Optimizar el tiempo de funcionamiento de las bombas y de todos sus parámetros operativos con la implementación de un sistema SCADA</p>		
--	--	--	--

Tabla 3 - Matriz de Consistencia

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.8. Principios Éticos

Se indica claramente que en el tiempo que se va desarrollando la, “Implementación de un Sistema Scada en El Sistema De Bombeo De Estación 59 y 172 De Refinería Talara – Piura; 2020.”, Se tuvo en cuenta el código de ética para la investigación, versión 002 del 2019, respetándose milimétricamente los principios éticos, valores éticos, los derechos de autor de libros y fuentes electrónicas necesarias para la estructura del marco teórico, afirmando que la mayor parte de información puede ser conocida, y aplicada por diversos analistas, sin ningún límite, cuáles garantizan la novedad que presenta el proyecto. A excepción de la información usada en la especificación de metodología y análisis solicitado en esta investigación, logrando que las respuestas tabuladas de las encuestas realizadas, ayudaran a esclarecer los objetivos del proyecto.

Este proyecto de tesis ha sido realizado considerando el código de principios éticos de la universidad ULADECH, específicamente:

- Protección a las personas: Respetando su dignidad y confidencialidad. Resguardando a las personas voluntarias y más si están vulnerables.
- Libre participación y derecho a estar informado: Para que al finalizar la investigación la aceptación voluntaria no tenga inconvenientes
- Beneficencia no maleficencia: Se debe velar por la seguridad del participante, el investigador, para ampliar las fortalezas.
- Justicia: Tomar precauciones evitando actos injustos, ya que este trato irá asociado a su investigación.
- Integridad científica: La integridad del investigador resulta relevante cuando las normas deontológicas afectan a los participantes, es por ello que la integridad debe mantenerse para evitar conflictos que pueden afectar el estudio.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados

#### 5.1.1. Dimensión 01: Nivel de satisfacción del Sistema de Bombeo Actual.

Tabla 4 - Sistema de Bombeo Manual

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas con el Sistema de bombeo en modo manual; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	1	13
NO	7	87
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Está conforme con el sistema de bombeo en modo manual?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 3, se puede observar que el 87% de los trabajadores encuestados expresaron que NO están conforme con el Sistema de Bombeo en modo Manual, mientras el 13% indico que SI.

Tabla 5 - Funciona de manera correcta

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas con el Correcto funcionamiento de las bombas en modo manual; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	1	13
NO	7	87
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿El sistema de bombeo actual funciona manera correcta en modo manual?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 4, se puede observar que el 87% de los trabajadores encuestados expresaron que NO están conforme con el correcto funcionamiento en modo Manual, mientras el 13% indico que SI.

Tabla 6 - Trabajo a su máxima eficiencia

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas con la máxima eficiencia que pueden tener las bombas; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	0	0
NO	8	100
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Cree uds que con el sistema de bombeo actual, las bombas trabajan a su máxima eficiencia?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 5, se puede observar que el 100% de los trabajadores encuestados expresaron que NO, y que las bombas no trabajan a su máxima eficiencia con el sistema actual de bombeo, mientras el 0% indico que SI.

Tabla 7 - Expectativas del Sistema de Bombeo

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas con las expectativas que tienen los trabajos con respecto al sistema actual de bombeo; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	2	25
NO	6	75
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿El sistema de bombeo actual cumple con sus expectativas?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 6, se puede observar que el 75% de los trabajadores encuestados expresaron que NO, y el sistema de bombeo actual no cumple sus expectativas, mientras el 25% indico que SI.



Tabla 8 - Recomendar Sistema SCADA

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas con recomendar la implementación de un SCADA para el Sistema de Bombeo; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	7	87
NO	1	13
Total	8	100

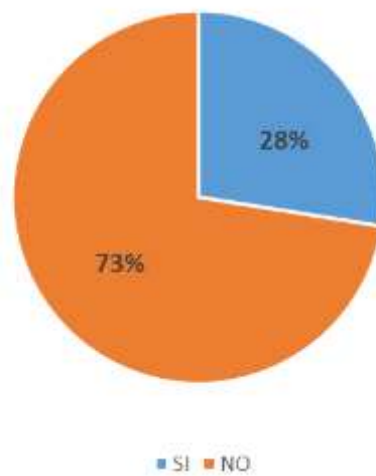
**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Recomendaría la automatización de las bombas y la implementación de un Sistema SCADA?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 7, se puede observar que el 87% de los trabajadores encuestados expresaron que SI, recomendarían la implementación de un Sistema SCADA, mientras el 13% indico que NO.

### Gráfico N° 15 - Resultado de la Dimensión 1

Resultados dimensión 1: Nivel de satisfacción del sistema de bombeo actual, con respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020.



### 5.1.2. Dimensión 02: Nivel de problemática al no contar con las bombas automatizadas y un control SCADA

Tabla 9 - Sistema no Automatizado

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas al no contar con las bombas automatizadas; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	5	62
NO	3	38
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Ah tenido problemas al no tener automatizado el sistema de bombeo actual?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 8, se puede observar que el 38% de los trabajadores encuestados expresaron que SI, ha tenido problemas al no contar con las bombas automatizadas, mientras el 62% indico que NO.

Tabla 10 - Control de variables de proceso en bombeo.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas al no contar con el control de las variables de proceso en el bombeo; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	0	0
NO	8	100
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Conoce el total de las variables de proceso para un bombeo optimo?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 9, se puede observar que el 100% de los trabajadores encuestados expresaron que NO, conocen todas las variables de proceso (presión, flujo, temperatura, etc.) que tienen lugar en el proceso de bombeo, mientras el 0% indico que SI.

Tabla 11 - Cavitación de la Bomba

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas a los incidentes de cavitación de la bomba; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	8	100
NO	0	0
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿La bomba ha cavitado alguna vez cuando se ha encontrado en su turno?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 10, se puede observar que el 100% de los trabajadores encuestados expresaron que SI, ha tenido problemas de cavitación de las bombas, mientras el 0% indico que NO.

Tabla 12 - Incidente o Emergencia con las Bombas

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas a los incidentes o emergencias con las bombas; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	2	25
NO	6	75
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Alguna vez ha tenido algún incidente o emergencia con las bombas?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 11, se puede observar que el 25% de los trabajadores encuestados expresaron que SI, ha tenido emergencia con las bombas, mientras el 75% indico que NO.

Tabla 13 - Estándar mínimos de Seguridad

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas al cumplimiento del estándar mínimo de seguridad; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	4	50
NO	4	50
Total	8	100

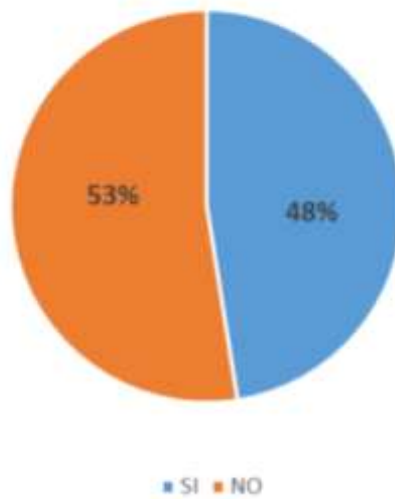
**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Cree que se cumple con los estándares mínimos de seguridad con el bombeo manual?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 12, se puede observar que el 50% de los trabajadores encuestados expresaron que SI, se está cumpliendo con los estándares mínimos de seguridad, mientras el 50% indico que NO.

### Gráfico N° 16 - Resultado de la Dimensión 2

Resultados dimensión 2: Nivel de problemática al no contar con las bombas automatizadas y un control SCADA, con respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020.





### 5.1.3. Dimensión 03: Nivel de aceptación por la implementación de un Sistema SCADA.

Tabla 14 - Automatización e Implementación de SCADA

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas a automatización e integración del Sistema SCADA; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	7	87
NO	1	13
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Cree que el bombeo sería más eficiente con la automatización e implementación del SCADA?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 13, se puede observar que el 100% de los trabajadores encuestados expresaron que SI, sería más eficiencia el bombeo, mientras el 0% indico que NO.

Tabla 15 - Eliminar problemas de Bombeo

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas a la reducción de problemas con la integración del Sistema SCADA; respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	6	75
NO	2	25
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Cree que la nueva implementación del SCADA reduciría los problemas en el bombeo?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 14, se puede observar que el 75% de los trabajadores encuestados expresaron que SI, se reducirían los problemas con el bombeo si se automatizan las bombas y se integra un SCADA, mientras el 25% indico que NO.

Tabla 16 - Recomendar automatizar todas las Estaciones

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas a recomendar la automatización e integración de un Sistema SCADA en el resto de estación; con respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	7	87
NO	1	13
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Recomendaría que se automaticen todas las estaciones de bombeo, he implemente un sistema SCADA?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 15, se puede observar que el 87% de los trabajadores encuestados expresaron que SI, recomendaría la automatización e integración de un SCADA en el resto de estación de Bombeo, mientras el 13% indico que NO.

Tabla 17 - Instrumentación instala en Bombas

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas a la instrumentación instaladas en las bombas; con respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	5	63
NO	3	37
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Considera que toda la instrumentación instalada es suficiente para la automatización de las bombas?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 16, se puede observar que el 63% de los trabajadores encuestados expresaron que SI, es suficiente la instrumentación instalada en las bombas, mientras el 37% indico que NO.

Tabla 18 - Reporte e historizar variables

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas a la generación de reportes e historización de los parámetros del bombeo; con respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020

Alternativa	n	%
SI	7	87
NO	1	13
Total	8	100

**Fuente:** Origen del instrumento aplicado a los trabajadores de las Estaciones 59 y 172; para responder a la pregunta: ¿Los reportes e historización de los parámetros de bombeo le son de utilidad?

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 17, se puede observar que el 87% de los trabajadores encuestados expresaron que SI, le son de utilidad los reportes y los datos guardados en el SCADA, mientras el 13% indico que NO

Gráfico N° 17 - Resultado de la Dimensión 3

Resultados dimensión 3: Nivel de aceptación por la implementación de un Sistema SCADA, con respecto a la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020.

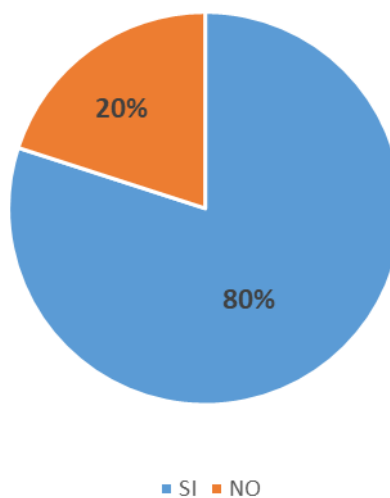


Tabla 19 - Resumen General de las Dimensiones

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas con las 3 dimensiones para determinar más sobre la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020.

Dimensiones	SI		NO		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
Dimensión 1: Nivel de satisfacción del sistema de bombeo actual.	11	28%	29	73%	40	100%
Dimensión 2: Nivel de problemática al no contar con las bombas automatizadas y un control SCADA	19	48%	21	53%	40	100%
Dimensión 3: Nivel de aceptación por la implementación de un Sistema SCADA	32	80%	8	20%	40	100%

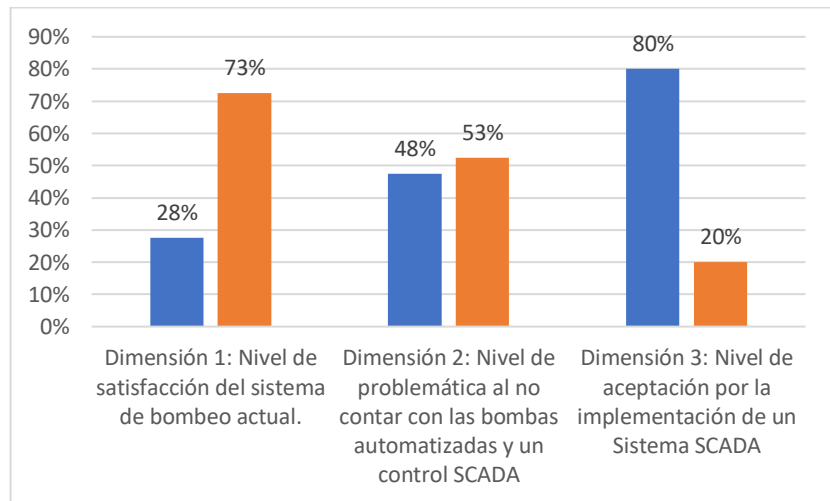
**Fuente:** Aplicación del instrumento para medir el nivel de satisfacción a los operadores encuestado para la integración de las dimensiones para la investigación en el sistema de bombeo de las estaciones 79 y 172.

**Aplicado por:** Dioses, I; 2020

En la tabla N° 18, se puede observar que en la dimensión 3, es el mayor porcentaje de los operadores encuestados SI aceptan la propuesta de implementación, mientras que el menos porcentaje indica que NO.

Gráfico N° 18 - Resumen General de las Dimensiones

Distribución porcentual de frecuencia y respuesta relacionadas con los resultados del resumen general de las 3 dimensiones elegidas para la investigación; para la Implementación de Un Sistema SCADA en El Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020.



Fuente: Tabla N° 18



## 5.2. Análisis de Resultados

El objetivo general de la presente investigación es realizar la Implementación de un Sistema SCADA en el Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 de Refinería Talara – Piura, 2020, para mejorar la performance del bombeo de las estaciones a Patio de Tanques Tablazo.

1. De acuerdo con la dimensión: Nivel de satisfacción del sistema de bombeo, en la tabla N° 3, nos indica que el 87% de los operadores no están satisfechos con el sistema de bombeo de modo manual, mientras que el 13% si están satisfechos. A comparación de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación realizado por Idrogo (7), en su investigación donde obtuvo como resultado para una dimensión similar a la presente, el resultado del 8% de las personas no están satisfechas con el sistema actual.

El resultado conforme se justifica ya que los operadores, cuando trabajan el bombeo en modo manual, no pueden tener un monitoreo en tiempo real de las variables del bombeo, y tampoco las bombas están protegidas contra sobre presiones, vibraciones altas, altas temperaturas, etc.

2. De acuerdo con la dimensión: Nivel de problemática al no contar con las bombas automatizadas y un control SCADA, nos indica que en la tabla N° 8, nos indica que el 75% de los operadores han tenido problemas al no tener las bombas automatizadas y con un SCADA. Mientras que el 38% no se las han presentado problemas. A comparación de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación realizado por Idrogo (7), en su investigación donde obtuvo como resultado para una dimensión similar a la presente, el resultado del 63% de las personas han tenido problemas con el Sistema.

El resultado disconforme se justifica ya que los operadores, cuando trabajan el bombeo en modo manual, algunas veces se les presentan

problemas y las bombas cavitan. Porque están midiendo el tanque o haciendo otras actividades.

3. De acuerdo con la dimensión: Nivel de aceptación por la implementación de un Sistema SCADA en la tabla N° 13, se observa que el 87% de los operadores si consideran que las bombas al ser automatizadas e implementar un SCADA a mejorar la eficiencia de las mismas. Mientras que el 13% no lo aceptan. A comparación de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación realizado por Idrogo (7), en su investigación donde obtuvo como resultado para una dimensión similar a la presente, el resultado del 89% de las personas tiene un nivel de aceptación del sistema.

El resultado de disconformidad se justifica porque existen personas mayores que se resisten al cambio, puesto que han venido utilizando por mucho tiempo el sistema manual.

## **5.3. Propuesta de Mejora**

### **5.3.1. Introducción**

La Refinería Talara se ubica en el kilómetro 1185 de la carretera Panamericana Norte, en el distrito y provincia de Talara, departamento de Piura.

Operaciones Talara cuenta con las áreas:

- ✓ En Talara, El patio de Tanques Tablazo (PTT), así como todos sus sistemas y equipos complementarios.
- ✓ Al Norte de Talara, a 15 Km, La Estación 172-Pariñas, punto de compra de los lotes Lote N° IV, N° VI y N° IX.
- ✓ Al Sur de Talara, a 12 Km, la Estación 59 Overales, punto de compra del Lote N° III.

Actualmente las electrobombas existentes no cuentan con un sistema SCADA de monitoreo de variables y protección de la electrobomba (sistema shut down). Los sistemas de monitoreo de bombas es una herramienta utilizada en las industrias como parte de las mejores prácticas empleadas para prevenir fallas que conllevan a pérdidas relevantes dentro de su proceso, por lo que implementar metodologías que minimicen riesgos es imprescindible.

### **5.3.2. Equipos del Sistemas de Monitoreo y Protección a Instalar**

#### **5.3.2.1. Estación Overales**

El Sistema de Monitoreo que se instalará en cada Electrobombas, será el siguiente:

- ✓ 01 UND Manómetros 0-400 PSI, DIAL 4" y 3/4" NPT, CLASE I DIV. 1, EXPLOTION PROOF, HEAVY DUTY.
- ✓ 01 UND Manovacuómetro -30 inHg /+30 PSI, DIAL 4" y 3/4" NPT, IP 66, CLASE I DIV 1, EXPLOTION PROOF, HEAVY DUTY.
- ✓ 01 UND de transmisor de presión diferencial (filtro) Clase I División I y resistentes a corrosión, arena, lluvia, que cumplan con IP 66, así como de alta confiabilidad y tipo Heavy duty con certificación UL Listed, UL Std 1598, UL Std 886 y UL Std 844
- ✓ 04 UND sensores PT100 con su respectivo transmisor (bearings)
- ✓ 01 UND sensores PT100 con su respectivo transmisor (carcasa)

En el Sistema de Protección de cada bomba se instalarán:

- ✓ 01 UND sensor de vibración.
- ✓ 01 UND sensores PT100 con su respectivo transmisor (fluido en descarga)
- ✓ 02 UND de transmisores de presión Clase I División I y resistentes a corrosión, arena, lluvia, que cumplan con IP 66, así como de alta confiabilidad y tipo Heavy duty con certificación UL Listed, UL Std 1598, UL Std 886 y UL Std 844.

### 5.3.2.2. Estación Pariñas

El Sistema de Monitoreo de cada electrobomba que se instalarán, será el siguiente:

- ✓ 01 UND Manómetros 0-400 PSI, DIAL 4" y 3/4" NPT, CLASE I DIV. 1, EXPLOTION PROOF, HEAVY DUTY.
- ✓ 01 UND Manovacuómetro -30 inHg /+30 PSI, DIAL 4' y 3/4' NPT, IP 66, CLASE I DIV 1, EXPLOTION PROOF, HEAVY DUTY
- ✓ 01 UND de transmisor de presión diferencial (filtro) Clase I División I y resistentes a corrosión, arena, lluvia, que cumplan con IP 66, así como de alta confiabilidad y tipo Heavy duty con certificación UL Listed, UL Std 1598, UL Std 886 y UL Std 844
- ✓ 04 UND sensores PT100 con su respectivo transmisor (bearings)
- ✓ 01 UND sensores PT100 con su respectivo transmisor (carcasa)

En el SISTEMA DE PROTECCIÓN de cada bomba se instalarán:

- ✓ 01 UND sensor de vibración.
- ✓ 01 UND sensores PT100 con su respectivo transmisor (fluido en descarga)
- ✓ 02 UND de transmisores de presión Clase I División I y resistentes a corrosión, arena, lluvia, que cumplan con IP 66, así como de alta confiabilidad y tipo Heavy duty con certificación UL Listed, UL Std 1598, UL Std 886 y UL Std 844

### 5.3.3. Características de los Equipos

Los datos generales de los Equipos de la Arquitectura de Control son:

#### 5.3.3.1. En Campo

En campo se instalarán los siguientes equipos:

##### a) Transmisor de presión diferencia:

Marca	: Yokogawa o Similar
Precisión	: +- 0.055% Span
Alimentación	: 24 VDC
Señal de salida	: 4-20 mA + Hart
Conexión al proceso	: ½"

##### b) Transmisor de presión:

Marca	: Yokogawa o Similar
Precisión	: +- 0.075% Span
Alimentación	: 24 VDC
Señal de salida	: 4 – 20 mA
Conexión al proceso	: ½"

##### c) Manómetro. -

Marca	: Wika o similar
Precisión	: 1% full scale
Conexión al proceso	: ½" NPT

##### d) Vacuómetro:

Marca	: Wika o Similar
Precisión	: 1% full scale
Conexión al proceso	: ½" NPT

**e) Transmisor de Temperatura:**

Marca	: Endress + Hauser
Precisión	: 0.36 °F (0.2 °C) or 0.08%
Señal de salida	: 4-20 mA
Conexión al proceso	: ½" NPT

**f) Transmisor de Vibración:**

Marca	: Metrix o Similar
Precisión	: +-2.5% dentro de bomba / +-4% en la frec. de esquina.
Alimentación	: 11 – 30 Vdc (24Vdc)
Señal de salida	: 4-20 mA

**5.3.3.2. Sala del Operador**

**a) PLC:**

Marca	: Yokogawa
Módulos	: 02 AI, 01 DI, 01 DO
Alimentación	: 24 Vdc

**b) Alimentación. -**

Marca	: Wago
Alimentación	: 110 – 220 VAC
Rango de Voltaje	: 22 – 28 ajustable

**c) Switch Ethernet. -**

Marca	: BB Electronics o Similar
Alimentación	: 12 a 36 VDC
Modo de comunicación	: Full/Half dúplex

#### **5.3.4. Funcionamiento del Sistema**

El Sistema de Monitoreo nos permitirá visualizar de manera local (en HMI instalado en el tablero de instrumentación) y remota (sala de operadores en PTT) los parámetros de proceso en tiempo real, lanzando alarmas para cuando alguna variable exceda los parámetros de operación.

El sistema de protección de la electrobomba (interlock). Su funcionamiento consiste en verificar que los parámetros de funcionamiento se encuentren dentro de lo recomendado por el fabricante, consiste en:

- ✓ Sensor de vibración
- ✓ Transmisor de presión (succión y descarga)
- ✓ Transmisor de temperatura.

Cuando uno de estos parámetros excede del rango de operación establecido, se enviará una señal al PLC para que emita una alarma y la electrobomba se apagará como medida de protección.

El sistema de protección, su funcionamiento consiste detener la electrobomba en caso de sobrepresión, este instrumento trabaja de manera independiente al sistema de protección y monitoreo de la electrobomba.



### 5.3.5. Dimensionamiento del PLC

El PLC está compuesto por 04 módulos, de los cuales los 02 primeros son módulos analógicos, 01 de entradas discretas y 01 de salidas discretas.

Tag	Entrada	Descripción	Tipo	Escala Mínimo	Escala Máximo	Unidad
<b>01- MODULO DE ENTRADAS ANALÓGICO</b>						
OVE-PDT-001	I_01_03_01	Monitoreo y obstrucción en el filtro	Analógico			psi
OVE-PIT- 001	I_01_03_02	Monitoreo de presiones en succión	Analógico	-14	14	psi
OVE-PIT- 002	I_01_03_03	Monitoreo de presiones en descarga	Analógico	0	400	psi
OVE -VT-001	I_01_03_04	Monitoreo de vibración de electrobomba	Analógico	0	25.4	mm/s
OVE -TT-001	I_01_03_05	Monitoreo de temperatura del fluido	Analógico	-50	250	C°
OVE -TT-002	I_01_03_06	Monitoreo de temperatura de cojinetes 01	Analógico	-50	250	C°
OVE -TT-003	I_01_03_07	Monitoreo de temperatura de cojinetes 02	Analógico	-50	250	C°
OVE -TT-004	I_01_03_08	Monitoreo de temperatura de cojinetes 03	Analógico	-50	250	C°
OVE -TT-005	I_01_03_09	Monitoreo de temperatura de cojinetes 04	Analógico	-50	250	C°
OVE -TT-006	I_01_03_10	Monitoreo de temperatura carcaza	Analógico	-50	250	C°
<b>02 - MODULO DE ENTRADA ANALÓGICO</b>						
OVE-PDT-002	I_01_04_01	Monitoreo y obstrucción en el filtro	Analógico			psi
OVE-PIT- 003	I_01_04_02	Monitoreo de presiones en succión	Analógico	-14	14	psi
OVE-PIT- 004	I_01_04_03	Monitoreo de presiones en descarga	Analógico	0	400	psi
OVE -VT-002	I_01_04_04	Monitoreo de vibración de electrobomba	Analógico	0	25.4	mm/s
OVE -TT-007	I_01_04_05	Monitoreo de temperatura del fluido	Analógico	-50	250	C°

Tag	Entrada	Descripción	Tipo	Escala Mínimo	Escala Máximo	Unidad
OVE -TT-008	I_01_04_06	Monitoreo de temperatura de cojinetes 01	Analógico	-50	250	C°
OVE -TT-009	I_01_04_07	Monitoreo de temperatura de cojinetes 02	Analógico	-50	250	C°
OVE -TT-010	I_01_04_08	Monitoreo de temperatura de cojinetes 03	Analógico	-50	250	C°
OVE -TT-011	I_01_04_09	Monitoreo de temperatura de cojinetes 04	Analógico	-50	250	C°
OVE -TT-012	I_01_04_10	Monitoreo de temperatura carcaza	Analógico	-50	250	C°
<b>03- MODULO DE ENTRADAS DIGITALES</b>						
P01A_RUN	I_01_05_01	Relé CR3 - P01A_RUN	Discreta			
P01B_RUN	I_01_05_02	Relé CR3 - P01B_RUN	Discreta			
P01A_ESD	I_01_05_03	ESD - Tablero P01A	Discreta			
P01B_ESD	I_01_05_04	ESD - Tablero P01B	Discreta			
P01A_AUTO	I_01_05_05	Relé CR2 - P01A_AUTO	Discreta			
P01A_FALLA	I_01_05_06	Relé CR4 - P01A_FALLA	Discreta			
P01B_AUTO	I_01_05_07	Relé CR2 - P01B_AUTO	Discreta			
P01B_FALLA	I_01_05_08	Relé CR4 - P01B_FALLA	Discreta			
<b>04- MODULO DE SALIDAS DIGITALES</b>						
BALIZA	Q_01_06_01	Baliza	Discreta			
NARANJA	Q_01_06_02	Luz Naranja en Baliza	Discreta			
ROJO	Q_01_06_03	Luz Roja en Baliza	Discreta			
P01A_START	Q_01_06_04	Relé CRA - P01A_START	Discreta			
P01B_START	Q_01_06_05	Relé CRA - P01B_START	Discreta			

### **5.3.6. Filosofía General**

El sistema a controlar está compuesto por 2 estaciones de bombeo que deben suministrar de producto a los tanques de almacenamiento ubicados en la Estación Tanques Tablazo y en esta estación se realiza el traspaso del producto entre tanques según sea la necesidad. En cada una de las estaciones de bombeo existen dos (02) electrobombas. Las electrobombas podrán ser arrancadas, detenidas y monitoreadas desde su respectiva sala de operador y a la vez monitoreadas de manera remota por la estación maestra o sala principal de operadores en Patio de Tanques Tablazo. El sistema de instrumentación a instalar en las nuevas electrobombas básicamente se encarga de la protección de estas. Su principal tarea será mantener la operación del sistema siempre que se cumplan con las condiciones de trabajo como, presión, temperatura y vibración en función de las recomendaciones del fabricante.

El hardware del sistema SCADA es generalmente lo suficientemente robusto para resistir condiciones de temperatura, humedad, vibración y voltajes extremos, no está exenta de fallas para lo cual el sistema podrá colocarse en modo MANUAL colocando en by-pass el sistema de protección para que pueda ser intervenido sin detener la operación de bombeo, y trasladando la responsabilidad de manipular la electrobomba (encender o apagar) enteramente al operador.

### **5.3.7. Filosofía de Control.**

El sistema de protección - monitoreo está compuesto por:

- ✓ Sensores que monitorean en tiempo real las diferentes variables del bombeo.
- ✓ Controlador el cual recoge los datos enviados por los sensores a través de sus transmisores y verifica se

encuentren dentro de los parámetros de funcionamiento, de lo contrario el sistema emitirá una alarma para luego pasará a modo Shut down.

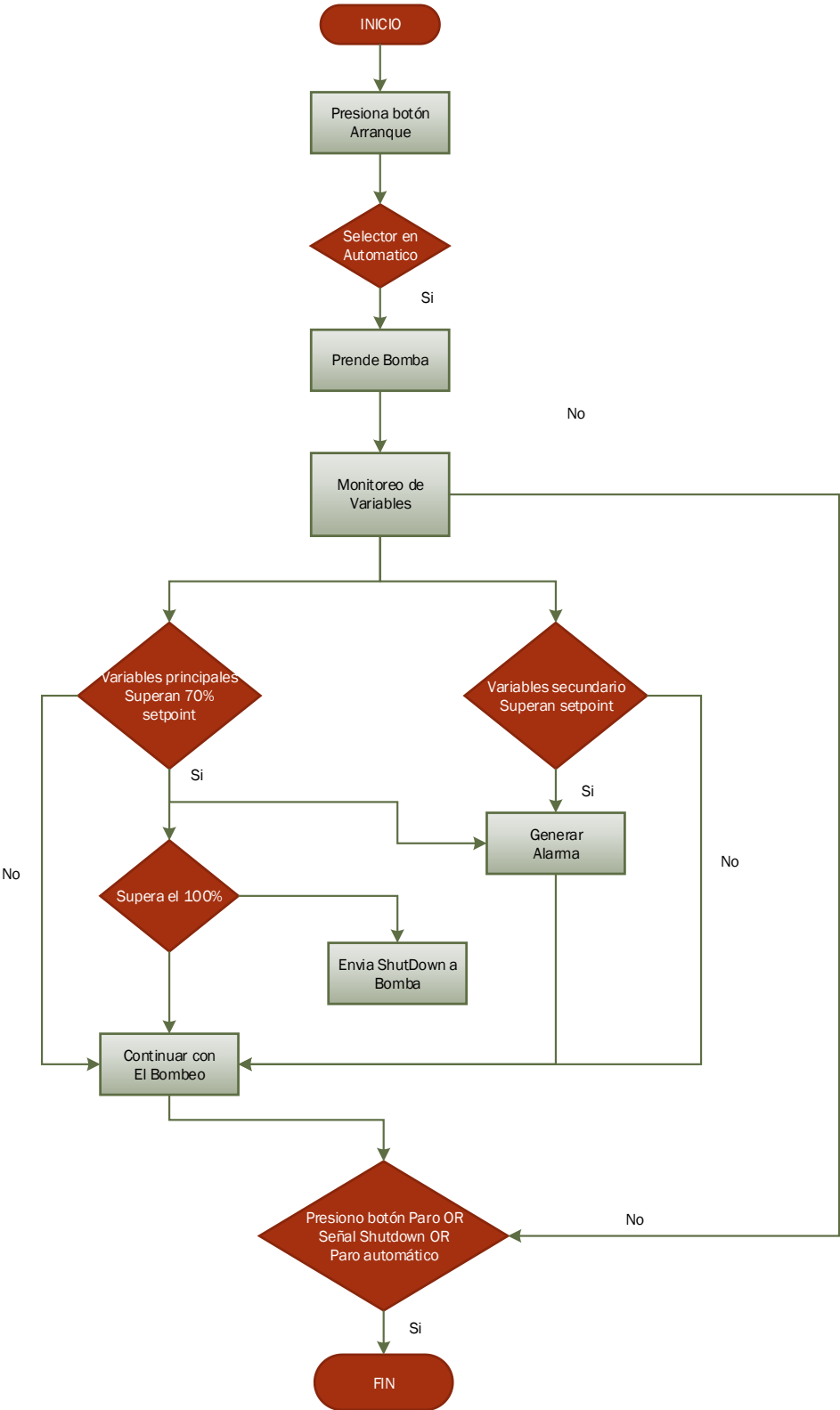
- ✓ Interface hombre- máquina que permitirá al operador visualizar las variables de bombeo.

El Sistema de Protección y Seguridad, consta de un PLC y sus respectivos módulos de entradas y salidas, para efectuar las siguientes acciones:

- ✓ Monitoreo de presiones y temperatura en succión y descarga
- ✓ Generación de alarma por baja o sobre presión.
- ✓ Parada de emergencia por sobrepresión y/o baja presión
- ✓ Generación de alarma por alta temperatura
- ✓ Monitoreo de vibración
- ✓ Generación de alarma y/o parada de emergencia por alta vibración.
- ✓ Monitoreo de estado de filtro.
- ✓ Generación de alarma por obstrucción.

**5.3.8. Lógica General del Arranque Automático**

Gráfico N° 19 - Lógica General



### **5.3.9. Operación del Sistema de Protección.**

La operación del Sistema debe estar compuesta por los siguientes lineamientos:

- ✓ Variables de campos
- ✓ Lógica de control autónomo
- ✓ Actuación final

Los componentes o parámetros que conforman el sistema de protección, solo deben ser utilizadas por el sistema de interlock y no debe servir a ningún otro propósito u otro sistema de control.

Cuando el sistema detecta que una variable está fuera de los parámetros establecidos ya sea una sobrepresión, alta vibración, alta temperatura, se emitirá una alarma sonora para luego de un tiempo determinado, si no se corrige esta condición, se procederá a realizar la parada de la electrobomba (interlock). A su vez existirán otras variables que serán monitoreadas y emitirán simplemente una señal de aviso (alarma) debido a que no generan riesgo ni a la operación ni a la electrobomba; para este tipo de variable el operador de la planta, deberá tomar la decisión de continuar o interrumpir el bombeo.

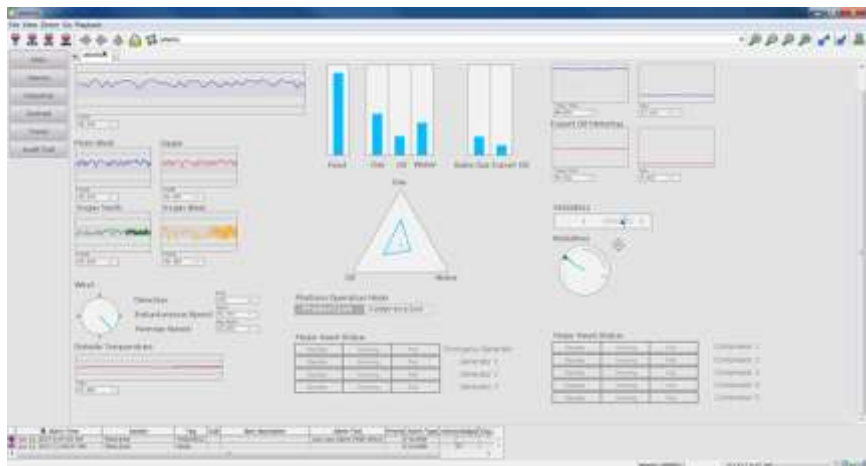
### 5.3.10. Requerimientos de Software

Para la implementación en este trabajo de investigación se han usado diferente software dependiendo el equipo a configurar o programar.

Los softwares usados son los siguientes:

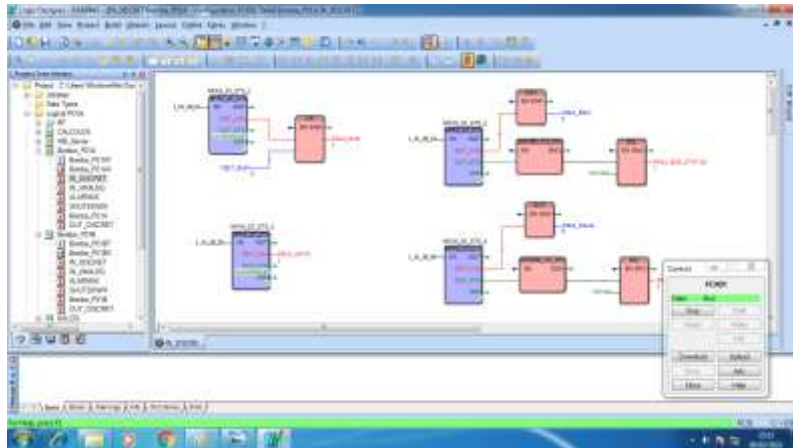
**Scada Fast/Tools:** Yokogawa ha diseñado FAST / TOOLS para permitir la transferencia más eficaz de datos. Este software compatible con múltiples sistemas operativos, incluidos Linux, Unix y Windows. Para interactuar con aplicaciones de terceros, FAST / TOOLS aplica numerosos estándares de la industria.

Gráfico N° 20 - Scada Fast/Tools (28)



**Logic Designer:** Este software es el utilizado para realizar la programación de los PLC Yokogawa STARDOM. En este software se puede configurar, y programar el PLC. Con los diferentes lenguajes de programación que cuenta este PLC.

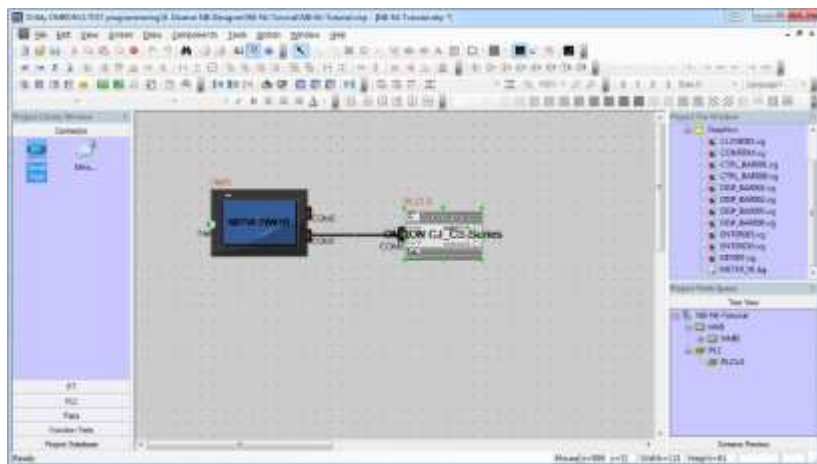
Gráfico N° 21 - Logic Designer - Yokogawa



Fuente: Elaboración Propia

**NB-Designer:** Con este software se puede realizar la configuración y programación del HMI OMRON. Este software nos permite realizar las pantallas del HMI, configurar el comportamiento y las animaciones que tendrán las pantallas.

Gráfico N° 22 - Software HMI OMRON



Fuente: Elaboración Propia



### 5.3.11. Lenguaje de Programación.

En la actualidad los PLC han mejorado bastante, y hasta los de gama baja nos permite la programación en varios lenguajes de programación. Pero para este proyecto se está usando un PLC Yokogawa STARDOM el cual cuenta con 05 lenguajes de programación diferente; los cuales son:

- ✓ Programación Ladder o Escalera
- ✓ Lenguaje de Bloques Funcionales
- ✓ Lenguaje de Texto Estructurado
- ✓ Programación en Grafet.
- ✓ Lenguaje de IL o Listas.

De los cuales se está usando programación escalera, texto Estructurado y Lenguaje de Bloques funcionales.

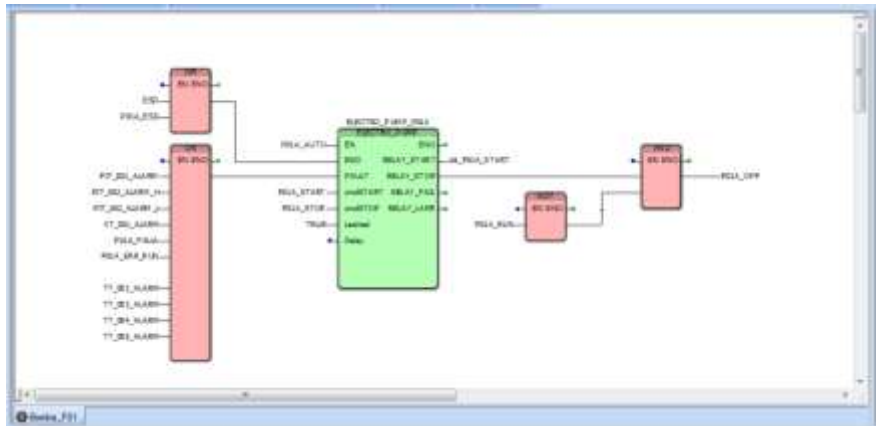
Gráfico N° 23 - Lenguaje de Texto Estructurado



```
1  IF bit_fault THEN
2    bit_fault:=TRUE;
3  ELSE
4    bit_fault:=FALSE;
5  END_IF;
6
7  IF bit_start THEN
8    IF CONSTANT AND NOT(bit_fault) THEN
9      RELAY_START:=TRUE;
10     RELAY_STOP:=FALSE;
11     RELAY_LAMP:=TRUE;
12   END_IF;
13   IF NOT(bit_start) OR bit_fault THEN
14     RELAY_START:=FALSE;
15     RELAY_STOP:=TRUE;
16     RELAY_LAMP:=FALSE;
17   END_IF;
18   ELSE
19     IF CONSTANT AND NOT(bit_fault) THEN
20       bit_start:=TRUE;
21     END_IF;
22     IF bit_start AND NOT(bit_fault) THEN
23       RELAY_START:=TRUE;
24       RELAY_STOP:=FALSE;
25       RELAY_LAMP:=TRUE;
26     ELSE
27       bit_start:=FALSE;
28     END_IF;
29   END_IF;
```

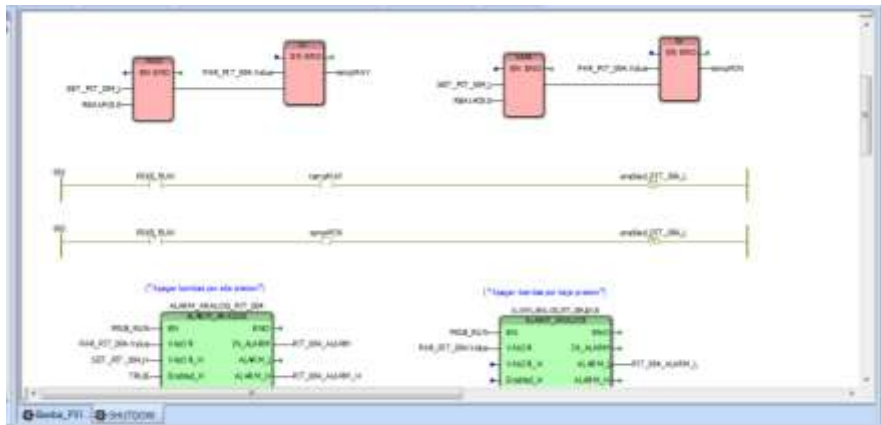
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 24 - Programación Bloques Funcionales



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 25 - Programación Ladder



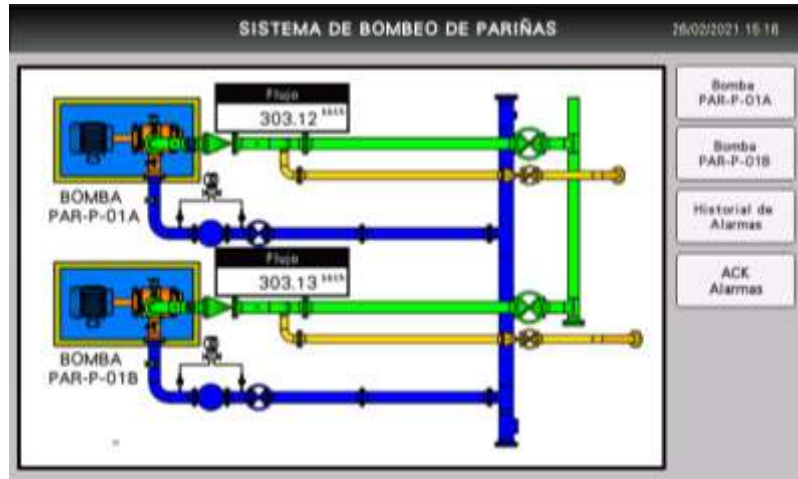
Fuente: Elaboración Propia

### 5.3.12. Pantallas del Sistema

Para este Sistema se han diseñado diferentes pantallas para el HMI y los cuales tendrá el acceso el operador.

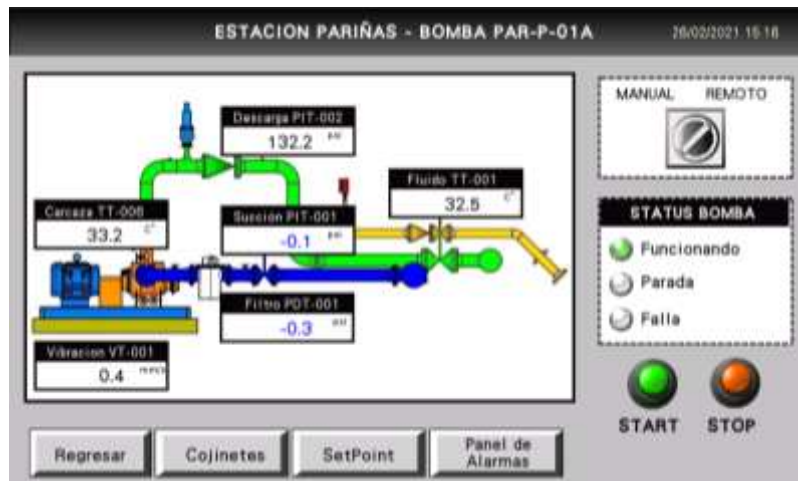
Las pantallas son las siguientes:

Gráfico N° 26 - Pantalla Overview



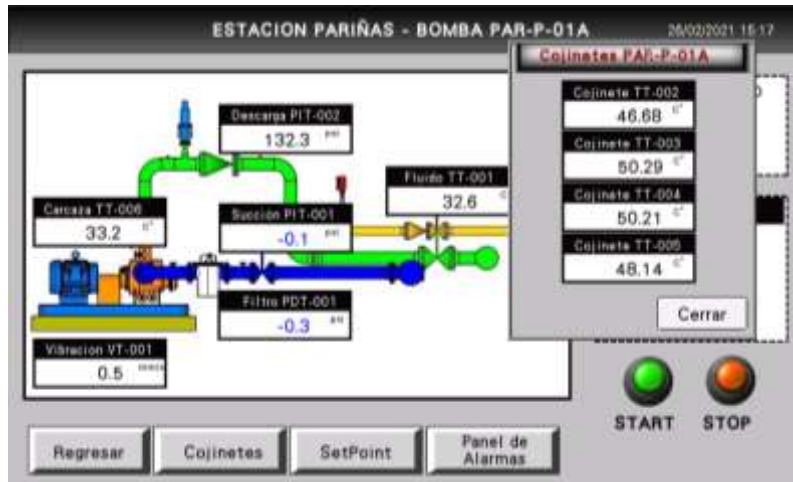
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 27 - Bomba P-01A



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 28 - Pop-up Cojinetes



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 29 - Configuración de SetPoint

Configuración de SetPoint Bomba PAR-P-01A 26/02/2021 15:17

Parametro	Unidades	Rango	Default	Valor
Obstrucción de Filtro (PDT-001)	psi	0 a 14	7	<input type="text" value="5.00"/>
Presión Baja en Succión (PIT-001)	psi	-14 a 14	-5	<input type="text" value="-2.00"/>
Presión Baja en Descarga (PIT-002)	psi	0 a 400	85	<input type="text" value="60.00"/>
Presión Alta en Descarga (PIT-002)	psi	0 a 400	250	<input type="text" value="200.00"/>
Alto Nivel de Vibración (VT-001)	mm/s	0 a 25.4	5	<input type="text" value="5.00"/>
Alta temperatura en Fluido (TT-001)	C°	-50 a 250	80	<input type="text" value="90.00"/>
Alta Temperatura Cojines (TT-002/005)	C°	-50 a 250	80	<input type="text" value="90.00"/>
Alta temperatura en Carcasa (TT-006)	C°	-50 a 250	80	<input type="text" value="90.00"/>

Overview PAR-P-01A Alarmas

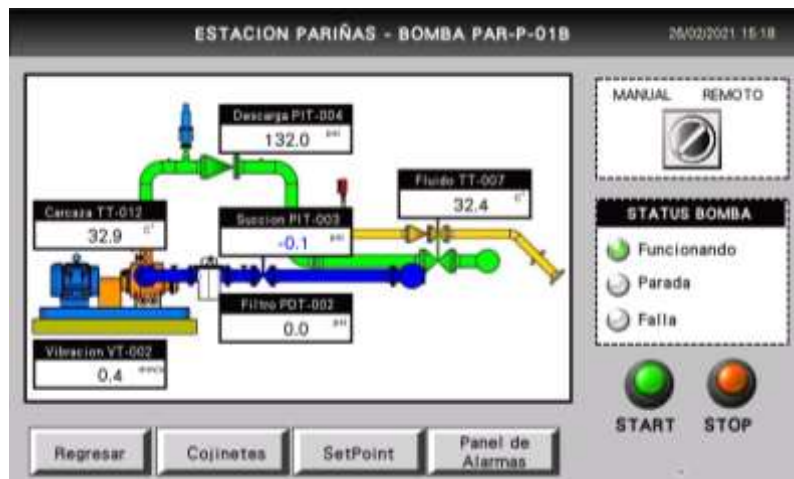
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 30 - Panel de Alarmas



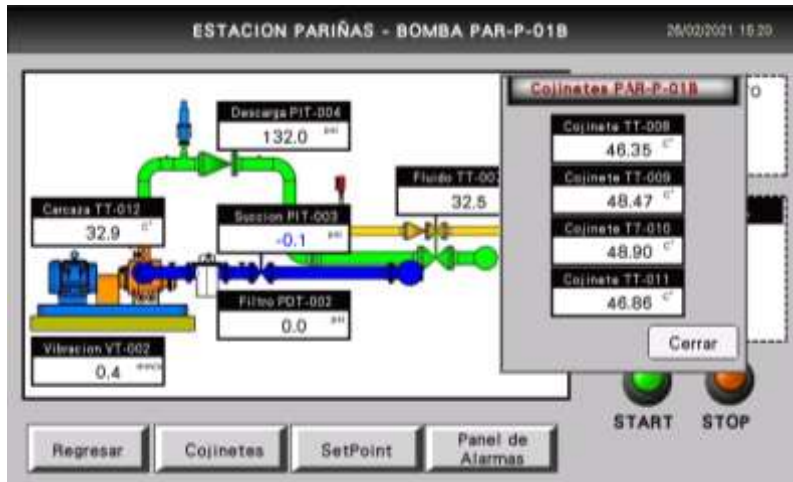
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 31 - Bomba P01B



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 32 - Pop-up de Cojinetes P01B



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 33 - Configuración de Setpoint P01B

Configuracion de SetPoint Bomba PAR-P-01B

Parametro	Unidades	Rango	Default	Valor
Obstruccion de Filtro (PDT-002)	psi	0 a 14	7	7.00
Presion Baja en Succion (PIT-003)	psi	-14 a 14	-5	-2.60
Presión Baja en Descarga (PIT-004)	psi	0 a 400	85	80.00
Presión Alta en Descarga (PIT-004)	psi	0 a 400	250	200.00
Alto Nivel de Vibracion (VT-002)	mm/s	0 a 25.4	5	5.00
Alta temperatura en Fluido (TT-007)	C°	-50 a 250	80	80.00
Alta Temperatura Cojines (TT-008/011)	C°	-50 a 250	80	80.00
Alta temperatura en Carcaza (TT-012)	C°	-50 a 250	80	80.00

Overview    PAR-P-01B    Alarmas

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 34 - Panel de Alarmas P01B



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 35 - Historial de Alarmas



Fuente: Elaboración Propia

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Implementación de un Sistema Scada en el Sistema de Bombeo de Estación 59 Y 172 De Refinería Talara – Piura, queda demostrar la necesidad de automatizar las bombas y la integración de un Sistema SCADA.

En cuanto a las dimensiones, se concluye con lo siguiente:

1. Dimensión 1: Nivel de satisfacción del sistema de bombeo, en la tabla N° 3, nos indica que el 87% de los operadores no estas satisfechos con el sistema de bombeo de modo manual. El resultado conforme se justifica ya que los operadores cuando trabajan el bombeo en este modo no se puede tener un monitoreo en tiempo real de las variables de proceso, y tampoco las bombas están protegidas contra presiones altas, vibraciones altas, altas temperaturas, etc.
2. Dimensión 2: Nivel de problemática al no contar con las bombas automatizadas y un control SCADA, en la tabla N° 8, nos indica que el 75% de los operadores han tenido problemas al no tener las bombas automatizadas y con un SCADA. El resultado disconforme se justifica ya que los operadores, cuando trabajan el bombeo en modo manual, algunas veces se les presentan problemas y las bombas cavitan.
3. Dimensión 3: Nivel de aceptación por la implementación de un Sistema SCADA, en la tabla N° 13, se observa que el 87% de los operadores si consideran que las bombas al ser automatizadas e implementar un SCADA va a mejorar la eficiencia de las mismas. Mientras que el 13% no aceptan la nueva implementación y se justifica porque existen personas mayores que se resisten al cambio, puesto que han venido utilizando por mucho tiempo el sistema manual.



## **RECOMENDACIONES**

1. Instalación de transmisores de nivel de transferencia de custodia y válvulas motorizadas, para así poder programar un encendido y apagado automático de las bombas.
2. Realizar backup periódicos de la base de datos, para mantener un registro de los históricos de los bombeos realizados.
3. Mantenimiento preventivo de todo el hardware que involucra a los sistemas de bombeo, y así poder evitar futuras fallas en el sistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ñacato A. Diseño e Implementación de Un Sistema Scada Para El Sistema de Pruebas de Control de Calidad de Las Cámaras de Empuje Utilizadas en Los Sistemas De Bombeo Horizontal (HPS) de La Planta Artificial Lift de La Empresa Baker Hughes. [Sangolquí - Ecuador]: Universidad de Las Fuerzas Armadas; 2020.
2. Jácome L. Automatización del Bombeo de Agua a Través del Control de Nivel de la Cisterna de la Estación Miraflores Ep-Emapa. [Ambato – Ecuador]: Universidad Técnica De Ambato; 2015.
3. Garcia J. Prototipo de Sistema de Monitoreo Para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de La Universidad Tecnológica De La Mixteca. [Huajuapan De León]: Universidad Tecnológica le La Mixteca; 2013.
4. Tacilla E, Cueva R. Aplicación de Un Sistema Scada Rsvi32 Para La Automatización de Bombas Sumergibles en Una Mina a Cielo Abierto,Cajamarca 2019. [Cajamarca]: Universidad Privada del Norte; 2019.
5. Gamarra J. Sistema de Bombeo Automatizado Mediante Controlador Lógico Programable, Como Alternativa Para La Reducción de Los Tiempos de Desabastecimiento de Agua, En El A.H. Portada De Manchay Ii, Distrito De Pachacamac. [Villa El Salvador]: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur; 2017.
6. Alcanzar R. Sistema De Control De Bombeo Agua Freática PIT DEWATERING CV1 de SMCV. [Tajo Cerro Verde]: Universidad Nacional de San Agustín; 2015.
7. Idrogo A. Propuesta de Implementación de Servidores Redundantes en El Uso De Sistema Scada en La Administración y Visualización de Señales Remotas En La Empresa Zeus Energy Piura. [Piura - Peru]: Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote; 2020.
8. Jimenez S. Diseño del Sistema de Automatización y Enlace a La Red Scada de Petroperú para Realizar El Control Automático de las Motobombas de La

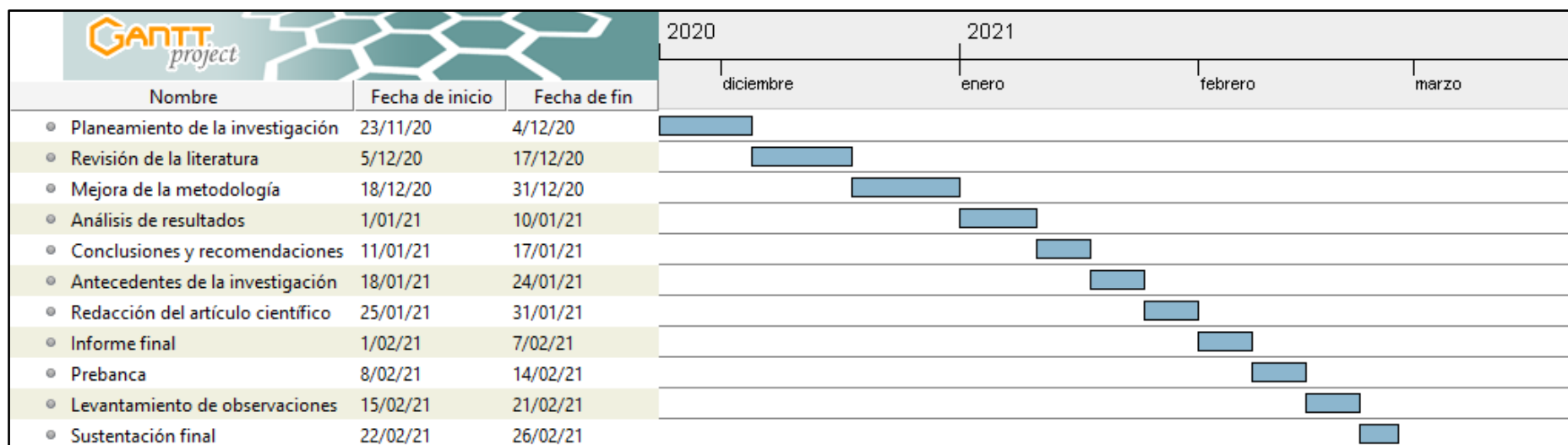
- Estación Andoas del Oleoducto Nor-Peruano. [Piura - Peru]: Universidad Nacional de Piura; 2018.
9. Zapata D. Desarrollo de Un Sistema Scada para Uso en Pequeñas y Medianas Empresas. [Piura - Per]: Universidad de Piura; 2013.
  10. Jimenez S. Diseño del Sistema de Automatización y Enlace a La Red Scada De Petroperú Para Realizar el Control Automático de las Motobombas de la Estación Andoas Del Oleoducto Nor-Peruano [Internet]. Universidad Nacional de Piura; 2018. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1890/CIE-JIM-REY-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  11. Gomez J, Reyes R, Guzman D. Temas especiales de instrumentación y control [Internet]. Editorial Félix Varela, editor. La Habana; 2008. 175 p. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/uladech/71234?page=140>
  12. Creus A. Instrumentación industrial (7a. ed.) [Internet]. Marcombo, editor. Barcelona; 2008. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/uladech/45913?page=252>
  13. Yokogawa. Transmisor de Temperatura [Internet]. Disponible en: <https://www.yokogawa.com.pe/productos-y-servicios/sensores-e-instrumentos/transmisores-de-temperatura.html>
  14. Garcia L. Instrumentación básica de medida y control. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación, editor. Madrid; 2014.
  15. Siemens. Medidores de presión [Internet]. Disponible en: <https://new.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/instrumentacion-procesos/medidores-de-presion.html>
  16. Torres J. Caracterización de un banco de pruebas para la enseñanza de vibraciones mecánicas. Red Universidad de Los Andes, editor. Rev Cienc e Ing [Internet]. 2008;29. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/uladech/17712?page=4>.
  17. Hyde J, Regué J, Cuspinera A. Control Electroneumatico y Electronico.

- NORGREN, editor. Barcelona; 1997.
18. Yokogawa. PLC STARDOM FCN-RTU [Internet]. Disponible en: <https://www.yokogawa.com/solutions/products-platforms/control-system/process-control-plc-rtu/fcn-rtu/>
  19. i Badía A. Autómatas Programables [Internet]. Marcombo, editor. Barcelona; 2009. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/uladech/45838?page=30>
  20. Rockwell Automation. Controlador CompacLogix [Internet]. Disponible en: <https://www.rockwellautomation.com/es-mx/products/hardware/allen-bradley/programmable-controllers/process-controllers.html>
  21. Daneri P. PLC: automatización y control industrial [Internet]. Editorial Hispano Americana HASA, editor. Buenos Aires; 2009. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/uladech/66558?page=95>
  22. Mandado E, Mariño P, Lago A. Instrumentación Electronica. Marcombo S.A., editor. Barcelona; 1995.
  23. Rockwell Automation. Modulo Entradas Digitales [Internet]. Disponible en: <https://configurator.rockwellautomation.com/#/configurator/FEEE55D5F1FD4CB588B51A00F2DDFB78/summary>
  24. Rockwell Automation. Modulo Salidas Digitales [Internet]. Disponible en: <https://configurator.rockwellautomation.com/#/configurator/AC09E28D16874D8EA79C68A2C618252E/summary>
  25. Rodriguez A. Comunicaciones industriales [Internet]. Marcombo, editor. Barcelona; 2008. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/uladech/35710?page=27>
  26. Rodríguez A. Comunicaciones industriales [Internet]. Marcombo, editor. Barcelona; 2008. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/uladech/35710?page=59>
  27. RealPars. Que es Modbus [Internet]. Disponible en: <https://realpars.com/modbus/>

28. Yokogawa. Software SCADA Fast/Tools [Internet]. Disponible en: <https://www.yokogawa.com/solutions/products-platforms/control-system/supervisory-control-and-data-acquisition-scada/fast-tools/>
29. Rodríguez A. Sistema Scada. Marcombo, editor. Barcelona; 2013.
30. Fernández J. Representar Interlocks en los P&ID [Internet]. instrumentacionhoy.blogspot.com. 2017. Disponible en: <https://instrumentacionhoy.blogspot.com/2017/10/representar-interlocks-en-los-p.html>
31. Guerrero G, Guerrero C. Metodología de la investigación [Internet]. Grupo Editorial Patria, editor. Mexico DF; 2015. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/uladech/40363?page=59>
32. Hernández R. Metodología de la Investigación. 6th ed. McGraw - Hill, editor. Mexico; 2014.
33. Raffino ME. Investigación no Experimental. EcuRed, editor. Argentina: <https://concepto.de/investigacion-no-experimental/>; 2020.
34. Lugo Z. Poblacion y Muestra. Disponible en: <https://www.diferenciador.com/poblacion-y-muestra/>
35. Besosa A. Sistema de control de inventarios Almacen Lucas. Ltda Ujtl, editor. Bogota; 2014.

# ANEXOS

## ANEXO I: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



Fuente: Elaboración propia

## ANEXO II: PRESUPUESTO

<b>Presupuesto desembolsable (Estudiante)</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total (S/.)</b>
<b>Suministros</b>			
• Impresiones	0.30	150	45.00
• USB	30.00	2	60.00
• Folder y FASTER	1.50	6	9.00
• Fotocopias	0.10	150	15.00
• Lapiceros	3.00	3	9.00
• Carpeta	10.00	1	10.00
<b>Servicios</b>			
• Uso de Turnitin	50.00	1	50.00
• Teléfono e Internet (personal)	70.00	4	280.00
<b>Gastos de viaje</b>			
• Pasajes para recolectar información	15.00	8	120.00
<b>Total de presupuesto desembolsable</b>			<b>598.00</b>
<b>Presupuesto no desembolsable (Universidad)</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total (S/.)</b>
<b>Servicios</b>			
• Uso de Internet (Laboratorio de Aprendizaje Digital - LAD)	30.00	4	120.00
• Búsqueda de información en base de datos	35.00	2	70.00
<b>Recurso humano</b>			
• Asesoría personalizada (5 horas por semana)	63.00	4	252.00
<b>Total de presupuesto no desembolsable</b>			<b>442.00</b>
<b>Total (S/.)</b>			<b>1040.00</b>

Fuente: Elaboración propia



### ANEXO III: CUESTIONARIO

Este cuestionario forma parte del trabajo de investigación titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA EN EL SISTEMA DE BOMBEO DE ESTACIÓN 59 Y 172 DE REFINERÍA TALARA – PIURA, 2020”.

Por lo que solicitamos su participación respondiendo de manera objetiva y veraz a cada una de las siguientes preguntas. La información proporcionada es de carácter confidencial y reservado; y los resultados de la misma serán utilizados solo para la presente investigación.

#### INSTRUCCIONES:

A continuación, se le presenta 15 preguntas que deberá responder, marcando con un aspa (“X”) en el recuadro correspondiente (SI o NO) según considere la alternativa correcta.

Ítem	Preguntas	Alternativa	
		SI	NO
<b>Dimensión 01:</b> Nivel de Satisfacción del Sistema de Bombeo actual			
1	¿Está conforme con el sistema de bombeo en modo manual?		
2	¿El sistema de bombeo actual funciona manera correcta en modo manual?		
3	¿Cree uds que con el sistema de bombeo actual, las bombas trabajan a su máxima eficiencia ?		
4	¿El sistema de bombeo actual cumple con sus expectativas?		
5	¿Recomendaría la automatización de las bombas y la implementación de un Sistema SCADA?		

<b>Dimensión 02:</b> Nivel de problemática al no contar con las bombas automatizadas y un control SCADA			
1	¿Ah tenido problemas al no tener automatizado el sistema de bombeo actual?		
2	¿Conoce el total de las variables de proceso para un bombeo optimo?		
3	¿La bomba ha cavitado alguna vez cuando se ha encontrado en su turno?		
4	¿Alguna vez ha tenido algún incidente o emergencia con las bombas?		
5	¿Cree que se cumple con los estándares mínimos de seguridad con el bombeo manual?		
<b>Dimensión 03:</b> Nivel de aceptación por la implementación de un Sistema SCADA			
1	¿Cree que el bombeo sería más eficiente con la automatización e implementación del SCADA?		
2	¿Cree que la nueva implementación del SCADA reduciría los problemas en el bombeo?		
3	¿Recomendaría que se automaticen todas las estaciones de bombeo, he implemente un sistema SCADA?		
4	¿Considera que toda la instrumentación instalada es suficiente para la automatización de las bombas?		
5	¿Los reportes e historización de los parámetros de bombeo le son de utilidad?		

**Elaboración:** Fuente propia

## ANEXO IV: FICHA DE VALIDACIÓN

### FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Nombres y apellidos del validador : Janson Valladares Ruiz  
 1.2 Cargo e institución donde labora : JS Industrial SAC  
 1.3 Nombre del instrumento evaluado : Cuestionario  
 1.4 Autor del instrumento : Isaac Moises Rojas Mora

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X), según la calificación que asigna a cada uno de los indicadores.

1. Deficiente (Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador).
2. Regular (Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador).
3. Buena (Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador).

Criterios	Aspectos de validación del instrumento Indicadores	1 2 3			Observaciones Sugerencias
		D	R	B	
• PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en la variable y sus dimensiones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que mide.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir la variable.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aumentar # preguntas
• OBJETIVIDAD	Los ítems se expresan en comportamientos y acciones observables.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de la variable.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas, opciones de respuesta bien definidas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>CONTEO TOTAL</b> (Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)			2	27	29
		C	B	A	Total

Coefficiente de validez :  $\frac{A+B+C}{30} = 0.96$

#### III. CALIFICACIÓN GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado.

Validez muy buena

Intervalos	Resultado
0,00 – 0,49	• Validez nula
0,50 – 0,59	• Validez muy baja
0,60 – 0,69	• Validez baja
0,70 – 0,79	• Validez aceptable
0,80 – 0,89	• Validez buena
0,90 – 1,00	• Validez muy buena



# ANEXO V: HOJA DE DATOS DE LOS EQUIPOS

## Transmisor de Presión

<<Contents>> <<Index>>

### General Specifications

EJX610A and EJX630A  
Absolute and Gauge  
Pressure Transmitter



GS 01C25F05-01EN

The high performance gauge pressure transmitter EJX630A and absolute pressure transmitter EJX610A feature single crystal silicon resonant sensor and are suitable to measure liquid, gas, or steam pressure.

EJX610A and EJX630A output a 4 to 20 mA DC signal corresponding to the measured pressure. They also feature quick response, remote setup and monitoring via BRAIN or HART communications, diagnostics, and optional status output for pressure high/low alarm. The multi-sensing technology provides the advanced diagnostic function to detect such abnormalities as an impulse line blockage or heat trace breakage.

FOUNDATION Fieldbus and PROFIBUS PA protocol types are also available.

All EJX series models in their standard configuration, with the exception of the Fieldbus and PROFIBUS types, are certified as complying with SIL 2 for safety requirement.



### STANDARD SPECIFICATIONS

Refer to GS 01C25T02-01EN for Fieldbus communication type and GS 01C25T04-01EN for PROFIBUS PA communication type for the items marked with "◇."

#### SPAN AND RANGE LIMITS

(For EJX610A, values are in absolute and lower range limits are 0.)

Measurement Span/Range	MPa	psi (D1)	bar (D3)	kg/cm <sup>2</sup> (D4)	
A	Span	2 to 200 kPa	0.3 to 29	0.02 to 2	0.02 to 2
	Range	-100 to 200 kPa	-14.5 to 29	-1 to 2	-1 to 2
B	Span	0.01 to 2	1.5 to 290	0.1 to 20	0.1 to 20
	Range	-0.1 to 2	-14.5 to 290	-1 to 20	-1 to 20
C	Span	0.05 to 10	7.3 to 1450	0.5 to 100	0.5 to 100
	Range	-0.1 to 10	-14.5 to 1450	-1 to 100	-1 to 100
D	Span	0.35 to 70	50.8 to 10150	3.5 to 700	3.5 to 700
	Range	-0.1 to 70	-14.5 to 10150	-1 to 700	-1 to 700

#### PERFORMANCE SPECIFICATIONS

Zero-based calibrated span, linear output, wetted parts material code 'S' and silicone oil, unless otherwise mentioned.

For Fieldbus and PROFIBUS PA communication types, use calibrated range instead of span in the following specifications.

#### Specification Conformance

EJX series ensures specification conformance to at least  $\pm 3\sigma$ .

#### Reference Accuracy of Calibrated Span

(includes the effects of terminal-based linearity, hysteresis, and repeatability)

Measurement span	A	
Reference accuracy	Span $\geq$ X	$\pm 0.04\%$ of Span
	Span<X	$\pm(0.02+0.007 \text{ URL}/\text{span})\%$ of Span
X	70 kPa (10.2 psi)	
URL (upper range limit)	200 kPa (29 psi)	

Measurement span	B	C	D
Reference accuracy	Span $\geq$ X	$\pm 0.04\%$ of Span	
	Span<X	$\pm(0.005+0.0035 \text{ URL}/\text{span})\%$ of Span	
X	0.2 MPa (29 psi)	1 MPa (145 psi)	7 MPa (1015 psi)
URL (upper range limit)	2 MPa (290 psi)	10 MPa (1450 psi)	70 MPa (10150 psi)



Yokogawa Electric Corporation  
2-9-32, Nakacho, Musashino-shi, Tokyo, 180-8750 Japan  
Tel.: 81-422-52-5690 Fax.: 81-422-52-2018

GS 01C25F05-01EN  
©Copyright Apr. 2010  
22nd Edition Mar. 2020



# Transmisor de Presión Diferencial

<<Contents>> <<Index>>

## General Specifications

EJA110E  
Differential Pressure Transmitter

DP **harp** **EJA™**

GS 01C31B01-01EN

[Style: S2]

The high performance differential pressure transmitter EJA110E features single crystal silicon resonant sensor and is suitable to measure liquid, gas, or steam flow as well as liquid level, density and pressure. EJA110E outputs a 4 to 20 mA DC signal corresponding to the measured differential pressure. Its accurate and stable sensor can also measure the static pressure which can be shown on the integral indicator or remotely monitored via BRAIN or HART communications. Other key features include quick response, remote set-up using communications and self-diagnostics. FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS PA and 1 to 5 V DC with HART (Low Power) protocol types are also available. EJA-E series models in their standard configuration, with the exception of the Fieldbus, PROFIBUS and Low Power types, are certified as complying with SIL 2 for safety requirement.



### STANDARD SPECIFICATIONS

Refer to GS 01C31T02-01EN for Fieldbus communication type and GS 01C31T04-01EN for PROFIBUS PA communication type for the items marked with "∅."

#### SPAN AND RANGE LIMITS

Measurement Span/Range	kPa	inH <sub>2</sub> O (D1)	mbar (D3)	mmH <sub>2</sub> O (D4)	
F*	Span	0.5 to 5	2.0 to 20	5 to 50	50 to 500
	Range	-5 to 5	-20 to 20	-50 to 50	-500 to 500
L*	Span	0.5 to 10	2.0 to 40	5 to 100	50 to 1000
	Range	-10 to 10	-40 to 40	-100 to 100	-1000 to 1000
M	Span	1 to 100	4 to 400	10 to 1000	100 to 10000
	Range	-100 to 100	-400 to 400	-1000 to 1000	-10000 to 10000
H	Span	5 to 500	20 to 2000	50 to 5000	0.05 to 5 kgf/cm <sup>2</sup>
	Range	-500 to 500	-2000 to 2000	-5000 to 5000	-5 to 5 kgf/cm <sup>2</sup>
V	Span	0.14 to 14 MPa	20 to 2000 psi	1.4 to 140 bar	1.4 to 140 kgf/cm <sup>2</sup>
	Range	-0.5 to 14 MPa	-71 to 2000	-5 to 140 bar	-5 to 140 kgf/cm <sup>2</sup>

\*: F capsule is applicable for wetted parts material code S.

L capsule is applicable for wetted parts material code other than S.

#### PERFORMANCE SPECIFICATIONS

Zero-based calibrated span, linear output, wetted parts material code S and silicone oil, unless otherwise mentioned.

For Fieldbus and PROFIBUS PA communication types, use calibrated range instead of span in the following specifications.

#### Specification Conformance

EJA-E series ensures specification conformance to at least  $\pm 3\sigma$ .

#### Reference Accuracy of Calibrated Span

(includes terminal-based linearity, hysteresis, and repeatability)

Measurement span		F
Reference accuracy	X ≤ span	±0.055% of Span
	X > span	±(0.005+0.02 URL/span)% of Span
X		2 kPa (8 inH <sub>2</sub> O)
URL (upper range limit)		5 kPa (20 inH <sub>2</sub> O)

Measurement span		M
Reference accuracy	X ≤ span	±0.055% of Span
	X > span	±(0.005+0.0025 URL/span)% of Span
X		5 kPa (20 inH <sub>2</sub> O)
URL (upper range limit)		100 kPa (400 inH <sub>2</sub> O)

Measurement span		H
Reference accuracy	X ≤ span	±0.055% of Span
	X > span	±(0.005+0.01 URL/span)% of Span
X		100 kPa (400 inH <sub>2</sub> O)
URL (upper range limit)		500 kPa (2000 inH <sub>2</sub> O)

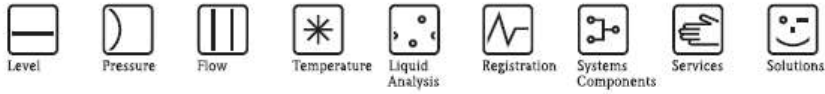
Measurement span		V
Reference accuracy	X ≤ span	±0.055% of Span
	X > span	±(0.005+0.005 URL/span)% of Span
X		1.4 MPa (200 psi)
URL (upper range limit)		14 MPa (2000 psi)

**YOKOGAWA** ◆

Yokogawa Electric Corporation  
2-9-32, Nakacho, Musashino-shi, Tokyo, 180-8750 Japan  
Tel.: 81-422-52-5690 Fax: 81-422-52-2018

GS 01C31B01-01EN  
©Copyright June 2012  
21st Edition Mar. 2020

## Transmisor de Temperatura



### Technical Information

## RTD TH13, TH14 and TH15

RTD assemblies in thermowells with spring loaded insert and enclosure for process industry



#### Areas of application

The TH13, TH14 and TH15 temperature sensors are RTD assemblies installed in Thermowells and designed for use in all types of process industries, including harsh environments, due to their rugged design. The sensor is made up of a measurement probe with an insulated RTD element, sheath and a thermowell made of bar-stock material.

Among other applications the sensors can be used in process industries such as:

- Chemicals
- Petrochemical
- Power plants
- Refineries
- Offshore platforms

#### Head Transmitters

Instead of directly wiring your temperature sensors to your control system, use transmitters to reduce wiring and maintenance costs while increasing measurement accuracy.

#### Field Transmitters

Temperature field transmitters with HART® or FOUNDATION Fieldbus™ protocol for highest reliability in harsh industrial environments. Blue backlit display with large measured value, bargraph and fault condition indication for ease of reading.

#### Your benefits

- High flexibility due to modular assembly with standard terminal heads and customized immersion length
- One Source shopping for temperature measurement solutions. World class transmitter with integrated sensor offering for heavy process industry applications.
  - Remove and Install straight out of the box!
- Improved Galvanic Isolation on most devices (2 kV)
- Simplified Model Structure: Competitively priced, offers great value. Easy to order and reorder. A single model number includes sensor and transmitter assembly for a complete point solution
- All iTEMP® transmitters provide long term stability  $\leq 0.05\%$  per year
- Fast response time with reduced/tapered tip form

TI00110R/24/en  
711 82879

Endress+Hauser   
People for Process Automation



# Transmisor de Vibración

## DIGITAL PROXIMITY SYSTEM (DPS)



Datasheet

### OVERVIEW

The Metrix Digital Proximity System (DPS) combines the performance of a fully API 670 compliant eddy-current proximity measurement system with the flexibility of digital configurability. For the first time in our industry, users can configure their transducer system in the field using a custom field-generated curve as well as factory pre-configured calibrations for a variety of probe tip diameters, manufacturers, extension cable lengths, target materials, and linear ranges. Refer to page two of this datasheet for additional details on device configurability.



The DPS consists of three elements: a Probe, Extension Cable, and Driver or Transmitter.

MX8030 & MX2030 PROBE SERIES	MX8031 & MX2031 EXTENSION CABLES	PROBE DRIVER OR TRANSMITTER
 <p>The MX8030 and MX2030 probe series consist of 5mm and 8mm tip diameter probes. The MX8030 comes standard with triaxial cable and VibeLock™5 connector. The MX2030 comes standard with a coaxial cable and rounded knurled connectors. Both probes offer a full 80 mil (2mm) range, and are designed to offer full API 670 compliance when used with a matching MX8031 or MX2031 extension cable and a MX2033 driver or a MX2034 transmitter.</p> <p>MX8030 and MX2030 probes are fully interchangeable with Bently Nevada (BN)®, 3300 and 3300XL 5mm/8mm probes.</p>	 <p>Available in a variety of lengths and with optional protective cable armor. The MX8031 extension cable comes standard with triaxial cable and VibeLock™5 connector. The MX2031 comes standard with a coaxial cable and rounded knurled connectors.</p> <p>The MX8031 and MX2031 Extension Cables are compatible with both Metrix MX8030 and MX2030 5mm/8mm probes and BN 3300 and 3300XL 5mm/8mm probes.</p>	<p>A driver or transmitter is available, depending on the required signal output format: the MX2033 3-Wire Driver and the MX2034 4-20 mA Transmitter. These models are fully compatible with a large variety of probes and cables from Metrix, BN, and other manufacturers including 5mm, 8mm and 11mm types.</p> <p><b>MX2033 3-Wire Probe Driver</b>  <b>Dynamic Voltage Output (mV/μm or mV/mil)</b>          MX2033 signal output is compatible with industry-standard continuous vibration monitoring systems and is in the format specified in API Standard 670. It uses -24Vdc excitation and provides the output signal in mV/μm, typically 7.87 mV/μm (200mV/mil).</p> <p><b>MX2034 4-20 mA Transmitter</b>  <b>Static Current Output (mA/μm or mA/mil)</b>          MX2034 signal output provides thrust, radial vibration, or shaft speed measurements directly to PLCs, DCSs, SCADA systems, or other instrumentation that accepts an ISA Standard 4-20 mA signal, without the use of a separate monitor system. The transmitter is a +24 Vdc current loop powered device. It is user-configurable to function as follows:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Radial vibration transmitter (4-20 mA signal is proportional to pk-pk vibration amplitude)</li> <li>2. Axial position transmitter (4-20 mA signal is proportional to average probe gap)</li> <li>3. Speed transmitter (4-20 mA signal is proportional to shaft speed)</li> </ol>



# PLC Yokogawa STARDOM

<<Contents>> <<Index>>

## General Specifications

### STARDOM Overview



GS 34P02A01-02E

#### ■ GENERAL

The STARDOM is the first system rolled out as a Yokogawa network-based control system (NCS). An NCS proposes an architecture designed for the e-business era. The increasingly common business practice of E-commerce provides an environment for swiftly responding to changes in market demand in many industries. However, these industries have now come to require a new system architecture for industrial control systems. An NCS meets these emerging new requirements and offers high flexibility to build a superior control system, i.e., a system befitting each user's purpose. The STARDOM is an NCS that embodies Yokogawa's expertise in the industrial automation market. Reliability, operability, flexibility, scalability, and other keys for implementing functionality in an industrial control system are all featured in the STARDOM. The STARDOM allows users to enjoy the merits of important information technologies such as, Web, Java, and security as part of the system. The use of a variety of these ITs allows an open system to be configured more flexibly to suit each user's intended application e-commerce, supply chain management without having knowledge of particular systems.

Besides, the STARDOM is a Commercial Off-The-Shelf (COTS) system, thus slashing the total costs of ownership. Also offered by the STARDOM is a new way of operation and monitoring using a VDS Viewer or FAST/TOOLS as the human interface. This means that whatever the operation and monitoring task, it can be performed anytime, anywhere with a thin client as a COTS platform.

Its control network can be any TCP/IP-based network such as an Ethernet, fiber distributed data interface, or wireless satellite communication network, and a variety of communication protocols in the control layer can be combined with the system.

Yokogawa SCADA solution consists of the following highly independent components:

- FCN (FCN-500 and FCN-RTU) autonomous controllers
- VDS Versatile Data Server Software
- Application Portfolios
- FAST/TOOLS supervisory data server

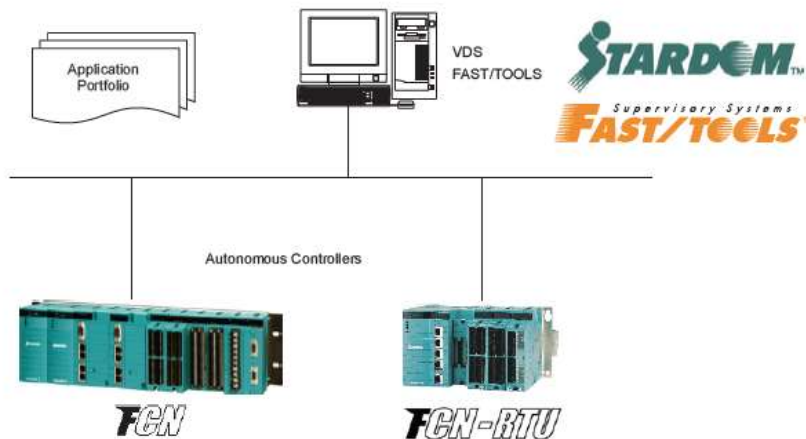


Figure The STARDOM Components

F01Ea1



# HMI OMRON

## Serie NB

### Especificaciones

#### HMI

Especificaciones	NB3Q		NB5Q		NB7W		NB10W
	TW00B	TW01B	TW00B	TW01B	TW00B	TW01B	TW01B
Tipo de display	LCD TFT de 3,5"		LCD TFT de 5,6"		LCD TFT de 7"		LCD TFT de 10,1"
Resolución del display (H x V)	320 x 240		320 x 234		800 x 480		800 x 480
Número de colores	65.536						
Backlight	LED						
Vida útil del backlight	Tiempo de operación de 50.000 horas a temperatura normal (25°C) <sup>*1</sup>						
Panel táctil	Membrana resistiva analógica, resolución de 1.024 x 1.024, duración: 1 millón de operaciones						
Dimensiones en mm (Al. x An. x Pr.)	103,8 x 129,8 x 52,8		142 x 184 x 46		148 x 202 x 46		210,8 x 268,8 x 54,0
Peso	310 g máx.	315 g máx.	620 g máx.	625 g máx.	710 g máx.	715 g máx.	1.545 g máx.

\*1 Este es el tiempo estimado cuando la intensidad luminosa se reduce en un 50% por LED, a temperatura y humedad ambiente. Es el valor de referencia.

### Funcionalidad

Especificaciones	NB3Q		NB5Q		NB7W		NB10W
	TW00B	TW01B	TW00B	TW01B	TW00B	TW01B	TW01B
Memoria interna	128 MB (incluyendo el área de sistema)						
Conexión de memoria	–	Memoria USB	–	Memoria USB	–	Memoria USB	Memoria USB
Serie (COM1)	RS-232C/422A/485 (no aislado), Distancia de transmisión: 15 m máx. (RS-232C), 500 m máx. (RS-422A/485), Conector: D-Sub 9 pines		RS-232C, Distancia de transmisión: 15 m máx., Conector: D-Sub 9 pines				
Serie (COM2)	–		RS-232C/422A/485 (no aislado), Distancia de transmisión: 15 m máx. (RS-232C), 500 m máx. (RS-422A/485), Conector: D-Sub 9 pines				
USB Maestro	Equivalente a USB 2.0 de alta velocidad, tipo A, potencia de salida de 5 V, 150 mA						
USB Esclavo	Equivalente a USB 2.0 de alta velocidad, tipo B, distancia de transmisión: 5 m						
Conexión a impresora	Compatibilidad con PictBridge						
Ethernet	–	10/100 base-T	–	10/100 base-T	–	10/100 base-T	10/100 base-T

### General

Especificaciones	NB3Q		NB5Q		NB7W		NB10W
	TW00B	TW01B	TW00B	TW01B	TW00B	TW01B	TW01B
Alimentación	de 20,4 a 27,6 Vc.c. (24 Vc.c. – 15 a 15%)						
Consumo	5 W	9 W	6 W	10 W	7 W	11 W	14 W
Vida útil de la batería	5 años (a 25°C)						
Grado de protección (parte frontal)	Panel de operaciones frontal: IP65 (resistencia al polvo y a las salpicaduras solo en la parte frontal del panel)						
Homologaciones	Directivas CE, KC, cUL508						
Entorno de servicio	Sin gases corrosivos.						
Inmunidad al ruido	Conformidad con la norma IEC61000-4-4, 2 KV (Cable de alimentación)						
Temperatura ambiente de funcionamiento	de 0 a 50°C						
Humedad ambiente de funcionamiento	del 10% al 90% FH (sin condensación)						

### Controladores soportados

Marca	Serie	Marca	Serie
OMRON	Omron serie C-Host Link	Schneider	Schneider Modicon Uni-TeWay
	Omron serie C/J/CS Host Link		Schneider Twido Modbus RTU
	Omron serie CP	Delta	Delta DVP
Mitsubishi	Mitsubishi Q-OnA (puerto Link)	LG (LS)	LS Master-K Cnet
	Mitsubishi FX-485ADP/485BD/422BD (estaciones múltiples)		LS Master-K CPU Direct
	Mitsubishi FX0N/1N/2N/3G		LS Master-K Modbus RTU
	Mitsubishi FX1S		LS XGT CPU Direct
	Mitsubishi FX2N-10GM/20GM		LSXGT Cnet
	Mitsubishi FX3U	GE Fanuc Automation <sup>*1</sup>	GE serie Fanuc SNP
	Mitsubishi serie Q (puerto UC)		GE SNP-X
	Mitsubishi Q00J (puerto CPU)		Modbus ASCII
Mitsubishi Q06H	Modbus RTU	Modbus RTU esdava	
Panasonic	Serie FP	Modbus RTU Extend	Modbus TCP
Siemens	Siemens S7-200		
	Siemens S7-300/400 (adaptador a PC directo)		
Allen-Bradley <sup>*1</sup> (Rockwell)	AB DF1		
	AB CompactLogix/ControlLogix		

\*1 AB y GE serán soportados en NB-Designer versión 1.20 o superior.

Nota: Encontrará información más detallada en el NB Series Host Connection Manual (N° cat V106).

OMRON