



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SENSORES DE PRESIÓN, NIVEL Y TEMPERATURA CON TECNOLOGÍA WIRELESSHART PARA LA COMPAÑÍA EUROINSTRUMENTS

AUTORES:

ANDRÉS ROBERTO DE LA CRUZ PEÑAFIEL

JOSEPH ANTONIO MENÉNDEZ CHAVEZ

DIRECTOR DEL PROYECTO:

ING. LUIS NEIRA

Guayaquil, Agosto del 2014

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Andrés Roberto De la Cruz Peñafiel portador de cédula de ciudadanía No.0921973384 y Joseph Antonio Menéndez Chávez portador de cédula de ciudadanía No.0921905550 estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana declaramos que la responsabilidad del contenido de esta tesis de grado, nos corresponde exclusivamente y es propiedad intelectual de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, Agosto del 2014.

Andrés Roberto De la Cruz Peñafiel

C.C. # 0921973384

Joseph Antonio Menéndez Chávez

C.C. # 0921905550

DEDICATORIAS

Este proyecto está dedicado de forma muy especial a mis padres y hermano por su apoyo incondicional y que siempre confiaron en mí. A mis abuelos y familiares por sus consejos del día a día, a mis amigos y todas aquellas personas que siempre me dieron ánimo.

Andrés Roberto De la Cruz Peñafiel

El tema de tesis desarrollado se lo dedico a mis padres, a mi hermano, a mi esposa y mi hija Isabella quienes durante mi desarrollo profesional fueron personas que me motivaron a seguir adelante y siempre me dieron su apoyo. A mis familiares y amigos que me brindaron consejos para ser mejor persona cada día.

Joseph Antonio Menéndez Chávez

AGRADECIMIENTOS

En primero lugar quiero agradecer a Dios, por estar siempre a mi lado y darme la fuerza y conocimientos necesarios para poder ser mejor persona, hijo y profesional todos los días de la vida.

Un agradecimiento inmenso a mi madre Tamara, por brindarme todo su amor, consejos, apoyo y estar siempre conmigo de manera desinteresada e incondicional. A mi padre Roberto por ser una persona muy importante en mi vida. A mi hermano Alexis que siempre me dijo que confiaba en mí y que siempre me dice que soy una persona de buen corazón.

Agradezco a mis abuelos, mis tíos, familiares, amigos y todas aquellas personas que siempre me dieron su confianza, apoyo y afecto en todo momento de mi vida.

Andrés Roberto De la Cruz Peñafiel

Agradezco a Dios, por darme salud y sabiduría, y por permitirme compartir este momento en compañía de mis padres Martha e Iván , mi esposa Carolina y mi hija Isabella y a mi hermano Carlos , quienes han sido mi motivación y mi punto de equilibrio y así seguir cosechando logros tanto en lo profesional como en lo personal.

Agradezco a mi compañero de tesis Andres De la Cruz, por ser un gran amigo y conservar una amistad de años, por su compromiso, responsabilidad, y dedicación para culminar este proyecto.

Joseph Antonio Menéndez Chávez

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Empresa Euroinstruments, por brindarnos el patrocinio para el desarrollo de nuestro tema de tesis. Por darnos la oportunidad de pertenecer a esta empresa, la cual no ha permitido desarrollarnos tanto en lo profesional como en lo laboral.

Agradecemos de manera particular al Ing. Luis Aníbal Ortiz Aldaz, por brindarnos su confianza, apoyo y su amistad.

Agradecemos a nuestro tutor de tesis Ing. Luis Neira, por el conocimiento otorgado en las aulas de clases y fuera de ellas. Por la directrices y motivación impartidas para el desarrollo de este tema de tesis.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2.- DELIMITACIÓN.....	18
1.3.- OBJETIVOS	19
1.3.1.- OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2.- OBJETIVO ESPECÍFICOS	19
1.4.- JUSTIFICACIÓN	19
1.5.- HIPÓTESIS.....	20
1.6.- VARIABLES E INDICADORES.....	20
1.7.- METODOLOGÍA	20
1.7.1.- MÉTODOS.....	20
1.7.2.- TÉCNICAS.....	21
1.7.3.- INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	22
1.8.- POBLACIÓN Y MUESTRA.....	22
1.9.- RESUMEN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	23
1.9.1.- BENEFICIARIOS	27
1.9.2.- IMPACTO	27

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN A LOS PRINCIPIOS DE MEDICIÓN DE PRESIÓN, TEMPERATURA Y NIVEL	28
2.1.- PROCESO.....	28
2.2.- CONTROL DE PROCESO	28
2.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	29
2.3.1.- ELEMENTOS PRIMARIOS.....	29
2.3.2.- TRANSMISORES.....	29

2.3.3.- INDICADORES LOCALES	30
2.4.-PRESIÓN	30
2.4.1.- PRESIÓN ABSOLUTA	30
2.4.2.- PRESIÓN ATMOSFÉRICA	31
2.4.3.- PRESIÓN RELATIVA	31
2.4.4.- PRESIÓN DIFERENCIAL	31
2.5.- INDICADORES DE PRESIÓN LOCAL	31
2.6.- TRANSMISORES DE PRESIÓN	32
2.6.1.- TRANSMISORES DE PRESIÓN RESISTIVOS	32
2.6.2.- TRANSMISORES DE PRESIÓN CAPACITIVOS	33
2.6.3.- TRANSMISORES DE PRESIÓN PIEZORESISTIVOS.....	34
2.6.4.- TRANSMISORES DE PRESIÓN PIEZOELÉCTRICOS	34
2.7.-TEMPERATURA	35
2.7.1.- ELEMENTOS PRIMARIOS DE TEMPERATURA.....	36
2.7.2.- TERMORESISTENCIAS	36
2.7.3.- TRANSMISORES DE TEMPERATURA O CONVERTIDORES	39
2.8.- NIVEL.....	40
2.8.1.- INTERRUPTOR DE NIVEL POR HORQUILLAS VIBRATORIAS.....	40
2.8.2.- TRANSMISORES DE NIVEL POR PRESIÓN HIDROSTÁTICA Y PRESIÓN DIFERENCIAL	41
2.8.3.- TRANSMISOR DE NIVEL TIPO CAPACITIVO.....	42
2.8.4.- TRANSMISOR DE NIVEL TIPO ULTRASÓNICO.....	43
2.8.5.- TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR DE LIBRE PROPAGACIÓN	44
2.8.6.- TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR POR ONDA GUIADA	45
2.9 CONTROLADORES DE TEMPERATURA	45

INTRODUCCIÓN A LOS DIFERENTES TIPOS DE BOMBAS	46
2.10.-CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS	47
2.11.- BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO.....	47
2.11.1.- BOMBAS RECIPROCANTES.....	47
2.12.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO	49
2.13.- BOMBAS DINÁMICAS	49
2.13.1.- BOMBAS PERIFÉRICAS	49
2.13.2.- BOMBAS ESPECIALES.....	50
2.13.3.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE BOMBAS DINÁMICAS	51
REDES INALÁMBRICAS WIRELESSHART	51
2.14.-PROTOCOLO HART	51
2.14.1.-HISTORIA	52
2.14.2.-FUNCIONAMIENTO	52
2.15.-COMUNICACIÓN INALÁMBRICA.....	53
2.16.-REDES WIRELESSHART.....	53
2.16.1.-ELEMENTOS DE UNA RED WIRELESSHART.....	54
2.16.2.-VENTAJAS DE USAR WIRELESSHART	55
2.16.3.-APLICACIONES	55
2.16.4 ADAPTADOR WIRELESSHART SWA70	56
2.16.4.1.-APLICACIÓN.....	57
2.16.4.2.-CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS.....	57
2.16.5.-RECEPTOR WIRELESSHART SWG70 (FIELDGATE).....	58
2.16.5.1.-APLICACIÓN.....	58
2.16.5.2.-CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS.....	59
2.16.6.- ESQUEMA DE UNA RED WIRELESSHART ENDRESS+HAUSER	59

CAPÍTULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.....	60
3.1. ESTRUCTURA.....	60
3.1.1.-DIMENSIONES DEL BANCO DE PRUEBA	60
3.1.2.- DIMENSIONES DE TANQUES.....	61
3.2.-EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN A UTILIZAR.....	62
3.3.-MONTAJE DE EQUIPOS	65
3.4.- CONEXIONADO ELÉCTRICO DE EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN	73
3.4.1.- CONEXIÓN DEL SENSOR DE NIVEL PUNTUAL	73
3.4.2.- CONEXIÓN DEL TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR GUIADO.....	74
3.4.3.- CONEXIÓN DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN HIDROSTÁTICO	74
3.4.4.- CONEXIÓN DEL TRANSMISOR DE TEMPERATURA.....	75
3.5.-CONEXIÓN DE INSTRUMENTOS CON ADAPTADORES WIRELESSHART.....	76
3.5.1.- CONEXIÓN ENTRE ADAPTADOR WIRELESSHART, TRANSMISOR DE NIVEL RADAR Y TRANSMISOR DE PRESIÓN HIDROSTÁTICO.....	76
3.5.2.- CONEXIÓN ENTRE ADAPTADOR WIRELESSHART Y TRANSMISOR DE TEMPERATURA.....	77
3.6.- CONEXIÓN DEL FIELDGATE WIRELESSHART.....	78
3.6.1.- CONEXIÓN ELÉCTRICA DEL FIELDGATE	78
3.6.2.- CONEXIÓN ETHERNET DEL FIELDGATE.....	79
3.7.- CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE HART SERVER.....	82
3.8.- CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE OPC SCADA VIEWER.	85
3.8.1.- INTRODUCCIÓN.....	85

3.8.2.- ADQUISICIÓN DE DATOS PARA VISUALIZAR EN OPC SCADA VIEWER	85
---	----

CAPÍTULO IV

PRÁCTICAS DIDÁCTICAS	89
4.1.- DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS DIDÁCTICAS	89
PRESUPUESTO	115
CONCLUSIONES.....	116
REFERENCIAS	118

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

FIG 1. 1 DIAGRAMA DE BLOQUES ESTRUCTURAL DEL SISTEMA.....	23
FIG 1. 2 DIAGRAMA DEL SISTEMA	26

CAPÍTULO II

FIG 2. 1 CONTROL DE PROCESO DE FORMA NANUAL.....	29
FIG 2. 2 INDICADOR DE PRESIÓN DE TUBO DE BOURDÓN	32
FIG 2. 3 TRANSMISOR DE PRESIÓN RESISTIVOS	33
FIG 2. 4 TRANSMISOR DE PRESIÓN CAPACITIVOS	34
FIG 2. 5 TRANSMISOR DE PRESIÓN PIEZOELÉCTRICOS.....	35
FIG 2. 6 CONEXIÓN A 2 HILOS.....	38
FIG 2. 7 CONEXIÓN A 3 HILOS.....	38
FIG 2. 8 CONEXIÓN A 4 HILOS.....	39
FIG 2. 9 TIPOS DE TRANSMISORES DE TEMPERATURA.....	39
FIG 2. 10 INTERRUPTORES DE NIVEL POR HORQUILLAS VIBRATORIAS	41
FIG 2. 11 TRANSMISORES DE NIVEL POR PRESIÓN HIDROSTÁTICA Y PRESIÓN DIFERENCIAL.....	42
FIG 2. 12 TRANSMISORES DE NIVEL CAPACITIVO	43
FIG 2. 13 TRANSMISORES DE NIVEL ULTRASÓNICO	44
FIG 2. 14 TRANSMISORES DE NIVEL TIPO RADAR.....	44
FIG 2. 15 TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR ONDA GUIADA	45
FIG 2. 16 CONTROLADOR DE TEMPERATURA	46
FIG 2. 17 TIPOS DE BOMBAS	47
FIG 2. 18 BOMBA RECIPROCANTE	48
FIG 2. 19 VENTAJAS Y DESVENTAJAS BOMBAS DESPLAZAMIENTO POSITIVO	49
FIG 2. 20 BOMBA PERIFÉRICA.....	50
FIG 2. 21 BOMBA DOSIFICADORA ELECTROMAGNÉTICA.....	51
FIG 2. 22 ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA RED INALÁMBRICA.	53

FIG 2. 23 ARQUITECTURA DE UNA APLICACIÓN INDUSTRIAL QUE UTILIZA WIRELESSHART.....	54
FIG 2. 24 ATRIBUTOS DE UNA RED WIRELESSHART	55
FIG 2. 25 ADAPTADOR SWA70 WIRELESSHART	56
FIG 2. 26 FIELDGATE SWG70 WIRELESSHART	58
FIG 2. 27 RED WIRELESSHART ENDRESS+HAUSER.....	59

CAPÍTULO III

FIG 3. 1 TANQUES BANCO DE PRUEBA	62
FIG 3. 2 TRANSMISOR DE NIVEL RADAR ONDA GUIADA.....	62
FIG 3. 3 TRANSMISOR DE PRESIÓN HIDROSTÁTICO.....	63
FIG 3. 4 SWITCH DE NIVEL PUNTUAL.....	63
FIG 3. 5 TRANSMISOR DE TEMPERATURA.....	64
FIG 3. 6 TRANSMISOR WIRELESSHART	64
FIG 3. 7 RECEPTOR WIRELESSHART	65
FIG 3. 8 UBICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.....	65
FIG 3. 9 UBICACIÓN DE TANQUE CALENTAMIENTO DE AGUA	66
FIG 3. 10 UBICACIÓN DE BOMBA EN BANCO DE PRUEBA.....	66
FIG 3. 11 UBICACIÓN DE TUBERÍA EN BANCO DE PRUEBA.....	67
FIG 3. 12 UBICACIÓN DE TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.....	67
FIG 3. 13 UBICACIÓN DE TRANSMISOR DE PRESIÓN EN TANQUE DE CALENTAMIENTO DE AGUA	68
FIG 3. 14 UBICACIÓN DE SENSOR DE TEMPERATURA I EN TANQUE DE CALENTAMIENTO DE AGUA.....	68
FIG 3. 15 UBICACIÓN DE SENSOR DE TEMPERATURA II EN TANQUE DE CALENTAMIENTO DE AGUA.....	69
FIG 3. 16 UBICACIÓN DE SWITCH DE NIVEL TIPO VIBRATORIO EN TANQUE I.....	69
FIG 3. 17 UBICACIÓN DE SWITCH DE NIVEL TIPO VIBRATORIO EN TANQUE DE CALENTAMIENTO DE AGUA.....	70
FIG 3. 18 UBICACIÓN DE RESISTENCIA EN TANQUE DE CALENTAMIENTO DE AGUA.....	70

FIG 3. 19 UBICACIÓN DE LOS ADAPTADORES WIRELESSHART EN BANCO DE PRUEBA.	71
FIG 3. 20 UBICACIÓN DE LOS FIELDGATE WIRELESSHART EN BANCO DE PRUEBA.....	72
FIG 3. 21 VISTA FRONTAL DEL BANCO DE PRUEBA	72
FIG 3. 22 CONEXIONADO ELÉCTRICO SWITCH DE NIVEL	73
FIG 3. 23 CONEXIONADO ELÉCTRICO RADAR ONDA GUIADA	74
FIG 3. 24 CONEXIONADO ELÉCTRICO TRANSMISOR DE PRESIÓN	75
FIG 3. 25 CONEXIONADO ELÉCTRICO TRANSMISOR DE TEMPERATURA	76
FIG 3. 26 CONEXIONADO ELÉCTRICO ENTRE ADAPTADOR Y EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN	77
FIG 3. 27 CONEXIONADO ELÉCTRICO ENTRE ADAPTADOR Y EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN	78
FIG 3. 28 CONEXIONADO ELÉCTRICO FIELDGATE SWG70.....	79
FIG 3. 29 FIELDGATE SWG70 ENCENDIDO	79
FIG 3. 30 CONEXIÓN ETHERNET SWG70.....	80
FIG 3. 31 CONEXIÓN ETHERNET SWG70.....	80
FIG 3. 32 DIAGRAMA ETHERNET SWG70.....	81
FIG 3. 33 IMAGEN DEL PROGRAMACIÓN MEDIANTE WEB SERVER.....	81
FIG 3. 34 IMAGEN HART SERVER	82
FIG 3. 35 RED HART SERVER	82
FIG 3. 36 RED HART SERVER 2	83
FIG 3. 37 RED HART SERVER 3	83
FIG 3. 38 RED HART SERVER 4	84
FIG 3. 39 LECTURA DE VALOR POR HART SERVER (NIVEL).....	84
FIG 3. 40 PANTALLA INICIAL OPC SCADA VIEWER	85
FIG 3. 41 NUEVA TAG OPC SCADA VIEWER	86
FIG 3. 42 BLOQUE DE DATOS OPC SCADA VIEWER	86
FIG 3. 43 CONEXIÓN OPC HART SERVER	87
FIG 3. 44 SELECCIÓN DE VARIABLE EN OPC SCADA VIEWER.....	87
FIG 3. 45 VISUALIZACIÓN DE VALORES EN OPC SCADA WIEVER	88

CAPÍTULO IV

FIG 4. 1 VISUALIZACIÓN DE VALORES EN OPC SCADA WIEVER	91
FIG 4. 2 VISUALIZACIÓN DE VALORES EN OPC SCADA WIEVER	93
FIG 4. 3 VISUALIZACIÓN DE VALORES EN OPC SCADA WIEVER	95
FIG 4. 4 CONFIGURACIÓN FIELDGATE	96
FIG 4. 5 CONFIGURACIÓN RED FIELDGATE	97
FIG 4. 6 VISUALIZACIÓN EL WEB SERVER	98
FIG 4. 7 CONFIGURACIÓN ADAPTADOR.....	101
FIG 4. 8 VISUALIZACIÓN WEB SERVER.....	101
FIG 4. 9 ADAPTADOR SWA70.....	102
FIG 4. 10 SOFTWARE READWIN 2000.....	106
FIG 4. 11 SOFTWARE READWIN	106
FIG 4. 12 CONEXIÓN ELÉCTRICA RADAR GUIADO.....	107
FIG 4. 13 SOFTWARE FIELD CARE.....	108
FIG 4. 14 CONFIGURACIÓN HART	108
FIG 4. 15 CONFIGURACIÓN HART RADAR GUIADO	109
FIG 4. 16 CONFIGURACIÓN HART TRANSMISOR DE PRESIÓN	110
FIG 4. 17 CONFIGURACIÓN FIELDGATE	110
FIG 4. 18 CONFIGURACIÓN DE RED FIELDGATE.....	111
FIG 4. 19 VISUALIZACIÓN FIELDGATE	112
FIG 4. 20 CONFIGURACIÓN ADAPTADOR SWA70.....	113
FIG 4. 21 WEB SERVER ADAPTADOR SWA70	113
FIG 4. 22 IMAGEN OPC SCADA	114

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

TAB 2. 1 CONDUCTORES DE TERMORESISTENCIAS	38
---	----

CAPÍTULO IV

TAB 4. 1 VALORES DE RTD	90
TAB 4. 2 RANGO DE TEMPERATURA.....	91
TAB 4. 3 VALORES DE CORRIENTE	91
TAB 4. 4 RANGO DE NIVEL	92
TAB 4. 5 VALORES DE CORRIENTE	93
TAB 4. 6 RANGO DE PRESIÓN	94
TAB 4. 7 VALORES DE CORRIENTE	95
TAB 4. 8 PRESUPUESTOS DEL PROYECTO	115

ABSTRACT

AÑO	ALUMNO/S	DIRECTOR DE TESIS	TEMA TESIS
2014	<ul style="list-style-type: none">• ANDRES ROBERTO DE LA CRUZ PEÑAFIEL• JOSEPH ANTONIO MENENDEZ CHAVEZ	ING. LUIS ANTONIO NEIRA CLEMENTE	“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SENSORES DE PRESIÓN, NIVEL Y TEMPERATURA CON TECNOLOGÍA WIRELESSHART PARA LA COMPAÑÍA EUROINSTRUMENTS ”

En el siguiente proyecto de tesis se diseñó un banco de pruebas para la empresa EUROINSTRUMENTS, con un principio de medición determinado para las variables de proceso (Presión, Nivel y Temperatura) con comunicación inalámbrica. Con este banco de prueba podemos interactuar con distintas sustancias líquidas, con lo cual el cliente podrá observar el comportamiento de los instrumentos de medición y observar la fiabilidad de la lectura.

Esta información será enviada por medio de los adaptadores inalámbricos hasta el receptor y mediante de un OPC SERVER lo enlazaremos a un software de visualización. El sistema WIRELESSHART consta de un Fieldgate y de dos adaptadores para enlazar los instrumentos de medición dentro del banco de prueba. Esta topología de comunicación es tipo maya. Con este sistema se comprobó la adquisición y transmisión de datos inalámbricamente para un monitoreo de variables de medición de un proceso industrial.

Por la baja velocidad de transmisión, este sistema es utilizado únicamente para monitoreo de variables de procesos.

PALABRAS CLAVES

Diseño, Banco de prueba, Medición, Nivel, Presión, Temperatura, Monitoreo, WIRELESSHART, Transmisión Inalámbrica, Topología, Tipo Maya, Adquisición de Datos, OPC SERVER.

ABSTRACT

AÑO	ALUMNO/S	DIRECTOR DE TESIS	TEMA TESIS
2014	<ul style="list-style-type: none">• ANDRES ROBERTO DE LA CRUZ PEÑAFIEL• JOSEPH ANTONIO MENENDEZ CHAVEZ	ING. LUIS ANTONIO NEIRA CLEMENTE	“DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A PRESSURE, LEVEL AND TEMPERATURE SENSORS TESTING BENCH WITH WIRELESSHART TECHNOLOGY FOR EUROINSTRUMENTS COMPANY”

The following project a test for the company EUROINSTRUMENTS was designed with a certain principle of measuring process variables (pressure, level and temperature) with wireless communication. With this test bed we can interact with other liquid substances, which the customer can observe the behavior of measuring instruments and observe the reliability of reading.

This information will be sent via wireless adapters to the receiver via an OPC SERVER I'll link to a visualization software. The system consists of a WirelessHART Fieldgate and two adapters to link the measuring instruments within the test bench. This communication topology is maya type. With this system the acquisition and transmission of data wirelessly monitoring variables for measurement of an industrial process is checked.

Due to the low transmission rate, this system is only used for monitoring process variables.

KEYWORDS

Design, Test Bench, Measuring, Level, Pressure, Temperature, WIRELESSHART monitoring, wireless transmitting, Maya Type, Topology, Data acquisition, OPC SERVER.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la empresa EUROINSTRUMENTS, tiene en sus instalaciones equipos de instrumentación para medición y transmisión de datos. Estos equipos son mostrados a sus clientes de manera informal con demos didácticos.

Los clientes solicitan a la empresa, pruebas del funcionamiento práctico de medición y transmisión de datos inalámbricos de los instrumentos.

Por este motivo la empresa, desea implementar un sistema de medición y monitoreo de estos instrumentos en un proceso esencial y cotidiano dentro de las industrias.

1.2.- DELIMITACIÓN

DELIMITACIÓN TÉCNICA.- El banco de prueba para monitoreo inalámbrico de las variables de proceso (Presión, Nivel y Temperatura) están definidas con un determinado principio de medición, el cual se da a conocer a continuación:

Nivel: Transmisor de Nivel Tipo radar de Onda Guiada.

Temperatura: Sensor de temperatura resistivo tipo Pt100.

Presión: Transmisor de Presión Tipo Piezoresistivo.

Interfaz: Interfaz HART de programación E+H, modelo FXA195.

Adaptadores Inalámbricos: Adaptadores Wirelesshart SWA70.

Receptor Inalámbricos: Fieldgate Wirelesshart SWG70.

Software de Visualización: OPC SCADA VIEWER.

DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA.- El banco de prueba para la empresa EUROINSTRUMENTS, se encuentra ubicado en la ciudad de Guayaquil, en la Cdla. Kennedy Norte Mz.705 Sl.2 (Av. Miguel Campodónico y Assaf Bucaram) Edificio INSETEC, Segundo Piso.

1.3.- OBJETIVOS

1.3.1.- OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un banco de pruebas para la empresa EUROINSTRUMENTS, con un principio de medición determinado para las variables de proceso (Presión, Nivel y Temperatura) con comunicación inalámbrica wirelesshart.

1.3.2.- OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Diseñar y construir de un banco de prueba de medición de variables de proceso industriales (Presión, Nivel y Temperatura).
- Configurar equipos para trabajar en bus de comunicación hart.
- Realizar enlaces de comunicación entre los adaptadores y el receptor (FIELDGATE).
- Mostrar los datos obtenidos de las variables de proceso (PRESIÓN, NIVEL Y TEMPERATURA), mediante un Sistema de Visualización.
- Desarrollar prácticas didácticas, en las cuales demuestren el funcionamiento de los equipos de instrumentación y su comunicación inalámbrica.

1.4.- JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador existen empresas, las cuales por dificultad de cableado y acceso donde se encuentra ubicado el instrumento en la industria, no realizan un respectivo monitoreo de las variables de medición (presión, nivel, temperatura) y por lo tanto no tienen un historial o registro del comportamiento de su proceso.

Se justifica la elaboración del presente proyecto de tesis, con el fin de indicar y demostrar al cliente la ventaja de utilizar la tecnología inalámbrica (Wirelesshart) por su facilidad de instalación en lugares de difícil acceso de las variables de proceso (Presión, Nivel, Temperatura) .Se utiliza equipos de un determinado principio de medición para adquirir lecturas de las variables antes indicadas, con el fin de observar el comportamiento del instrumento de acuerdo al proceso en el cual estará funcionando.

Wirelesshart es una tecnología inalámbrica libre de licencia en todo el mundo y desarrollado específicamente para redes inalámbricas de procesos industriales.

A su vez con este banco de prueba, queremos enfocar la parte industrial que se relaciona con los equipos de instrumentación y en el área de comunicación con la transmisión inalámbrica de datos adquiridos mediante los equipos del proceso.

1.5.- HIPÓTESIS

Las comunicaciones inalámbricas en la actualidad son aplicables para distintas aéreas, con este proyecto se demostrará la utilización de esta tecnología en el campo industrial, donde se tendrá como equipos de recolección de datos a los instrumentos de medición, acompañados de la transmisión inalámbrica, obteniendo un monitoreo de procesos a un menor costo e inclusive llegar a lugares lejanos o de difícil acceso.

Con esto se aumentara el interés a los clientes de la empresa Euroinstruments Cia. Ltda. a la utilización de la tecnología Wirelesshart dentro de las industrias.

En el campo estudiantil se fomentará el desarrollo de pruebas de comunicaciones inalámbricas y monitoreo de proceso.

1.6.- VARIABLES E INDICADORES

- Variable Dependiente.- Desde la Propuesta

Las variables de nuestro sistema en este proyecto son los valores de Nivel, Presión y Temperatura, que nos permitirá monitorear los valores de proceso por medio de los instrumentos de medición de campo. El indicador seria la visualización de los valores las variables de medición obtenidas a través de la red inalámbrica Wirelesshart instalada.

- Variable Independiente.- Desde el problema

El fortalecimiento de la ventaja de la comunicación inalámbrica wirelesshart a nuestros clientes de la industria petroleras, por motivo de aplicaciones de difícil acceso y monitoreo de las variables de medición.

1.7.- METODOLOGÍA

1.7.1.- MÉTODOS

Dentro de los métodos aplicados en nuestro tema de tesis están los siguientes:

Método Experimental

Se desarrolló el método experimental para realizar pruebas preliminares de comunicación inalámbrica wirelesshart entre un transmisor, receptor y un instrumento de medición. Estas pruebas fueron desarrolladas con el fin de comprobar el enlace de comunicación. Las pruebas fueron realizadas en una industria de bebidas y alimentos con la autorización del cliente.

Método Deductivo

Al realizar las pruebas de campo y recolección de datos, se deducen conceptos teóricos generales a partir de los conocimientos adquiridos en la parte estudiantil y afirmado conocimientos en la parte laboral.

Debido a esto se pudo sacar las conclusiones sobre los resultados de las prácticas desarrollado en nuestro banco de pruebas.

1.7.2.- TÉCNICAS

Las técnicas desarrolladas en nuestro proyecto fueron las siguientes:

Técnica Documental

Se utilizó esta técnica documental para la recolección de toda la información correspondiente al marco teórico de los equipos de instrumentación, de comunicación inalámbrica wirelesshart y de sistema de procesos.

Esta técnica nos permitió sustentar la parte teórica con la práctica de nuestro proyecto, en el campo de instrumentación, sensores y transductores, comunicaciones y adquisición de datos.

Técnica de Campo

La técnica de campo se utilizó en las pruebas previas de comunicación y cuando la propuesta del proyecto estuvo finalizada, realizando varias pruebas de enlace y levantamiento de la red entre los instrumentos de medición y el sistema de adquisición de datos.

1.7.3.- INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

En el proyecto se utilizó varios elementos de recolección de datos y necesarios para la realización de las prácticas.

Los instrumentos necesarios para la recolección de datos de procesos fueron:

- Transmisor de Nivel Tipo Radar Onda Guiada
- Transmisor de Presión Hidrostático
- Transmisor de Temperatura
- Sensores de Nivel Puntual
- Software Opc Hart Server
- Software Fieldcare
- Opc Scada Viewer
- Transmisor Wirelesshart (Adaptador)
- Receptor Wirelesshart (Fieldgate)
- Computador

1.8.- POBLACIÓN Y MUESTRA

Este proyecto va ser de gran utilidad para la empresa Euroinstruments Cia. Ltda. Y a sus clientes específicamente que se les provee de soluciones e instrumentación, para que así puedan observar y comprobar físicamente el funcionamiento de los equipos, la parte de comunicación inalámbrica wirelesshart y sus diferentes aplicaciones de procesos dentro del sector industrial.

1.9.- RESUMEN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

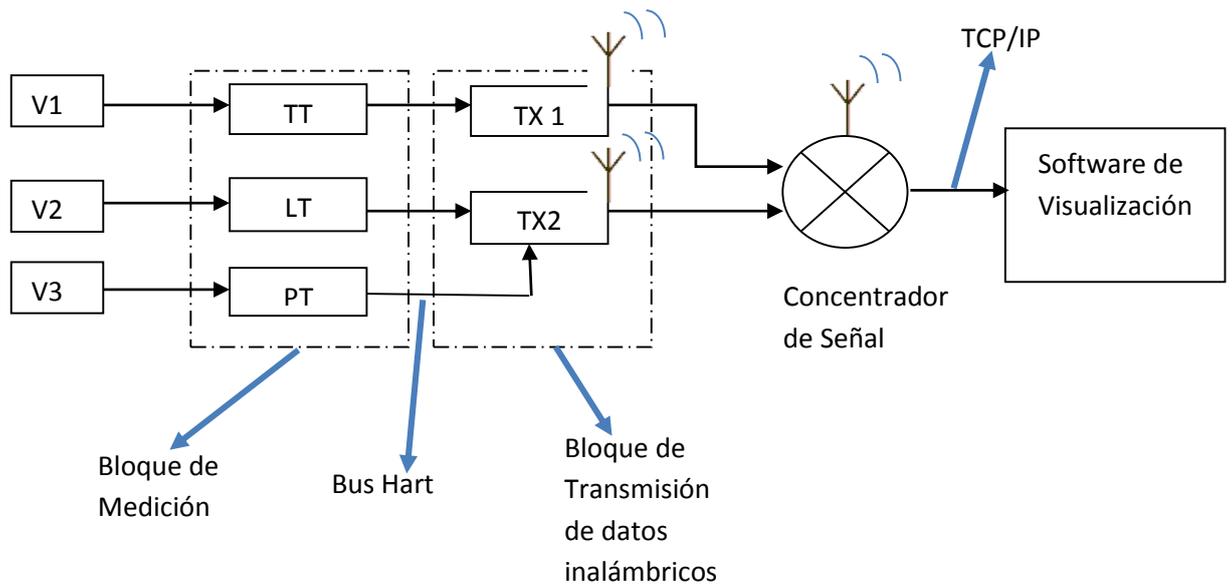


FIG 1. 1 DIAGRAMA DE BLOQUES ESTRUCTURAL DEL SISTEMA

Fuente: Los Autores

NOMENCLATURA

V1: Variable de Presión

V2: Variable de Nivel

V3: Variable de Temperatura

LT: Transmisor de Nivel

TT: Transmisor de Temperatura

PT: Transmisor de Presión

TX1: Transmisor Wirelesshart 1

TX2: Transmisor Wirelesshart 2

Este banco se compone de 4 partes:

Bloque de Medición:

Se utilizó un sistema de recirculación de agua, el cual consta de los siguientes pasos:

Un depósito de agua, el cual va a tener un transmisor de nivel tipo radar guiado, para medir constantemente el nivel del tanque. Se utilizó este principio de medición de nivel, debido a la onda que emite es de tipo electromagnética y se propaga en el espacio y puede ser utilizada en diferentes aplicaciones sin tener atenuación en su señal.

Luego mediante una bomba, se envía agua a otro tanque más pequeño, el cual contiene un sistema de calentamiento de agua, mediante una resistencia calorífica tubular. En este tanque se ubicó un sensor de temperatura, para medir la temperatura del fluido y a su vez se tendrá un sensor de presión para manejar el nivel de agua del tanque. El tanque donde se calentará el agua, tiene dos sensores de nivel puntual, uno para nivel alto por seguridad de rebose y a la vez un sensor de nivel puntual bajo para evitar que la resistencia calorífica tubular se quede sin agua. El sensor de temperatura que se está utilizando en este sistema, es tipo resistivo PT100, debido a su rango de medición y estabilidad que tiene este instrumento a diferencia de la termocupla.

En el tanque de calentamiento de agua, se fija un set point para verificar el cambio de los valores de temperatura, esto se lo realizo mediante un controlador de temperatura.

Este control de temperatura, que se realiza en el tanque de calentamiento de agua es ON/OFF.

El sistema cuenta con una electroválvula, para abrir y cerrar el paso de agua de un tanque al otro.

Adicionalmente el tanque de calentamiento de agua, tiene un transmisor de presión hidrostático para verificar el nivel del fluido.

Bloque de Transmisión Inalámbrica:

El transmisor de temperatura tiene un adaptador Wirelesshart SWA70, este recibe la señal de 4-20mA de la salida del instrumento y la transmite vía inalámbrica utilizando la banda de 2.4 Ghz.

El transmisor de nivel y transmisor de presión, tiene un adaptador Wirelesshart SWA70, este recibe la señal HART de la salida de los instrumentos y la transmite vía inalámbrica utilizando la banda de 2.4 Ghz.

Wirelesshart es un standard de HART Communication Foundation, utilizado en automatización de procesos. Dentro del adaptador consta de una batería que proporciona la energía para realizar la transmisión, esta trabaja en topología malla.

La distancia que debe tener entre cada adaptador, debe ser de 250 metros en exterior y 50metros en interior, contando con línea de vista.

Bloque concentrador de Señal

Para este bloque se tiene un receptor de señal inalámbrica Fieldgate SWG70, este capta la señal transmitida de cada adaptador, la procesa y la entrega por medio de TCP/IP, el cual se integra para su visualización por medio del software Hart server.

Software de visualización:

Se necesita un software de visualización, para nuestro caso vamos a utilizar OPC SCADA VIEWER que tenga la opción de utilizar el OPC SERVER, el cual va ser encargado de adquirir los datos del HART SERVER y poder mostrar en la pantalla.

Se debe direccionar cada variable de medición a un bloque de visualización del sistema, para poder visualizar los valores adquiridos de las variables de procesos (Nivel, Presión y Temperatura).

Diagrama:

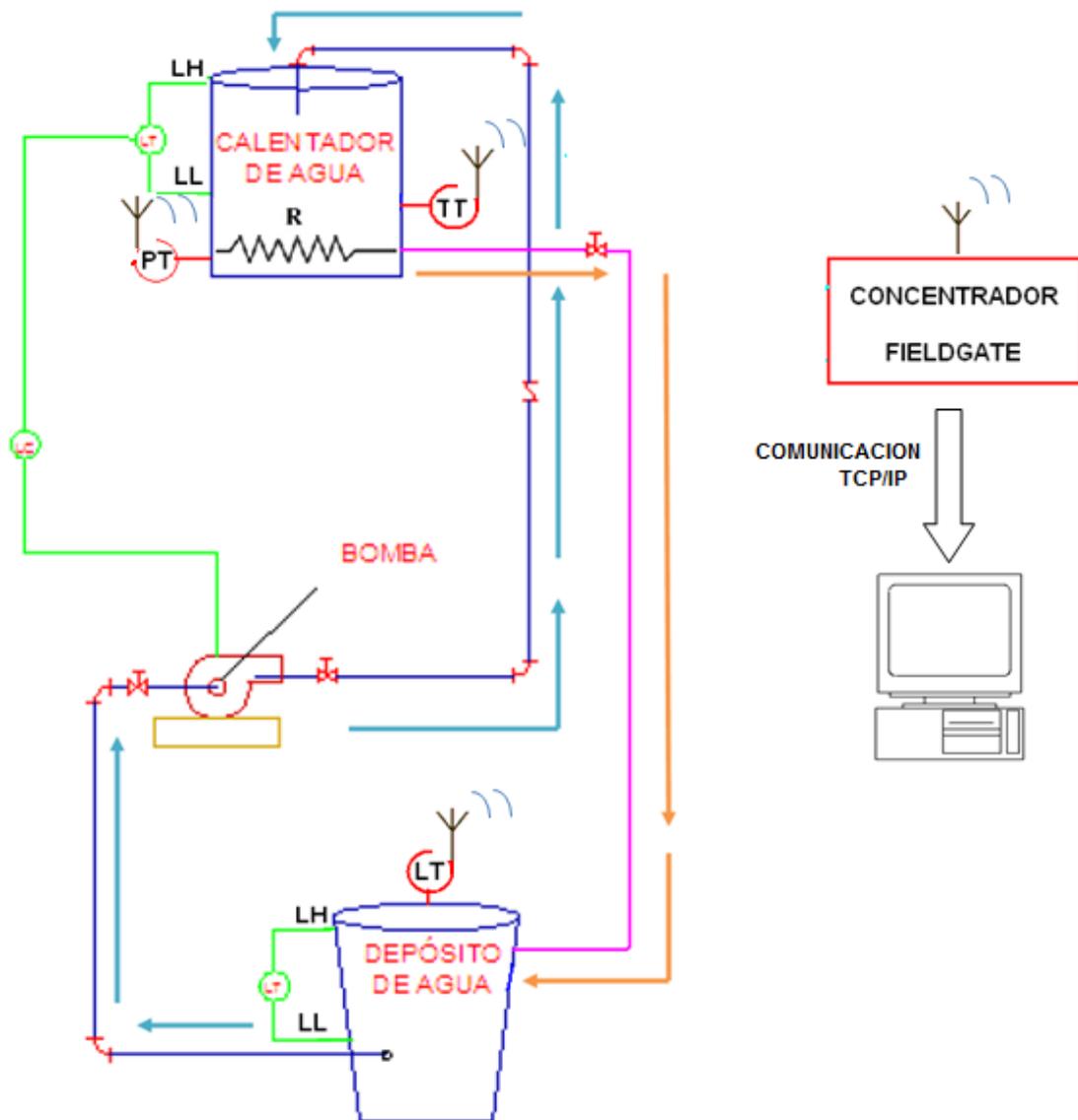


FIG 1. 2 DIAGRAMA DEL SISTEMA

Fuente: Los Autores

NOMENCLATURA

LT: Transmisor de Nivel Tipo Radar Onda Guiado

TT: Transmisor de Temperatura Resistivo Pt100

PT: Transmisor de Presión Hidrostático

LH: Nivel Alto

LL: Nivel Bajo

R: Resistencia para calentamiento de Agua

Los switches de nivel del tanque de calentamiento de agua, realizan el siguiente control sobre la bomba. Cuando esta lleno el tanque de calentamiento de agua y el Switch de nivel alto actúa, hace apagar la bomba de tal manera que evitamos un rebose.

El switch de nivel bajo del tanque de calentamiento de agua, está por seguridad de la resistencia tubular, debido a que esta resistencia no puede trabajar sin agua. Una vez que la resistencia trabaja sin ser sumergida en agua se quema sus filamentos.

La electroválvula del sistema, es de operación manual para realizar la descarga de agua del tanque de calentamiento al tanque principal. Pero esta electroválvula cuando actúa el switch bajo se cierra por la seguridad que mencionamos.

1.9.1.- BENEFICIARIOS

El beneficiario de este proyecto de tesis, es la empresa EUROINSTRUMENTS CIA. LTDA., por motivo de las pruebas que pueden realizar en el Taller de Servicio, así como mostrar en la fábrica a los clientes el funcionamiento de adquisición de datos y transmisión inalámbrica.

1.9.2.- IMPACTO

Motivación de los clientes de la Empresa Euroinstruments Cia. Ltda. Para utilizar tecnologías de instrumentación de medición de campo y comunicación Inalámbricas Wirelesshart dentro del campo Industrial.

En la parte Estudiantil se motiva al estudiante a expandir su campo de visualización al tener herramientas con las cuales puede dar soluciones ya experimentadas y probadas en el diseño de soluciones de problemas que le pueden suceder en su desarrollo profesional.

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN A LOS PRINCIPIOS DE MEDICIÓN DE PRESIÓN, TEMPERATURA Y NIVEL

En este capítulo vamos a indicar los principios de medición más utilizados en el sector industrial, en lo que se refiere a presión, temperatura y nivel.

Antes de ingresar a los principios de medición, primero debemos saber unos términos que son muy importantes en el ámbito industrial, estos términos son los siguientes:

2.1.- PROCESO

El término proceso utilizado en “control de procesos” o “procesos industriales”, se refiere a cambiar o refinar materias primas para lograr un producto final.

La materia prima, que puede o no cambiar de estado físico durante el proceso, es transferida, medida, mezclada, calentada, enfriada, filtrada, almacenada o manipulada de alguna manera para producir el producto final.[1]

2.2.- CONTROL DE PROCESO

El controlar un proceso, se refiere a como se controlan variables inherentes al mismo para:

- Reducir la variabilidad del producto final
- Incrementar la eficiencia
- Reducir impacto ambiental
- Mantener el proceso dentro de los límites de seguridad que corresponda



FIG 2. 1 CONTROL DE PROCESO DE FORMA NANUAL

Fuente: “*Instrumentación Y Control De Procesos*” por J. C. Maraña, 2006

2.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

2.3.1.- ELEMENTOS PRIMARIOS

Son aquellos instrumentos que están en contacto con el fluido o variable, utilizando o absorbiendo energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variación de la variable controlada. Los ejemplos más típicos son las placas orificio y los elementos de temperatura (termopares o termoresistencias). Cabe indicar que a los instrumentos compactos como manómetros, termómetros, transmisores de presión, etcétera, ya se supone que el elemento primario está incluido dentro del propio instrumento. [2]

2.3.2.- TRANSMISORES

Son aquellos instrumentos que captan la variable de proceso, generalmente pueden ser a través de un elemento primario, y la transmiten a distancia en forma de señal neumática (3-15 psi), electrónica (4-20mA), pulsos protocolizados (Hart) o bus de campo (Fieldbus Foundation, Profibus, etc.). Estos instrumentos dan una señal continua de la variable de proceso.

Dentro de los transmisores los hay ciegos (sin indicador local) y con indicador local incorporado. [2]

2.3.3.- INDICADORES LOCALES

Son aquellos que captan la variable de proceso y la muestran en una escala visible localmente. Los indicadores locales más utilizados son los manómetros (presión), termómetros (temperatura), rotámetros (caudal), etc. Normalmente estos instrumentos no llevan electrónica asociada, aunque también se consideran indicadores locales a los indicadores electrónicos conectados a los transmisores. Estos últimos pueden ser analógicos o digitales. [2]

2.4.-PRESIÓN

Dentro del ámbito de los procesos industriales, una de las variables más medidas es la presión.

La presión es una fuerza aplicada por unidad de superficie y puede expresarse en unidades tales como pascal, bar, psi (libras por pulgada cuadrada) y en otras unidades.

Las medidas de presión más utilizadas en los procesos industriales son:

- PRESIÓN ABSOLUTA
- PRESIÓN MANÓMETRICA O RELATIVA
- PRESIÓN DIFERENCIAL
- PRESIÓN ATMOSFÉRICA

2.4.1.- PRESIÓN ABSOLUTA

Los diferentes tipos de presión se diferencian entre sí solamente por su punto de referencia a presión cero. La falta de presión (vacío total) en un espacio cualquiera del universo se conoce como cero absoluto. [3]

Si una presión está referida al cero absoluto se conoce como presión absoluta. Para distinguirlas de otros tipos de presión se caracteriza por el sufijo o subíndice abs. Otra forma de conocer la presión absoluta es sumando la presión atmosférica a la presión relativa que indica cualquier manómetro. [3]

2.4.2.- PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Se la conoce como la presión necesaria para la vida en la Tierra, es el valor de presión que ejerce el aire en cualquier punto de la superficie terrestre.

2.4.3.- PRESIÓN RELATIVA

Se la conoce como la diferencia de presión que existe entre la presión absoluta y la presión atmosférica.

La presión relativa puede ser positiva o negativa.

La presión relativa es positiva cuando la presión absoluta es mayor a la presión atmosférica.

La presión relativa es negativa cuando la presión absoluta es menor a la presión atmosférica.

2.4.4.- PRESIÓN DIFERENCIAL

La diferencia de presión entre 2 puntos tomados desde la misma referencia de medida, se la conoce como presión diferencial.

2.5.- INDICADORES DE PRESIÓN LOCAL

Los indicadores de presión o manómetros más utilizados son los basados en el tubo “bourdon”. El tubo bourdon es un tubo de sección elíptica que forma un anillo casi completo, cerrado por un extremo. Al aumentar la presión en el interior del tubo, este tiende a enderezarse y el movimiento es transmitido a la aguja indicadora. El

metal solo se puede deformar dentro de un rango limitado para evitar la deformación permanente. El material habitualmente utilizado suele ser acero inoxidable o aleaciones especiales tipo hastelloy o monel. Los rangos de utilización son desde 0 bar a cientos de bar.[2]

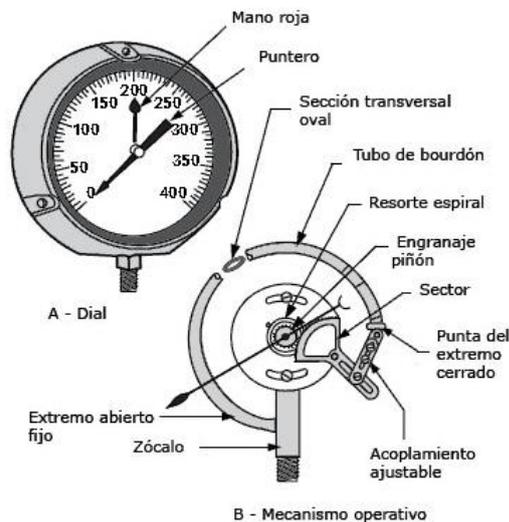


FIG 2. 2 INDICADOR DE PRESIÓN DE TUBO DE BOURDÓN

Fuente: “<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica34.htm>” (2014)

2.6.- TRANSMISORES DE PRESIÓN

Este tipo de instrumentos de presión convierten la deformación producida por la presión en señales eléctricas. Tiene la necesidad de incluir una fuente de alimentación eléctrica, mientras que tiene como ventaja las excelentes características dinámicas, es decir, el menor cambio producido por deformación debida a la presión, es suficiente para obtener una señal perfectamente detectable por sensor. [2]

A continuación describimos algunas de las tecnologías más habituales de los transmisores de presión y presión diferencial utilizados en el ámbito industrial.

2.6.1.- TRANSMISORES DE PRESIÓN RESISTIVOS

Son instrumentos que se consisten en un elemento elástico (tubo bourdon o capsula), que varía la resistencia óhmica de un

potenciómetro en función de la presión. Son instrumentos sencillos y la señal de salida es potente, por lo que no requiere de amplificación. Son insensibles a pequeñas variaciones, sensibles a vibraciones y tienen peor estabilidad que otras tecnologías. La precisión es del orden de 1-2% (bastante baja). [2]

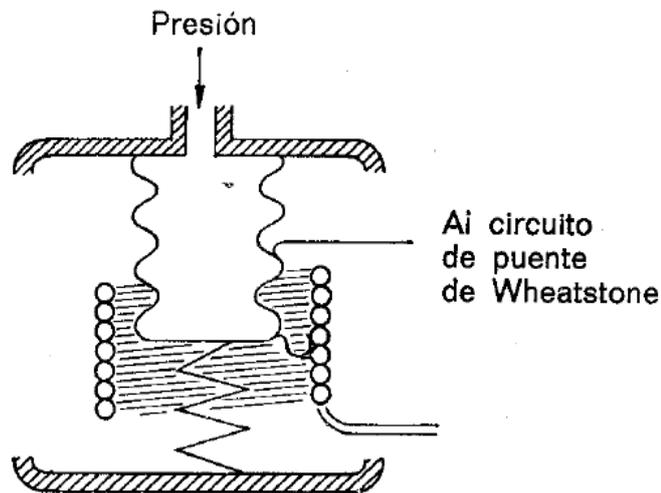


FIG 2. 3 TRANSMISOR DE PRESIÓN RESISTIVOS

Fuente: *"Instrumentación Industrial"* por A. Creus, 2011

2.6.2.- TRANSMISORES DE PRESIÓN CAPACITIVOS

Son instrumentos que se basan en la variación de capacidad que se produce en un condensador al desplazarse una de sus placas por la aplicación de presión. La placa móvil tiene forma de diafragma y se encuentra situada entre dos placas fijas. De este modo se tiene dos condensadores, uno de capacidad fija o de referencia y el otro de capacidad variable. Tienen un tamaño reducido, son robustos y adecuados para medidas estáticas y dinámicas. La precisión es el orden de 0.2 – 0.5% (bastante buena). [2]

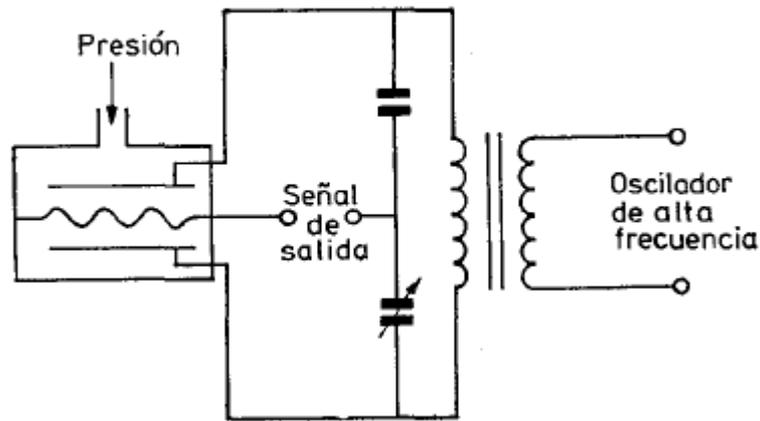


FIG 2. 4 TRANSMISOR DE PRESIÓN CAPACITIVOS

Fuente: “*Instrumentación Industrial*” por A. Creus, 2011

2.6.3.- TRANSMISORES DE PRESIÓN PIEZORESISTIVOS

Están basados en la variación de longitud y diámetro, y por lo tanto de resistencia que tiene lugar cuando un hilo de resistencia se encuentra sometido a una tensión mecánica por la acción de una presión. El hilo o galga forma parte de un puente de Wheatstone, que cuando está sin tensión tiene una resistencia eléctrica determinada. Cualquier variación de presión que mueva el diafragma del transductor cambia la resistencia de la galga y desequilibra el puente. Una innovación de esta tecnología lo constituyen los transductores de presión de silicio difundido, al que se le añade microprocesadores para añadir inteligencia al instrumento. La precisión es del orden de 0.2%. [2]

2.6.4.- TRANSMISORES DE PRESIÓN PIEZOELÉCTRICOS

Los elementos piezoeléctricos son materiales cristalinos que, al deformarse físicamente por la acción de una presión generan una señal eléctrica. Son elementos ligeros, de pequeño tamaño y construcción robusta. Son sensibles a los cambios de temperatura y

requieren de amplificadores de señal. La estabilidad en el tiempo es bastante pobre. [2]

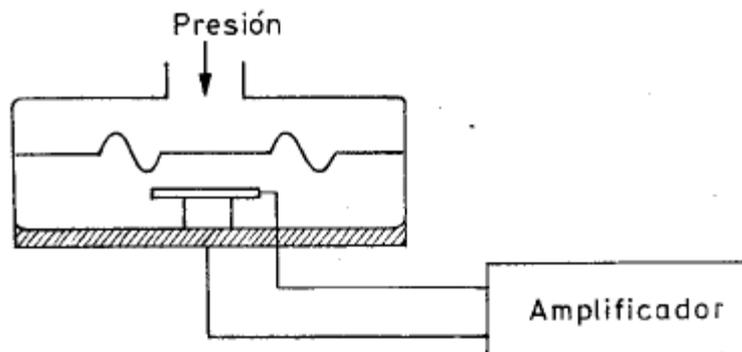


FIG 2. 5 TRANSMISOR DE PRESIÓN PIEZOELÉCTRICOS

Fuente: *“Instrumentación Industrial”* por A. Creus, 2011

2.7.-TEMPERATURA

Adicionalmente a las medidas de presión en los procesos industriales, otras de las variables de medición más utilizadas y común es la medida de temperatura.

La temperatura es una magnitud física, que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente.

Las unidades en que se puede expresar la temperatura pueden ser en Grados Kelvin (K), grados Celsius (C) y grados Fahrenheit (F).

Los instrumentos de temperatura utilizan diversos fenómenos que son influidos por la temperatura y entre los cuales figuran:

- Variaciones en volumen o en estado de los cuerpos (sólidos, líquidos o gases);
- Variaciones de resistencia de un conductor (sondas de resistencia);
- Variaciones de resistencia de un semiconductor (termistores);
- F.e.m creada en la unión de dos metales distintos (termopares);
- Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo (pirómetros de radiación);

Al igual que casi todas las variables de proceso, las limitaciones de las diferentes tecnologías de medición dependen de la precisión requerida, velocidad de respuesta, condiciones del proceso, etc. A diferencia de otras mediciones, cabe mencionar que

las medidas de temperatura, en general, tienen una inercia bastante más elevada que otras variables de proceso como la presión o caudal (casi instantáneas.)

Otro factor importante a tener en cuenta a la hora de seleccionar un sensor de temperatura, aparte de su precisión y respuesta en el tiempo, es el equipo protector de la inserción de temperatura llamado termopozo, vaina o “thermowell”. Este elemento debe diseñarse correctamente debido a que estará en contacto con el producto final a medir.

2.7.1.- ELEMENTOS PRIMARIOS DE TEMPERATURA

Se debe tener en cuenta, que para la transmisión de un valor de temperatura, se necesitan un conjunto de equipos entre dos o tres que son inserción de temperatura, termopozo y en caso de transmitir el valor obtenido mediante el sensor primario, se puede utilizar un transmisor de temperatura.

Existen dos tipos de elementos primarios que son los termopares (conocidas también como Termocuplas) y las termoresistencias (conocidas como RTD). En ambos casos, la adición de un convertidor basado en tecnologías actuales, hace que las señales se conviertan a una forma más estandarizada (4-20 mA, HART, PROFIBUS, FIELDBUS FOUNDATION).

2.7.2.- TERMORESISTENCIAS

Se construye una bobina de un hilo metálico y se mide su resistencia a una temperatura conocida, se puede utilizar la medida de la resistencia a otra temperatura para conocer esta temperatura, este es el fenómeno en el que se basan las termoresistencias, es por lo tanto una medida indirecta ya que no se mide directamente. Para ello se requiere un circuito de medida para inferir la temperatura partiendo de la resistencia. El circuito habitualmente utilizado es el puente de Wheatstone. En este caso es necesario compensar la resistencia de los cables que forman la línea desde la termoresistencia al sistema de medida.

Los materiales que se usan normalmente en las sondas de resistencia son el platino y el níquel. El platino es el elemento más adecuado desde el punto de vista de precisión y estabilidad, pero también es el más caro. La sonda más utilizada es la Pt-100 (resistencia de 100 ohmios a 0°C). El níquel es más barato que el platino y posee una resistencia más elevada con una mayor variación por grado, sin embargo tiene la desventaja de la linealidad en su relación resistencia temperatura. El cobre es barato y estable pero tiene el inconveniente de su baja resistividad. [2]

El material que forma el conductor se caracteriza por el llamado «coeficiente de temperatura de resistencia» que expresa a una temperatura especificada, la variación de la resistencia en ohmios del conductor por cada grado que cambia su temperatura.

La relación entre estos factores puede verse en la expresión lineal siguiente:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

En la que:

R_0 = resistencia en ohmios a 0°C

R_t = resistencia en ohmios a t °C

α = coeficiente de temperatura de la resistencia cuyo valor entre 0° y 100° e es de 0,003850 en la Escala Práctica de Temperaturas Internacional (IPTS-68).

Los materiales empleados para la construcción de sensores RTD suelen ser conductores tales como el cobre, el níquel o el platino. Las propiedades de algunos de éstos se muestran en la siguiente tabla:

Parámetro	Platino (Pt)	Cobre (Cu)	Niquel (Ni)
Resistividad ($\mu\Omega cm$)	10.6	1.673	6.844
$\alpha(\Omega/\Omega/K)$	0.00385	0.0043	0.00681
$R_0(\Omega)$	25, 50, 100, 200	10	50, 100, 120
margen ($^{\circ}C$)	-200 a +850	-200 a +260	-80 a +230

TAB 2. 1 CONDUCTORES DE TERMORESISTENCIAS

Fuente: “<http://es.wikipedia.org/wiki/RTD>” (2014)

Existen varios tipos de conexión de termoresistencias, estos son los siguientes:

2.7.2.1.-TERMORESISTENCIAS DE 2 HILOS.- Este tipo de configuración, es la más sencilla pero la menos precisa.



FIG 2. 6 CONEXIÓN A 2 HILOS

Fuente: “<http://conbotassucias.wordpress.com/2012/09/14/pt100-rtd/>” (2014)

2.7.2.2.-TERMORESISTENCIAS DE 3 HILOS.- Este tipo de configuración es la más usada en controles de procesos.

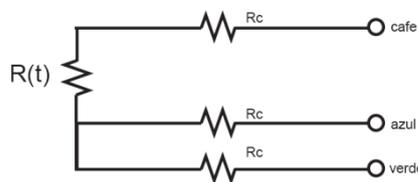


FIG 2. 7 CONEXIÓN A 3 HILOS

Fuente: “<http://conbotassucias.wordpress.com/2012/09/14/pt100-rtd/>” (2014)

2.7.2.4.-TERMORESISTENCIAS DE 4 HILOS.- Este tipo de configuración es la más precisa, debido a su estabilidad de medida.

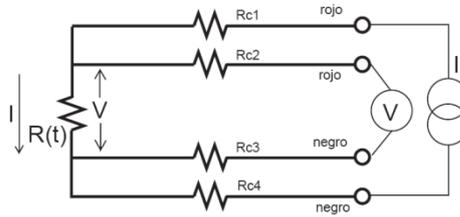


FIG 2. 8 CONEXIÓN A 4 HILOS

Fuente: “<http://conbotassucias.wordpress.com/2012/09/14/pt100-rtd/>” (2014)

2.7.3.- TRANSMISORES DE TEMPERATURA O CONVERTIDORES

La función que realiza un transmisor de temperatura, es convertir la señal obtenida por el elemento primario (termopares o termoresistencias) y convertirla en una señal 4-20 mA o 0-10 v.

Existen transmisores de temperatura compactos y remotos.

Los transmisores también pueden manejar protocolos de comunicación como Hart, Profibus o Fieldbus Foundation.



FIG 2. 9 TIPOS DE TRANSMISORES DE TEMPERATURA

Fuente: “<http://www.endress.com/temperature>” (2014)

2.8.- NIVEL

La variable de medición nivel, es otra de las medidas más utilizadas en los procesos industriales, existen muchas tecnologías para detectar el nivel en tanques, silos de almacenamiento.

En el mercado existen algunos tipos de principios de medición, que pueden ser utilizados para la misma aplicación.

La forma de seleccionar el principio de medición de nivel para una aplicación, depende de los datos de procesos, la precisión requerida, el precio del instrumento y aparte la validez de la tecnología que podamos utilizar en nuestro proceso.

A continuación se va a mencionar los tipos de principios de medición de nivel que se utilizan manualmente.

- INDICADORES DE NIVEL DE VIDRIO
- NIVEL POR FLOTADOR
- CINTA Y PLOMADA

En el ámbito industrial, se utilizan algunos tipos de principios de medición para medir el nivel en ciertas aplicaciones, a continuación daremos una breve explicación de estos tipos de sensores de niveles unos son interruptores y otros son transmisores de nivel.

2.8.1.- INTERRUPTOR DE NIVEL POR HORQUILLAS VIBRATORIAS

Es una medición de nivel sencilla y, al igual que los anteriores, es utilizada cuando se requiere detectar un límite de nivel (alto, bajo, para realizar un permisivo o enclavamiento, etc.). La señal de salida es un contacto que cambia de estado cuando el líquido llega al punto donde se ha calibrado. El método consiste en una horquilla oscilante preparada para que oscile en el aire a una resonancia determinada. Si la horquilla se recubre del líquido a detectar, la frecuencia de resonancia se reduce o amortigua completamente, transmitiéndose como una señal de salida. El tipo de horquilla y la frecuencia de resonancia serán seleccionados en función del líquido a detectar. Las aplicaciones más habituales son en medidas de sólidos y líquidos, y su utilización suele ser decisión del técnico competente. [2]

Ventajas: Sistemas de aplicación universal, no requiere ajustes, montaje sencillo y relativamente barato.

Inconvenientes: Mal funcionamiento con sólidos de un determinado tamaño de grano, ya que los gránulos se pueden quedar atrapados entre las horquillas, adicionalmente cuando son líquidos muy viscosos debido a que el producto se pegan en las horquillas.



FIG 2. 10 INTERRUPTORES DE NIVEL POR HORQUILLAS VIBRATORIAS

Fuente: “<http://www.us.endress.com/#product/FTL20>” (2014)

2.8.2.- TRANSMISORES DE NIVEL POR PRESIÓN HIDROSTÁTICA Y PRESIÓN DIFERENCIAL

Es una medición de nivel sencilla y basada en el mismo sistema que “Indicadores de nivel con manómetro”. La presión hidrostática de la columna de líquido se mide directamente con un transmisor de presión o de presión diferencial. El transmisor se monta en la parte más baja del depósito. En el caso de depósitos presurizados, es necesaria la instalación de un transmisor de presión diferencial, de modo que a un lado de la cámara se mida la presión ejercida por la columna del líquido, más la sobrepresión del proceso, en el otro solo la sobrepresión. De esta manera la diferencia de presión es el peso de la columna de líquido. Lo más habitual es estos casos es la utilización de un transmisor de presión diferencial, pero también se podría utilizar dos transmisores de presión relativa. [2]

Ventajas: Sistema bastante sencillo y buena precisión.

Inconvenientes: Sistema que depende mucho de la densidad ya que debe ser constante y relativamente costos por la instalación requerida.



FIG 2. 11 TRANSMISORES DE NIVEL POR PRESIÓN HIDROSTÁTICA Y PRESIÓN DIFERENCIAL

Fuente: “<http://www.directindustry.es/prod/endress-hauser/sensores-de-presion-absoluta-4726-53344.html>” (2014)

2.8.3.- TRANSMISOR DE NIVEL TIPO CAPACITIVO

Es una medición de nivel bastante utilizada y al principio de medición consiste en una sonda metálica (aislada) y la propia pared del depósito actúa como dos placas de un condensador. La capacidad del condensador depende del medio que hay entre la sonda y la pared. Si sólo hay aire, es decir, si el depósito está vacío, la capacidad del conductor es baja. Cuando parte de la sonda esté cubierta por el producto, la capacidad se incrementará. El cambio en la capacidad se convertirá a una medida estándar, habitualmente siendo esta de 4-20 mA. Este es un método de medición de nivel que se utiliza tanto como transmisor de nivel como interruptor de nivel. En aquellos

casos en los que se pueda producir una interface de productos (agua-lodo, aceite-agua, etc.) es una tecnología bastante utilizada. [2]

Ventajas: Adecuada para productos corrosivos.

Inconvenientes: Por el principio de medición utilizado, está limitado a productos con propiedades eléctricas constantes.



FIG 2. 12 TRANSMISORES DE NIVEL CAPACITIVO

Fuente: "<http://www.us.endress.com/#product/FMI51>" (2014)

2.8.4.- TRANSMISOR DE NIVEL TIPO ULTRASÓNICO

Este principio de medición es utilizado cuando el equipo no debe estar en contacto con el producto, debido a los problemas de agresividad y corrosión que se puede presentar.

Consisten en que el método de reflexión del sonido se basa en el principio de retorno de un pulso de sonido emitido por un sensor. El pulso ultrasónico emitido se refleja en la superficie del producto y el mismo sensor vuelve a detectarlo después de un tiempo. El tiempo de retorno es proporcional a la altura vacía del tanque y por lo tanto al nivel del mismo. Este tiempo de retorno es convertido a señal estándar de 4-20 mA. [2]

Ventajas: Adecuado para productos que sean problemáticos al contacto.

Inconvenientes: Da problemas en aquellos productos que pueden formar espuma. No es apto para fluidos a altas presiones y temperaturas, así como para procesos al vacío.



FIG 2. 13 TRANSMISORES DE NIVEL ULTRASÓNICO

Fuente: "<http://www.us.endress.com/#product/FMU41>" (2014)

2.8.5.- TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR DE LIBRE PROPAGACIÓN

Consisten en el método de reflexión de las microondas y se basa en el principio de retorno de un pulso de microonda emitidos por un sensor. Las microondas se reflejan por la diferencia de impedancias entre el aire y el producto y el mismo sensor vuelve a detectarla. El tiempo de retorno es proporcional a la altura vacía del tanque y por lo tanto al nivel del mismo. Este tiempo de retorno es convertido en una señal estándar 4-20 mA. [2]

Ventajas: Adecuados para productos que sean problemáticos al contacto. Fácil instalación y valido para altas presiones y altas temperaturas.

Desventajas: El producto debe tener una constante dieléctrica mínima determinada.



FIG 2. 14 TRANSMISORES DE NIVEL TIPO RADAR

Fuente: "<http://www.us.endress.com/#product/FMR230>" (2014)

2.8.6.- TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR POR ONDA GUIADA

En el sistema de radar guiado, los pulsos de microondas de nanosegundos de baja potencia son guiados hacia abajo en una sonda sumergida en el fluido del proceso. Cuando un pulso de radar alcanza el fluido con una constante dieléctrica diferente, parte de la energía es reflejada de regreso al transmisor. La diferencia de tiempo entre el transmisor (referencia) y el pulso reflejado es convertida en una distancia a partir de la cual se calcula el nivel total o el nivel de interface.



FIG 2. 15 TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR ONDA GUIADA

Fuente: “<http://www.us.endress.com/#product/FMP51>” (2014)

INTRODUCCIÓN A LOS CONTROLADORES

El controlador es una componente del sistema de control que detecta los desvíos existentes entre el valor medido por un sensor y el valor deseado o “set point”, programado por un operador; emitiendo una señal de corrección hacia el actuador. [2]

Un controlador es un bloque electrónico encargado de controlar uno o más procesos. Al principio los controladores estaban formados exclusivamente por componentes discretos, conforme la tecnología fue desarrollándose se emplearon procesadores rodeados de memorias, circuitos de entrada y salida. Actualmente los controladores integran todos los dispositivos mencionados en circuitos integrados que conocemos con el nombre de microcontroladores. [2]

2.9 CONTROLADORES DE TEMPERATURA

Los controladores de temperatura, se usan en una variedad de industrias, son el inicio y herramientas importantes para el control de temperatura para obtener los resultados

deseados en las industrias. Los controladores de temperatura Analógico/Digital (PID) Autonics, ofrecen un rápido ajuste y proporcionan una gestión de temperatura precisa y así también el control para una variedad de aplicaciones. [4]

Estos controladores pueden hacer control modular, ajustando los parámetros del PID y para nuestra implementación se ha utilizado un controlador de temperatura con un control ON/OFF.



FIG 2. 16 CONTROLADOR DE TEMPERATURA

Fuente: “<http://www.directindustry.es/prod/samwontech/controladores-temperatura-programables-99323-938207.html>” (2014)

INTRODUCCIÓN A LOS DIFERENTES TIPOS DE BOMBAS

Las bombas son dispositivos que se encargan de transferir energía a la corriente del fluido impulsándolo, desde un estado de baja presión estática a otro de mayor presión. Están compuestas por un elemento rotatorio denominado impulsor, el cual se encuentra dentro de una carcasa llamada voluta. Inicialmente la energía es transmitida como energía mecánica a través de un eje, para posteriormente convertirse en energía hidráulica. El fluido entra axialmente a través del ojo del impulsor, pasando por los canales de éste y suministrándosele energía cinética mediante los álabes que se encuentran en el impulsor para posteriormente descargar el fluido en la voluta, el cual se expande gradualmente, disminuyendo la energía cinética adquirida para convertirse en presión estática. [5]

2.10.-CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS

Las bombas se clasifican de la siguiente manera:

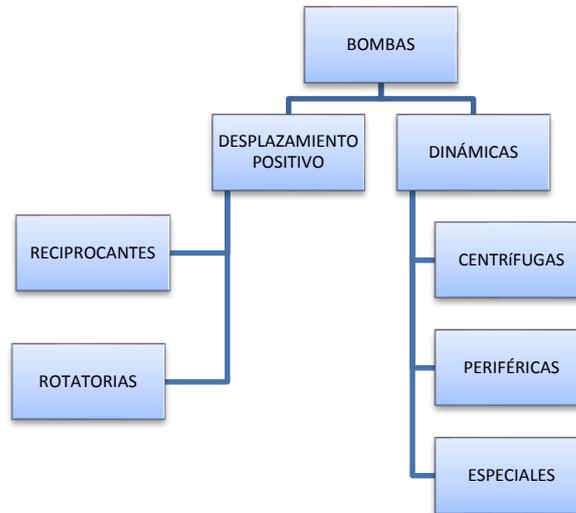


FIG 2. 17 TIPOS DE BOMBAS

Fuente: Los Autores

2.11.- BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

Las bombas de este tipo son bombas de desplazamiento que crean la succión y la descarga, desplazando agua con un elemento móvil. El espacio que ocupa el agua se llena y vacía alternativamente forzando y extrayendo el líquido mediante movimiento mecánico. [6]

El término “positivo”, significa que la presión desarrollada está limitada solamente por la resistencia estructural de las distintas partes de la bomba y la descarga no es afectada por la carga a presión sino que está determinada por la velocidad de la bomba y la medida del volumen desplazado. [6]

Las bombas de desplazamiento positivo funcionan con bajas capacidades y altas presiones en relación con su tamaño y costo. Este tipo de bomba resulta el más útil para presiones extremadamente altas, para operación manual, para descargas relativamente bajas, para operación a baja velocidad, para succiones variables y para pozos profundos cuando la capacidad de bombeo requerida es muy poca. [6]

2.11.1.- BOMBAS RECIPROCANTES

En las bombas reciprocantes el pistón crea un vacío parcial dentro del cilindro permitiendo que el agua se eleve ayudada por la presión atmosférica. Como hace falta un espacio determinado de tiempo para que se llene el cilindro, la cantidad de agua

que entra al espacio de desplazamiento dependerá de la velocidad de la bomba, el tamaño de las válvulas de entrada y la efectividad del material sellante de las válvulas y del pistón. [6]

Debido a la resistencia friccional que se desarrolla en sus partes en movimiento, las bombas reciprocantes tienen una eficiencia relativamente baja; las pérdidas en las correas, los engranes y las chumaceras se añaden a la resistencia de las partes móviles para dar un rendimiento bajo en proporción a la potencia suministrada por la unidad motriz. [6]

Las válvulas de las bombas de pistón son de dos tipos las de succión, que permiten la entrada al espacio de desplazamiento, y las de descarga, que dejan que el agua pase hacia el tubo de descarga, Estas válvulas operan por la fuerza que ejerce sobre ellas el peso del agua, o por la acción ejercida por elemento de desplazamiento. [6]



FIG 2. 18 BOMBA RECIPROCANTE

Fuente: “<http://www.ingenierocivilinfo.com/2011/11/bombas-de-desplazamiento-positivo.html>” (2014)

2.12.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

A continuación se indica las ventajas y desventajas de las bombas de desplazamientos positivos:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• ALTA PRESIÓN.• FLUJO CONSTANTE A PRESIÓN VARIABLE.• ADAPTABILIDAD A SER MOVIDAS MANUALMENTE.	<ul style="list-style-type: none">• BAJA DESCARGA.• SUCCIÓN LIMITADA.• MUCHAS PARTES MOVILES.

FIG 2. 19 VENTAJAS Y DESVENTAJAS BOMBAS DESPLAZAMIENTO POSITIVO

Fuente: Los Autores

2.13.- BOMBAS DINÁMICAS

Éstas imparten velocidad y presión al fluido en la medida que éste se desplaza por el impulsor de la bomba, el cual gira a altas revoluciones, convirtiendo así la velocidad del fluido en energía de presión. Es decir, el principio de funcionamiento de estas bombas está fundamentado en la transferencia de energía centrífuga. El rango de operación, en lo relativo a alturas y caudales de bombeo de las bombas de presión dinámica es mucho más amplio que el de las de desplazamiento positivo. [6]

2.13.1.- BOMBAS PERIFÉRICAS

Son también conocidas como bombas tipo turbina, de vértice y regenerativas, en este tipo se producen remolinos en el líquido por medio de los álabes a velocidades muy altas, dentro del canal anular donde gira el impulsor. El líquido va recibiendo impulsos de energía No se debe confundir a las bombas tipo difusor de pozo profundo, llamadas frecuentemente bombas turbinas aunque no se asemeja en nada a la bomba periférica.[7]

La verdadera bomba turbina es la usada en centrales hidroeléctricas tipo embalse llamadas también de Acumulación y Bombeo, donde la bomba consume potencia; en determinado momento, puede actuar también como turbina para entregar potencia. [7]

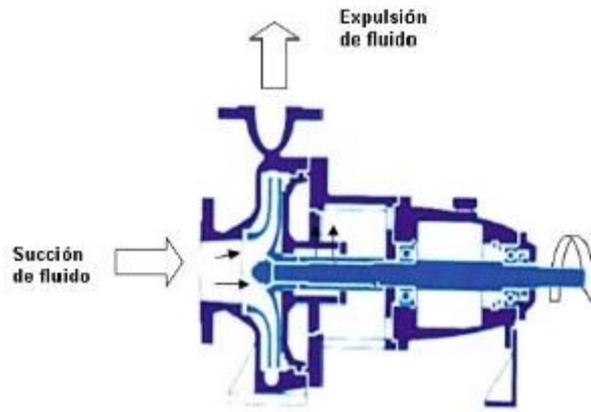


FIG 2. 20 BOMBA PERIFÉRICA

Fuente: *<http://bueno-emmanuel.blogspot.com/2010/12/tipos-de-bombas.html>*

(2014)

2.13.2.- BOMBAS ESPECIALES

Una bomba que funciona sobre el principio de que se ejerce una fuerza sobre un conductor portador de corriente en un campo magnético. La alta conductividad eléctrica de los metales líquido bombeado (metales líquidos se utilizan como medios de transmisión de calor en algunos reactores nucleares y sistemas de magneto hidrodinámico) permite a una fuerza de bombeo que se desarrollarán en los metales cuando están confinados en un conducto o canal y sometidos a un campo magnético y una corriente eléctrica. Estas bombas están diseñadas principalmente para su uso en metales líquidos refrigerados instalaciones del reactor de donde se bombea el líquido de litio, sodio, potasio o sodio, aleaciones de potasio. Otros líquidos metálicos y no metálicos de la conductividad eléctrica suficientemente elevada, como el mercurio o aluminio fundido, el plomo y el bismuto, también puede ser bombeado en aplicaciones no nucleares. La ausencia de partes móviles en el líquido bombeado se elimina la necesidad de los sellos y los cojinetes que se encuentran en las bombas mecánicas convencionales, minimizando así las fugas, mantenimiento y reparaciones, y la mejora de la fiabilidad. En el metal líquido refrigerado instalaciones del reactor nuclear, bombas electromagnéticas con una capacidad de hasta varios miles de galones por minuto han operado sin mantenimiento durante décadas. [8]



FIG 2. 21 BOMBA DOSIFICADORA ELECTROMAGNÉTICA

Fuente: “<http://www.logismarket.com.mx/hidrofluidos/bombas-dosificadoras-electromagneticas/2016988987-1325118029-p.html>” (2014)

2.13.3.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE BOMBAS DINÁMICAS

A continuación se describen las ventajas y desventajas de las bombas dinámicas:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • CAUDAL CONSTANTE. • PRESIÓN UNIFORME. • BAJO MANTENIMIENTO. 	<ul style="list-style-type: none"> • RENDIMIENTO MUY VARIABLE CON EL FLUJO. • BAJO RENDIMIENTO PARA LIQUIDOS CON ALTA VISCOSIDAD.

FIG 2. 22 VENTAJAS Y DESVENTAJAS BOMBAS DINÁMICAS

Fuente: Los Autores

REDES INALÁMBRICAS WIRELESSHART

2.14.-PROTOCOLO HART

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

2.14.1.-HISTORIA

El protocolo HART fue desarrollado en la década de 1980 por Rosemount Inc. y posteriormente sus derechos fueron liberados. Así desde el año 1993 la norma está depositada en la Fundación de Comunicación HART (HCF) y es de uso abierto y gratuito para cualquier fabricante que desee implementarlo.

2.14.2.-FUNCIONAMIENTO

Este protocolo permite comunicar con un instrumento de campo sobre un lazo de corriente 4-20 mA, tanto los datos de configuración y parámetros como las medidas de proceso como temperatura, caudal, presión o cualquier otra. La información de control del instrumento se modula digitalmente sobre el lazo de corriente y por tanto no hay interferencias entre ellas. Su velocidad es de 1200 bps, de forma que el equipo maestro puede actualizar la información varias veces por segundo.

Los modernos controladores empleados en los sistemas de control distribuido (DCS), son transparentes a estos instrumentos de forma que se pueden configurar y programar remotamente desde el nivel de operación de los sistemas de control.

En general, la tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre o privada, para transmitir entre dispositivos.

Estas condiciones de libertad de utilización sin necesidad de licencia, ha propiciado que el número de equipos, especialmente computadoras, que utilizan las ondas para conectarse, a través de redes inalámbricas haya crecido notablemente.

2.15.-COMUNICACIÓN INALÁMBRICA.

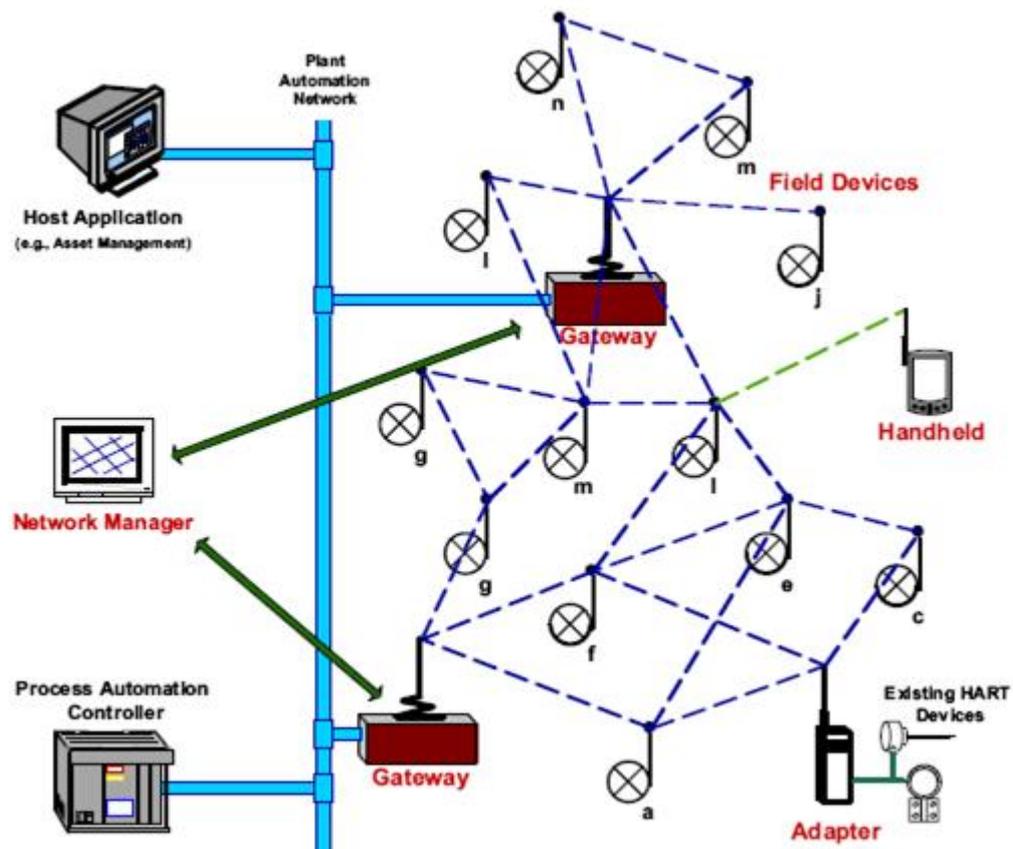


FIG 2. 23 ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA RED INALÁMBRICA.

Fuente: "<http://wirelessmeshsensornetworks.files.wordpress.com/>" (2014)

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

2.16.-REDES WIRELESSHART

El Wirelesshart es un protocolo de comunicaciones de red de malla inalámbrica para aplicaciones de automatización de procesos. Añade capacidades inalámbricas al protocolo HART, manteniendo compatibilidad con los dispositivos, comandos y herramientas HART. [9]

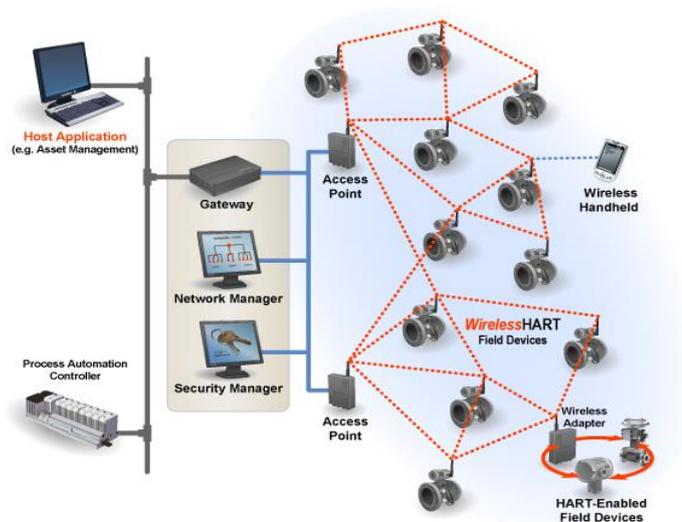


FIG 2. 24 ARQUITECTURA DE UNA APLICACIÓN INDUSTRIAL QUE UTILIZA WIRELESSHART

Fuente: “<http://www.hartcomm.org>” (2014)

2.16.1.-ELEMENTOS DE UNA RED WIRELESSHART

Para la implementación de la red, se especifican tres elementos principales:

- Dispositivos de Campo: Los cuales están conectados al proceso o al equipo de planta.
- Adaptador: Este equipo se encuentra conectado al dispositivo de campo, para transmitir los datos de medición al Fieldgate.
- Fieldgate: Habilitan la comunicación entre el dispositivo donde reside la aplicación (Maestro) y los dispositivos de campo. Un Fieldgate y sus puntos de acceso, deben ser incluidos en cada red.
- Administrador de red: responsable de la configuración, calendarización de la comunicación entre los dispositivos, administración de la tablas de rutas, así como monitoreo y reporte de la salud de la red. Mientras se pueda soportar con administradores redundantes, debe haber únicamente un Administrador de Red activo por cada red existente.

ATRIBUTOS DE WIRELESSHART	
Elemento	Descripción
Basado en los estándares industriales	HART – IEC 61158
	WirelessHART-IEC/PAS 62591Ed.1
	EDDL – IEC 61804-3
	Radio y MAC – IEEE 802.15.4™-2006 IEC/PAS
Estándar de radio	IEEE 802.15.4-2006 250kbps
Banda de frecuencia	2.4GHz
Gestión de la frecuencia	Salto dinámico de canales en base al número de paquetes.
Distancia	Línea de visión de hasta 250 m entre los dispositivos.
Opciones de alimentación	Alimentado de la red o por batería.
Topologías	Malla ("mesh"), estrella, combinación de estrella y malla.

FIG 2. 25 ATRIBUTOS DE UNA RED WIRELESSHART

Fuente: "<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=13>" (2014)

2.16.2.-VENTAJAS DE USAR WIRELESSHART

En estos aspectos, este estándar permite convertir de manera rápida y sencilla todos los dispositivos HART existentes a este estándar inalámbrico. Además, gracias a su alimentación por batería, el equipamiento Wireless ofrece una gran capacidad de operación autónoma.

Al ser inalámbrico, evita el cableado para la conexión de dispositivos HART remotos o de difícil acceso, hasta el sistema de control. Asimismo, permite una instalación fácil y flexible de instrumentos adicionales para el monitoreo de procesos y optimización.

2.16.3.-APLICACIONES

Esta tecnología es muy recomendable en aplicaciones de Monitoreo de Condiciones, Optimización de Procesos y Monitoreo de Estanques/Control de Inventario.

- Monitoreo de Condiciones: Se instalan dispositivos Wireless en puntos críticos de la planta, que no están conectados al sistema de control debido a problemas de accesibilidad o alto costo de cableado. Gracias al diagnóstico en línea, se mejora la confiabilidad y seguridad.
- Optimización de Procesos: La conexión temporal del adaptador Wirelesshart permite monitorear y optimizar secciones de la planta a un costo mínimo.

- Monitoreo de Estanques/Control de Inventario: Un software de visualización puede recolectar los valores medidos a intervalos regulares y transmite la información junto con el estándar del dispositivo y su batería, hasta los niveles superiores de control y gestión de la planta.

2.16.4 ADAPTADOR WIRELESSHART SWA70

El adaptador SWA70 Wirelesshart de Endress+Hauser ha sido diseñado para actuar como una interfaz de complemento para cualquier HART o dispositivo 4-20mA.

Soporta las siguientes funciones:

- Alimentación de un equipo Hart o un dispositivo 4 - 20 mA.
 - Conexión de hasta cuatro dispositivos HART externamente con alimentación en modo multidrop.
 - Escalado de señal de la corriente suministrada por un dispositivo comunicado con señal 4 - 20 mA.
 - Notificación ráfagas de modo y evento para sí mismo y los dispositivos conectados.
- La batería ha sido especialmente seleccionada para dar larga vida cuando se utiliza en aplicaciones de control.



FIG 2. 26 ADAPTADOR SWA70 WIRELESSHART

Fuente: *“Manual de Usuario SWA70 Endress+Hauser”* (2014)

2.16.4.1.-APLICACIÓN

El adaptador SWA70 Wirelesshart es alimentado por batería, módulo de interfaz que conecta a HART y 4-20 mA dispositivos a una red Wirelesshart. El adaptador es adecuado para varias aplicaciones, por ejemplo:

- El tanque y silo monitorización/inventario control: miden valores junto con el dispositivo y la batería estado son transmitidos a intervalos regulares para un sistema de nivel superior
- Acceso a la base instalada:

Información adicional de diagnóstico es extraído de los dispositivos HART por cable existentes y enviado a un activo de planta herramienta de gestión, por ejemplo Fieldcare.

- Monitoreo de condiciones de equipos:

Dispositivos inalámbricos se agregan en los puntos críticos en la planta normalmente no conectado a la sala de control debido a costos de accesibilidad o cableado. Flujos de datos mejorados y diagnósticos aumentan seguridad y confiabilidad de la planta.

- Optimización de procesos:

Conexión temporal del adaptador WirelessHART permite secciones de planta ser monitoreada y optimizado con poco costo y esfuerzo.

2.16.4.2.-CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- Los dispositivos HART, rápidamente se actualizan a la tecnología WirelessHART.
- Los dispositivos de 4-20 mA, se integraran en poco tiempo en la red WirelessHART.
- Los dispositivos 4-20 mA o cuatro HART pueden conectarse hasta (en modo multidrop) a un adaptador.
- Las ráfagas de evento y modo de notificación compatible con el adaptador y dispositivos conectados.
- Se puede tener controles remotos de los dispositivos HART de difícil acceso, conectados a la sala de control sin conexión de cables costosos.

2.16.5.-RECEPTOR WIRELESSHART SWG70 (FIELDGATE)

El Fieldgate SWG70 WirelessHART de Endress+Hauser ha sido diseñado para actuar como interfaz entre un sistema utilizando la red WirelessHART y capa física de Ethernet o RS-485. Soporta las siguientes funciones:

- Gestión y configuración de red inalámbrica.
- Adquisición de datos de los dispositivos de red y presentación al sistema conectado.
- Servidor web apoya protocolos HART y MODBUS para transferencia de datos.

El Fieldgate está diseñado para montaje en áreas peligrosas explosiones zona 2 y cuenta con un puerto de antena intrínsecamente segura. Una antena integral o remota puede montarse según las necesidades de la aplicación.



FIG 2. 27 FIELDGATE SWG70 WIRELESSHART

Fuente: *“Manual de Usuario SWG70 Endress+Hauser”* (2014)

2.16.5.1.-APLICACIÓN

El Fieldgate SWG70 sirve como dispositivo de entrada para Redes Wirelesshart. Los dispositivos Wirelesshart permiten comunicarse entre sí y administra la seguridad y conectividad. El Fieldgate convierte y almacena datos inalámbricos en un formato que sea compatible con otros sistemas. Tiene Ethernet e interfaces seriales para conexión a las aplicaciones de host como herramientas SCADA.

2.16.5.2.-CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- El Fieldgate, administra la red y acceso de los adaptadores Wirelesshart.

Especificación: funciona con todos los adaptadores de Wirelesshart y dispositivos conectados a estos.

- Tiene interfaces RS-485 y Ethernet con el apoyo de HART y Modbus: los datos de la red se integraron fácilmente en sistema existente
- La antena puede ser local o remoto: fácilmente adaptable a condiciones de instalación.

2.16.6.- ESQUEMA DE UNA RED WIRELESSHART ENDRESS+HAUSER

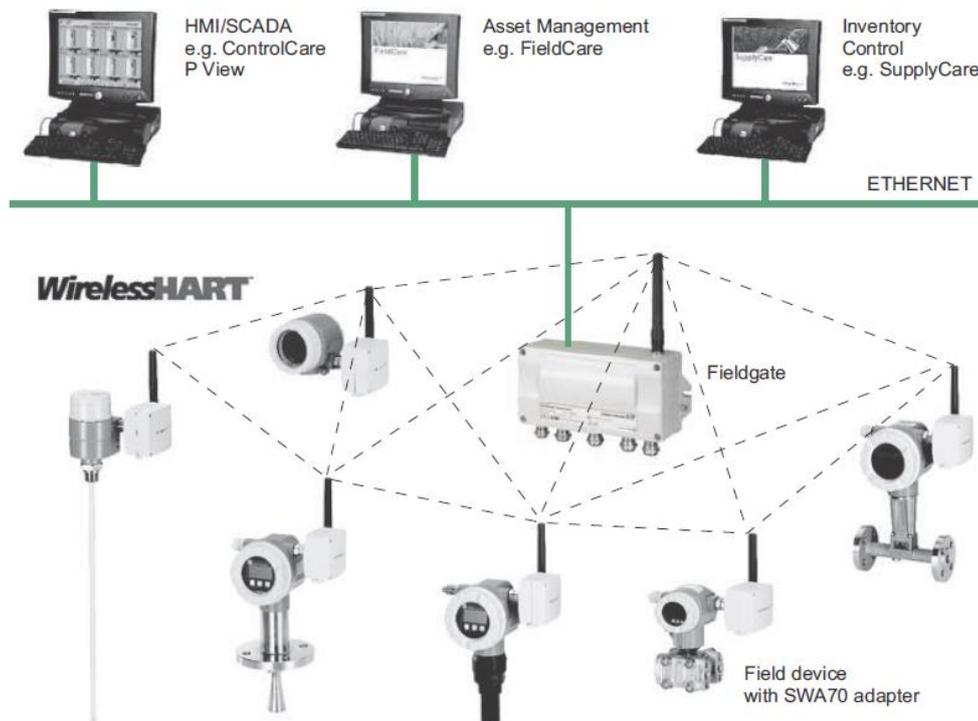


FIG 2. 28 RED WIRELESSHART ENDRESS+HAUSER

Fuente: *“Manual de Usuario SWG70 Endress+Hauser”* (2014)

CAPÍTULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

3.1. ESTRUCTURA

Se diseñó la estructura de tal manera que puede ser desarmable, debido al ser un banco de pruebas que se muestra para los clientes de la Empresa Euroinstruments Cía. Ltda., este será trasladado a las diferentes localidades para realizar charlas y presentaciones.

3.1.1.-DIMENSIONES DEL BANCO DE PRUEBA

Para el montaje de los equipos del banco de prueba, se diseñó que en la parte inferior se instale un tanque de almacenamiento, bomba y algunos equipos de proceso. En la parte superior del banco de prueba, se colocó un tanque para realizar el proceso de calentamiento de agua y un tablero de control. Ambos tanques tienen equipos de instrumentación como muestra.

La estructura fue diseñada para las bases de los tanques con plancha de aluminio galvanizado de 2mm y los bordes con tubo cuadrado de 1 pulgada, para lo que es bases y soporte de la estructura.

El acabado de la estructura se lo dio con pintura de fondo anticorrosiva y luego con esmalte sintético.

El sistema consta de un tanque principal, el cual tiene un transmisor de nivel para medir la altura del producto y está conectado a un transmisor Wirelesshart para enviar el dato de medición del equipo. En el proceso se encuentra una bomba, para enviar agua del tanque principal a un tanque secundario, el mismo que tiene instalado un transmisor de presión para determinar la altura del producto. El transmisor de presión se encuentra conectado al transmisor Wirelesshart para enviar los datos de medición hacia el receptor. En el tanque secundario se encuentra conectado una resistencia tubular, para realizar un calentamiento de producto y poder ver el funcionamiento del transmisor de temperatura. Este transmisor de temperatura se encuentra conectado a un transmisor Wirelesshart para enviar los datos de su variable hacia el receptor inalámbrico. El proceso de calentamiento de agua, está realizado por un controlador

de temperatura ON-OFF. En este controlador se debe fijar un valor de temperatura y de acuerdo a la temperatura indicada, la resistencia tubular comienza a calentar agua. El sistema también tiene una electroválvula de accionamiento manual, para enviar agua del tanque secundario hacia el principal y poder verificar cuando el nivel del tanque secundario disminuya y este cambio de nivel se refleje en el transmisor de presión.

3.1.2.- DIMENSIONES DE TANQUES.

Para la construcción de los tanques, se utilizó una plancha de acrílico transparente de 6mm y se realizó la forma rectangular para almacenar el agua a utilizarse.

Para este proceso se implementó 2 tanques cuyas dimensiones y capacidades en litros son las siguientes:

TANQUES	ALTURA	ANCHO	LARGO	VOLUMEN	CAP LITROS
TQ1	0.6m	0.8 m	0.4 m	0.192 m ³	192 litros
TQ2	0.6 m	0.4 m	0.4 m	0.096 m ³	96 litros

TAB 3. 1 DIMENSIONES Y CAPACIDADES DE TANQUES

Fuente: Los Autores

Diseño de los tanques con sus respectivas medidas de longitud.

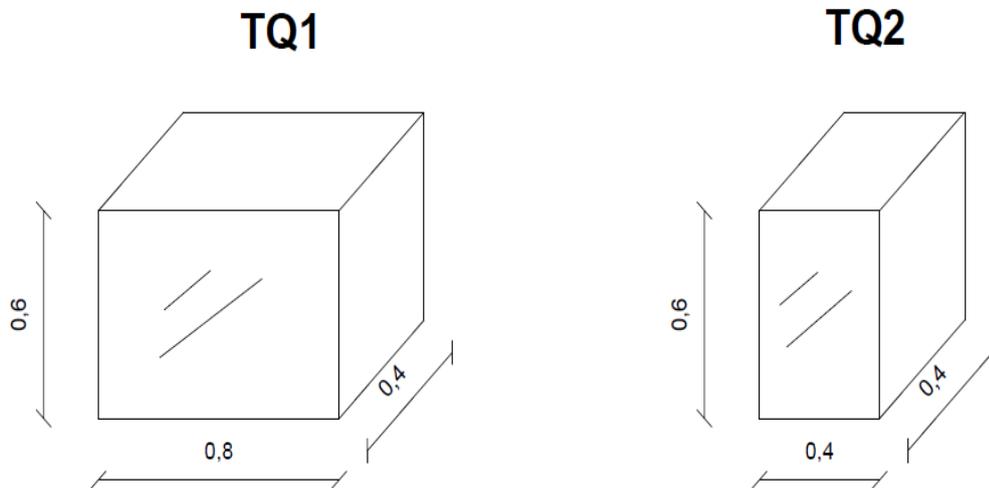


FIG 3. 1 MEDIDAS DE LOS TANQUES A UTILIZAR EN EL PROYECTO

Fuente: Los Autores



FIG 3. 2 TANQUES BANCO DE PRUEBA

Fuente: Los Autores

El transmisor de nivel, transmisor de presión, transmisores de temperatura y los switches de nivel a utilizarse en este banco de prueba son de la marca Endress+Hauser.

3.2.-EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN A UTILIZAR

Transmisor de Nivel Radar Onda Guiada

- Marca: Endress+Hauser
- Modelo: MICROPILOT FMP40



FIG 3. 3 TRANSMISOR DE NIVEL RADAR ONDA GUIADA

Fuente: Los Autores

Transmisor de Presión Hidrostática

- Marca: Endress+Hauser
- Modelo: DELTAPILOT S FMB70



FIG 3. 4 TRANSMISOR DE PRESIÓN HIDROSTÁTICO

Fuente: Los Autores

Switch de Nivel

- Marca: Endress+Hauser
- Modelo: LIQUIPHANT FTL20



FIG 3. 5 SWITCH DE NIVEL PUNTUAL

Fuente: Los Autores

Transmisor de Temperatura

- Marca: Endress+Hauser



FIG 3. 8 RECEPTOR WIRELESSHART

Fuente: Los Autores

3.3.-MONTAJE DE EQUIPOS

De acuerdo al funcionamiento del sistema, se estableció el diseño de la ubicación de la tubería, posición de los tanques, instrumentos y tablero de comunicación. En este caso para el tanque de almacenamiento de agua principal, por su capacidad de volumen y dimensiones se lo coloco en la parte inferior de la estructura.

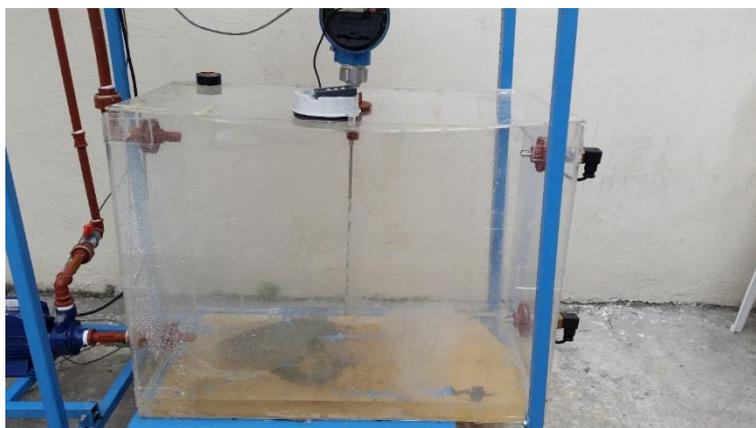


FIG 3. 9 UBICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

Fuente: Los Autores

Para el tanque de calentamiento de agua, debido a sus dimensiones más pequeñas con respecto al tanque de almacenamiento de agua y en donde se ubicaran los sensores de temperatura y presión, se diseñó que este tanque se encuentre en la parte superior de la estructura.

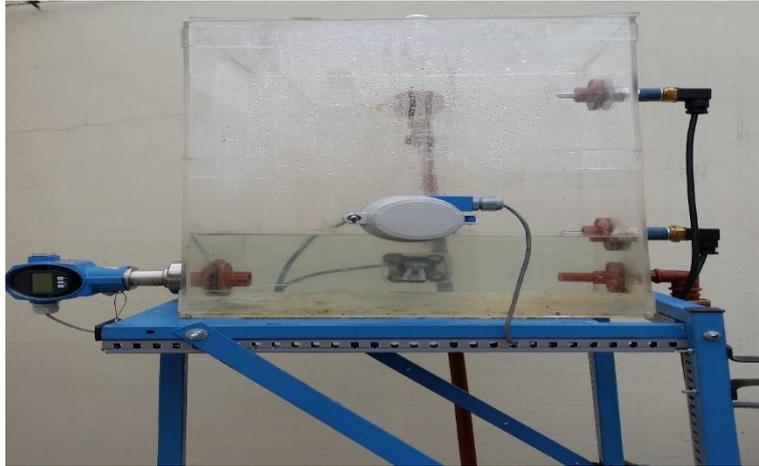


FIG 3. 10 UBICACIÓN DE TANQUE CALENTAMIENTO DE AGUA

Fuente: Los Autores

Una vez colocados los tanques, se procedió a cuadra los mismos para posteriormente colocar la bomba a utilizarse para el proceso. La cual es una bomba de $\frac{1}{2}$ HP, trabaja a 120VAC y maneja un caudal aproximado de 28 litros/minutos.



FIG 3. 11 UBICACIÓN DE BOMBA EN BANCO DE PRUEBA

Fuente: Los Autores

Luego de colocar los tanques y fijar la bomba, se procedió a realizar el recorrido de la tubería por donde se realizará la transferencia de agua del tanque de almacenamiento principal al tanque de calentamiento de agua. El ingreso de agua al tanque de calentamiento es por la parte superior.



FIG 3. 12 UBICACIÓN DE TUBERÍA EN BANCO DE PRUEBA

Fuente: Los Autores

Luego de tener colocado los tanques, la bomba y la tubería, se procedió a realizar el montaje del transmisor de nivel a utilizar en el sistema. Para lo cual se diseñó en la parte superior del tanque de almacenamiento, una rosca de $\frac{3}{4}$ de pulgadas para el instrumento. La conexión a proceso del transmisor de nivel es tipo rosca y material del cabezal es de aluminio.



FIG 3. 13 UBICACIÓN DE TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

Fuente: Los Autores

En el tanque de calentamiento de agua, se diseñó un acople para el montaje del transmisor de presión hidrostática, el cual va a indicar el nivel de agua que tiene el tanque. Debido a su principio de medición, el transmisor de presión se debe colocar en

la parte más baja del tanque para una mayor medición sobre el proceso y trabajar en su rango de operación. El material del cabezal es de aluminio.



FIG 3. 14 UBICACIÓN DE TRANSMISOR DE PRESIÓN EN TANQUE DE CALENTAMIENTO DE AGUA

Fuente: Los Autores

En el tanque de calentamiento de agua, se diseñó 2 tomas de ½ pulgadas roscada, para la colocación de los transmisores de temperatura a utilizarse en el proceso, los cuales van a indicar la temperatura del agua. Los transmisores de temperatura su conexión a proceso es rosca y el material del cabezal es de aluminio.

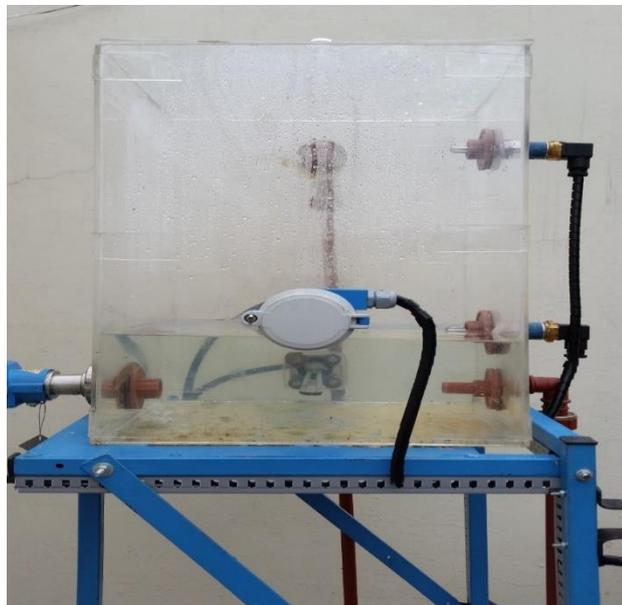


FIG 3. 15 UBICACIÓN DE SENSOR DE TEMPERATURA I EN TANQUE DE CALENTAMIENTO DE AGUA

Fuente: Los Autores

Los 2 transmisores de temperatura son de iguales características técnicas y físicas, estos transmisores están configurado de 0°C a 60°C.



FIG 3. 16 UBICACIÓN DE SENSOR DE TEMPERATURA II EN TANQUE DE CALENTAMIENTO DE AGUA

Fuente: Los Autores

Por motivo de demostración del funcionamiento de los sensores de nivel puntual y para el control de la bomba y de la electroválvula, se realizó un diseño en los tanques para colocar sensores de nivel puntual y verificar el estado de los niveles en los tanques. La toma para la colocación de los sensores de nivel puntual son rosca de ½ pulgadas.



FIG 3. 17 UBICACIÓN DE SWITCH DE NIVEL TIPO VIBRATORIO EN TANQUE I

Fuente: Los Autores

Los Switch de nivel del tanque de almacenamiento de agua y los Switch de nivel del tanque de calentamiento de agua son de iguales características técnicas y físicas.



FIG 3. 18 UBICACIÓN DE SWITCH DE NIVEL TIPO VIBRATORIO EN TANQUE DE CALENTAMIENTO DE AGUA

Fuente: Los Autores

Debido al diseño del tanque de calentamiento de agua, se colocó una resistencia tubular calorífica en la parte inferior del tanque, para el proceso de calentar agua y para verificar el funcionamiento de los sensores de temperatura. Esta resistencia está conectada a un controlador de temperatura ON/OFF.

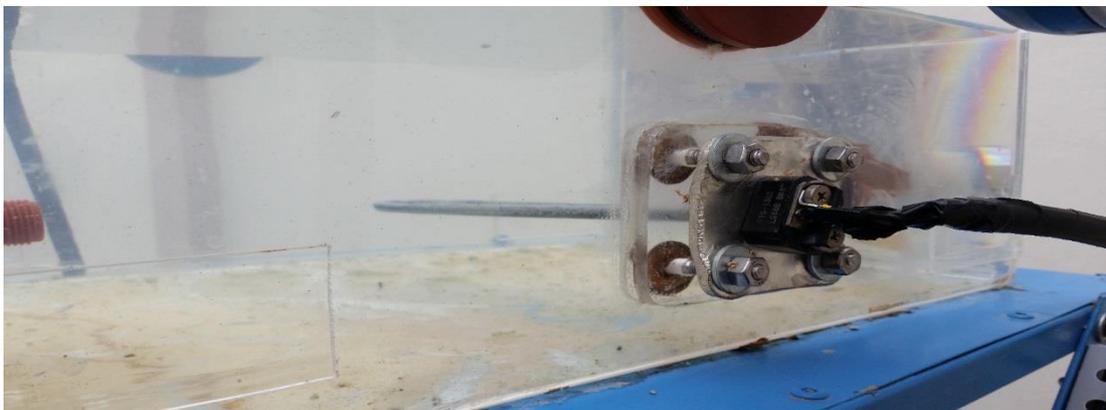


FIG 3. 19 UBICACIÓN DE RESISTENCIA EN TANQUE DE CALENTAMIENTO DE AGUA

Fuente: Los Autores

De acuerdo al diseño del banco de prueba, se fijó los adaptadores wirelesshart a una base de la estructura, con el fin de ganar línea de vista y que la señal llegue en óptimas condiciones hasta el receptor de comunicación.

Estos adaptadores funcionan con una batería en su parte interna.



FIG 3. 20 UBICACIÓN DE LOS ADAPTADORES WIRELESSHART EN BANCO DE PRUEBA.

Fuente: Los Autores

El receptor de comunicación se encuentra colocado en una mesa junto con un computador, para realizar el enlace de comunicación inalámbrica entre los adaptadores y la fielgate, una vez realizada la comunicación se pueden visualizar los valores en el sistema de adquisición de datos.



FIG 3. 21 UBICACIÓN DE LOS FIELDGATE WIRELESSHART EN BANCO DE PRUEBA.

Fuente: Los Autores

En esta imagen se visualiza el prototipo de la estructura con los equipos instalados mecánicamente para su correcto funcionamiento.



FIG 3. 22 VISTA FRONTAL DEL BANCO DE PRUEBA

Fuente: Los Autores

3.4.- CONEXIONADO ELÉCTRICO DE EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN

3.4.1.- CONEXIÓN DEL SENSOR DE NIVEL PUNTUAL

La conexión de los Switch de nivel a utilizarse en el banco de prueba, son a 24VDC - 3 hilos, los cuales deben ir conectados a la bobina de un relé para realizar el cambio de estado. Estos cuando no tenga liquido estará en un estado y al momento de sensar liquido cambiaran de estado.

Debido al diseño del banco de prueba, estos Switch se los han colocado para nivel mínimo y nivel máximo.

La conexión eléctrica de estos Switch de nivel, se indica a continuación:

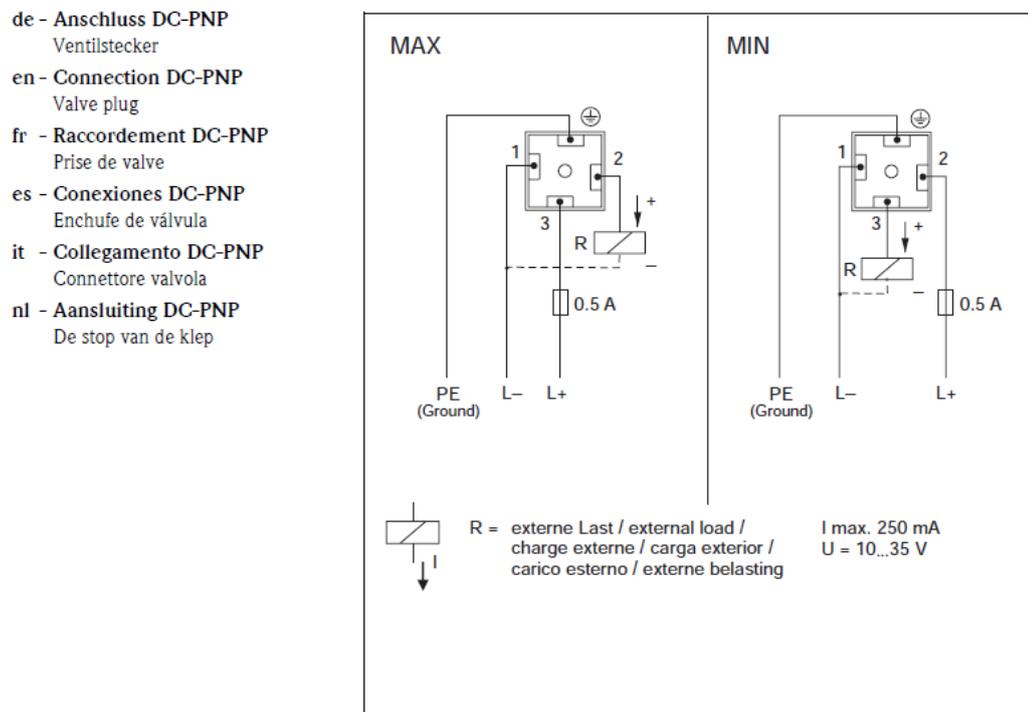


FIG 3. 23 CONEXIONADO ELÉCTRICO SWITCH DE NIVEL

Fuente: “Manual de Equipo FTL20” (2014)

La salida de este sensor está conectado a un relé y es de tipo ON/OFF.

3.4.2.- CONEXIÓN DEL TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR GUIADO

El conexionado eléctrico del transmisor de nivel tipo radar onda guiada, es un equipo que se alimenta y comunica a 2 hilos, esto quiere decir que es un elemento pasivo, el cual debe ser energizado en sus terminales de comunicación por una fuente de alimentación de 24VDC para poder enviar una respuesta de información del equipo.

La salida del transmisor de nivel, se configuro para trabajar en protocolo de comunicación Hart.

La conexión eléctrica del transmisor de nivel tipo radar, se indica a continuación:

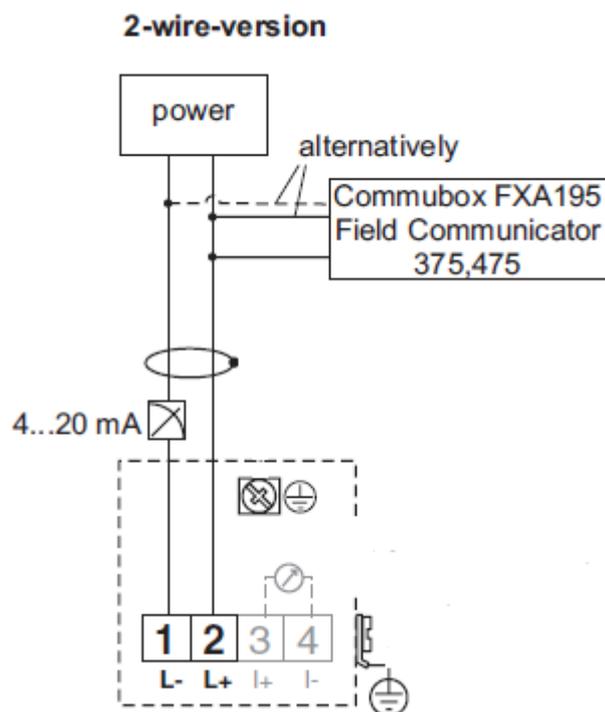


FIG 3. 24 CONEXIONADO ELÉCTRICO RADAR ONDA GUIADA

Fuente: *“Manual de Operación equipo FMP40” (2014)*

3.4.3.- CONEXIÓN DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN HIDROSTÁTICO

El transmisor de presión hidrostática es un elemento de comunicación pasiva, esto quiere decir que se comunica a 2 hilos y su alimentación es a 24VDC. Su funcionamiento eléctrico es muy parecido al transmisor de nivel tipo radar onda guiada.

La salida del transmisor de nivel, se configuro para trabajar en protocolo de comunicación Hart.

A continuación se indica la conexión eléctrica del transmisor de presión hidrostática:

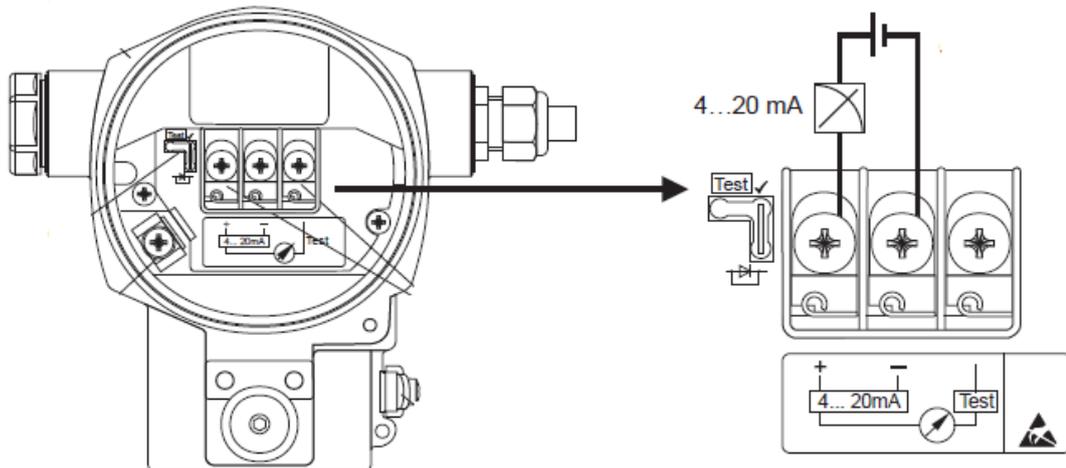


FIG 3. 25 CONEXIONADO ELÉCTRICO TRANSMISOR DE PRESIÓN

Fuente: “Manual de Operación equipo FMB70” (2014)

3.4.4.- CONEXIÓN DEL TRANSMISOR DE TEMPERATURA

El transmisor de temperatura hay que realizar 2 tipos de conexiones. La primera conexión es la que se debe realizar el sensor de temperatura (PT100 o TC) y luego la alimentación del equipo. El transmisor de temperatura es un equipo pasivo que se conecta a 2 hilos, es decir en sus terminales de alimentación debe llegar un voltaje de 24VDC.

A continuación, se indica el conexionado del transmisor de temperatura:

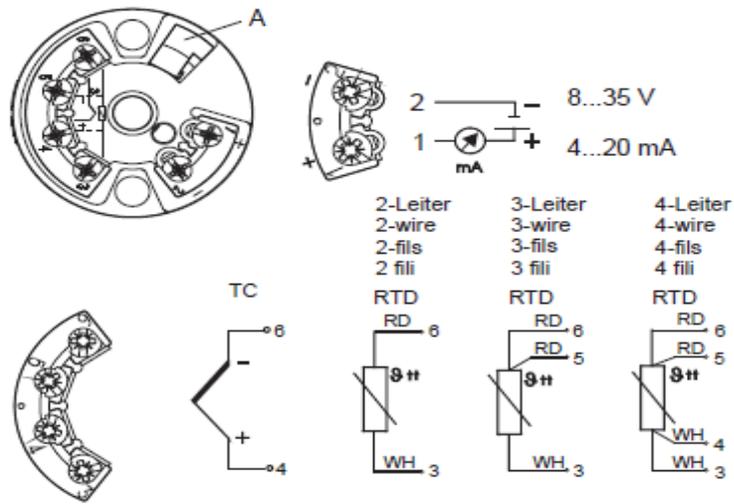


FIG 3. 26 CONEXIONADO ELÉCTRICO TRANSMISOR DE TEMPERATURA

Fuente: “Manual de Operación equipo TMT80” (2014)

3.5.-CONEXIÓN DE INSTRUMENTOS CON ADAPTADORES WIRELESSHART.

3.5.1.- CONEXIÓN ENTRE ADAPTADOR WIRELESSHART, TRANSMISOR DE NIVEL RADAR Y TRANSMISOR DE PRESIÓN HIDROSTÁTICO

Para realizar la comunicación entre el adaptador, el transmisor de nivel y presión, se debe verificar la entrada de datos del adaptador. Esta información se la puede obtener en los catálogos del equipo. Por motivo del diseño del banco de prueba, se va a utilizar la entrada HART del adaptador y se realizará un bus de comunicación entre el transmisor de nivel y presión para realizar una integración de señales, como se indica en la siguiente figura:

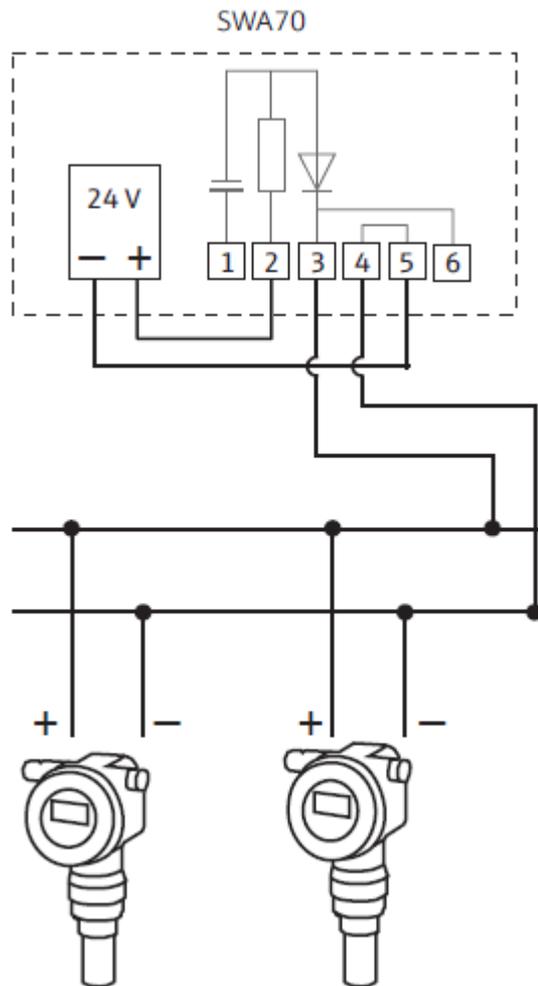


FIG 3. 27 CONEXIONADO ELÉCTRICO ENTRE ADAPTADOR Y EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN

Fuente: “Manual de Operación equipo SWA70” (2014)

Este tipo de comunicación solo se realiza cuando los equipos están conectados en bus HART, debido a que la corriente se mantiene fija y los valores de procesos modulan mediante esta señal.

3.5.2.- CONEXIÓN ENTRE ADAPTADOR WIRELESSHART Y TRANSMISOR DE TEMPERATURA

Para realizar la comunicación entre el adaptador y el transmisor de temperatura, debido a que es una señal analógica continua en el tiempo, se realizó un tipo de conexión similar al del adaptador del radar guiado y presión hidrostático. Pero en este caso solo se puede conectar un equipo por adaptador.

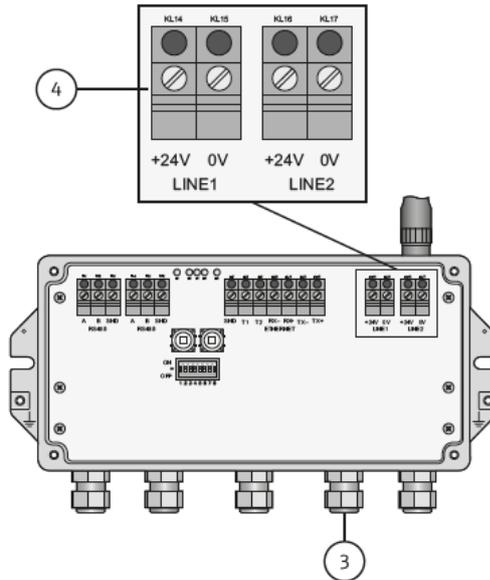


FIG 3. 29 CONEXIONADO ELÉCTRICO FIELDGATE SWG70

Fuente: “Manual de Operación equipo SWG70” (2014)

Cuando el equipo se encuentra correctamente alimentado, los diodos de Power se encuentra encendido como se indica en la siguiente figura:



FIG 3. 30 FIELDGATE SWG70 ENCENDIDO

Fuente: Los Autores

3.6.2.- CONEXIÓN ETHERNET DEL FIELDGATE

Para realizar la adquisición de datos entre el Fieldgate y el computador, se debe realizar una conexión Ethernet, para lo cual consta de una cable UTP Cat 5 o Cat 6, en unos de sus extremos va conectado el terminal RJ-45 y al otro lado se debe tener los cables para conectar a las borneras de conexión Ethernet del Fieldgate, esta conexión se indica a continuación:

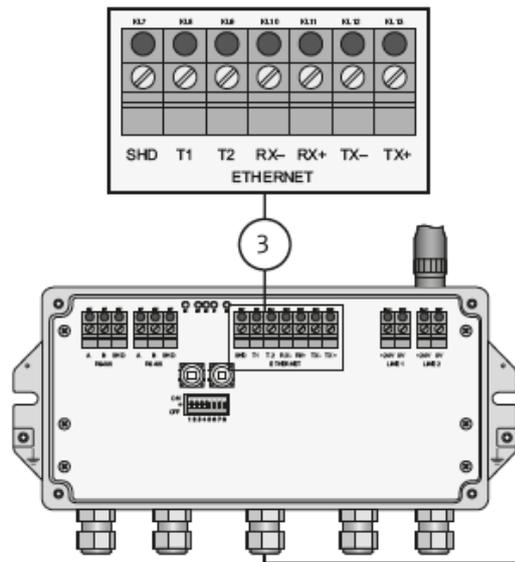


FIG 3. 31 CONEXIÓN ETHERNET SWG70

Fuente: “Manual de Operación equipo SWG70” (2014)

En esta imagen se puede visualizar el conexionado entre el Fieldgate y el computador, mediante un cable comunicación Ethernet.

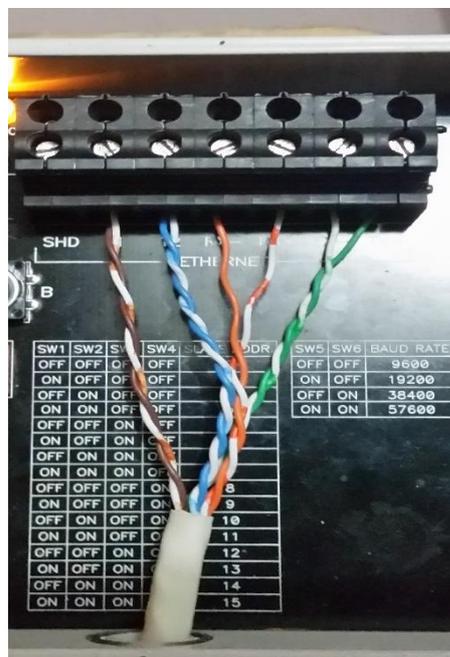


FIG 3. 32 CONEXIÓN ETHERNET SWG70

Fuente: Los Autores

En esta imagen se detalla los pines de conexión entre el computador y el fiedgate.

ES	Host		Gateway	
	Número de la patilla	Conector	Directo al PC	Mediante conmutador
	Patilla 1 (RX+)		TX+	RX+
	Patilla 2 (RX-)		TX-	RX-
	Patilla 3 (TX+)		RX+	TX+
	Patilla 4 (T2)		T2	T2
	Patilla 5 (T2)		T2	T2
	Patilla 6 (TX-)		RX-	TX-
	Patilla 7 (T1)		T1	T1
	Patilla 8 (T1)		T1	T1

FIG 3. 33 DIAGRAMA ETHERNET SWG70

Fuente: “Manual de Operación equipo SWG70” (2014)

Luego de realizar la conexión Ethernet en el Fieldgate, se puede proceder a conectar a la computadora, para verificar que la conexión este correctamente se debe ingresar al Internet Explorer con la dirección IP 192.168.1.1 y debe solicitar un usuario y una clave.

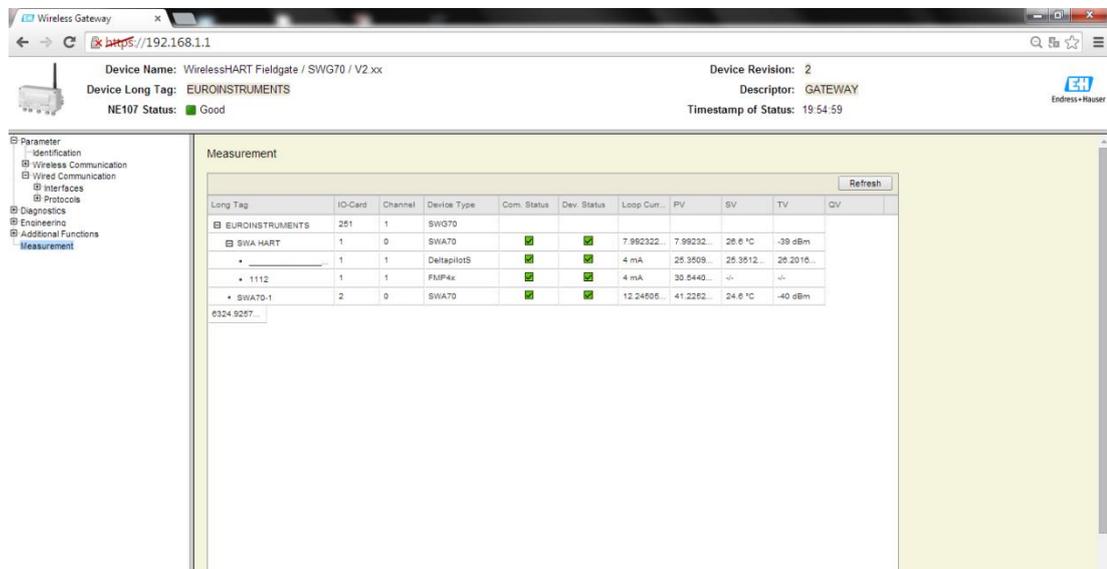


FIG 3. 34 IMAGEN DEL PROGRAMACIÓN MEDIANTE WEB SERVER

Fuente: Los Autores

3.7.- CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE HART SERVER

Para adquirir datos por medio del Fieldgate SWG70, se debe configurar el Software HART SERVER, el cual hace un barrido de los adaptadores inalámbricos para tomar el dato de medición y mostrarlo en pantalla.

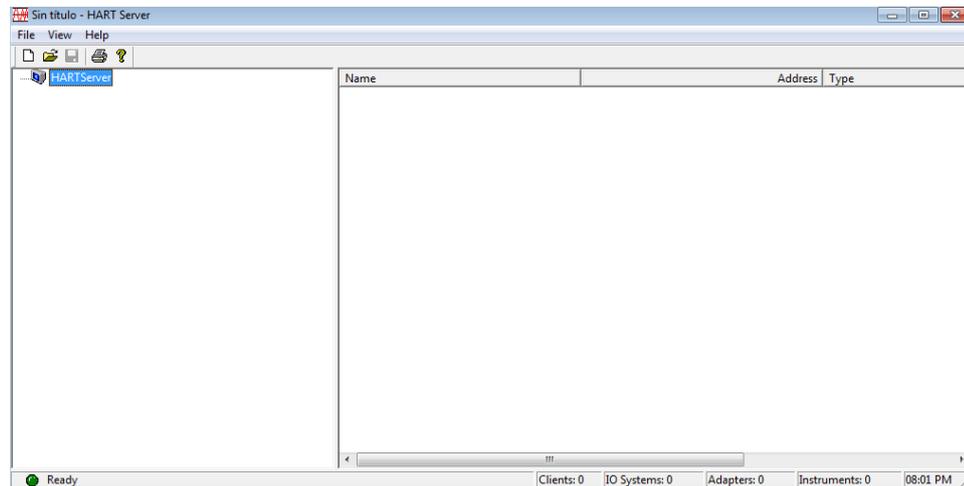


FIG 3. 35 IMAGEN HART SERVER

Fuente: Los Autores

Una vez que hemos definido la forma de adquirir los datos inalámbricos, se procede a crear una red entre el Fieldgate y nuestro computador de la siguiente manera:

1.- Añadir nueva red y seleccionamos la opción TCP/UDP, para adquirir los datos mediante el puerto Ethernet y le damos un nombre la red, para nuestro caso se llama WIRELESS.

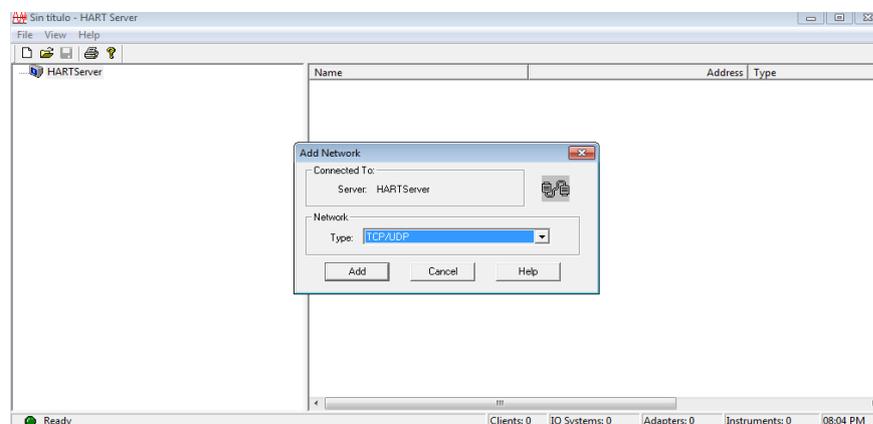


FIG 3. 36 RED HART SERVER

Fuente: Los Autores

2.- Luego que se crea la red, se procede a colocar la dirección IP del Fieldgate, para nuestro caso práctico la red es 192.168.1.1.

Luego se coloca el puerto 5094, la dirección 1 y seleccionamos la opción TCP y automáticamente reconoce el Fieldgate.

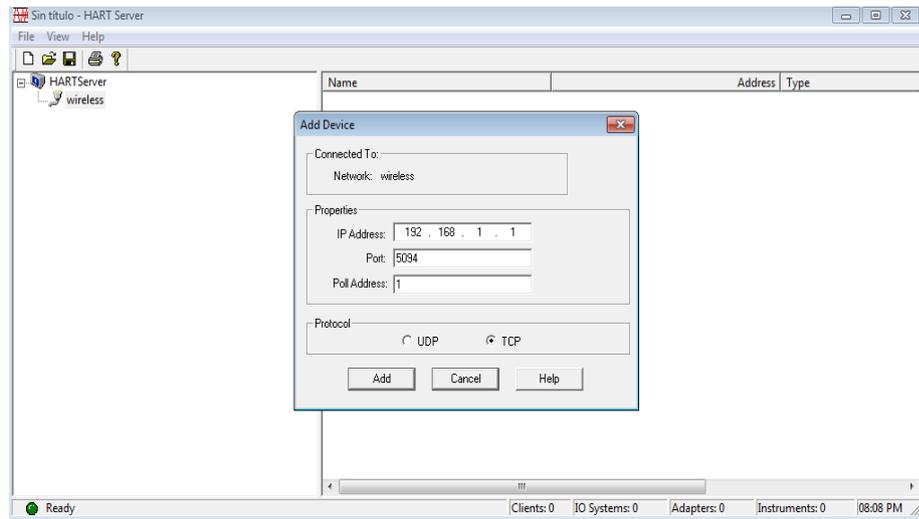


FIG 3. 37 RED HART SERVER 2

Fuente: Los Autores

3.- Luego de reconocer al Fieldgate con el HART SERVER, se debe proceder añadir los adaptadores inalámbricos, para poder visualizar la red y poder levantar la red.

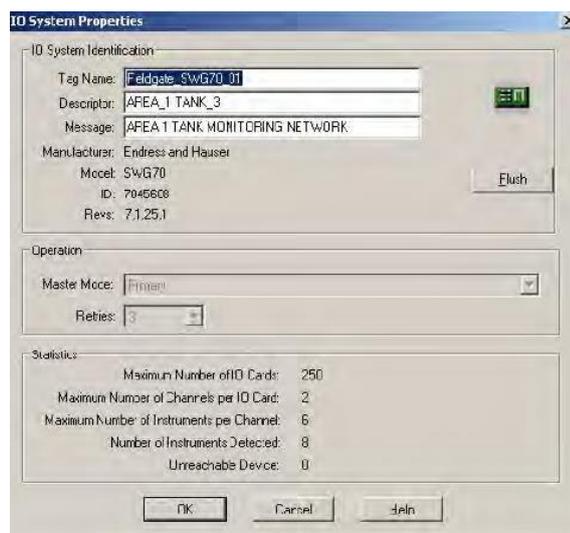


FIG 3. 38 RED HART SERVER 3

Fuente: Los Autores

Una vez que añadimos los adaptadores a la red, podemos visualizar los equipos que tenemos montado en la red y sus valores.

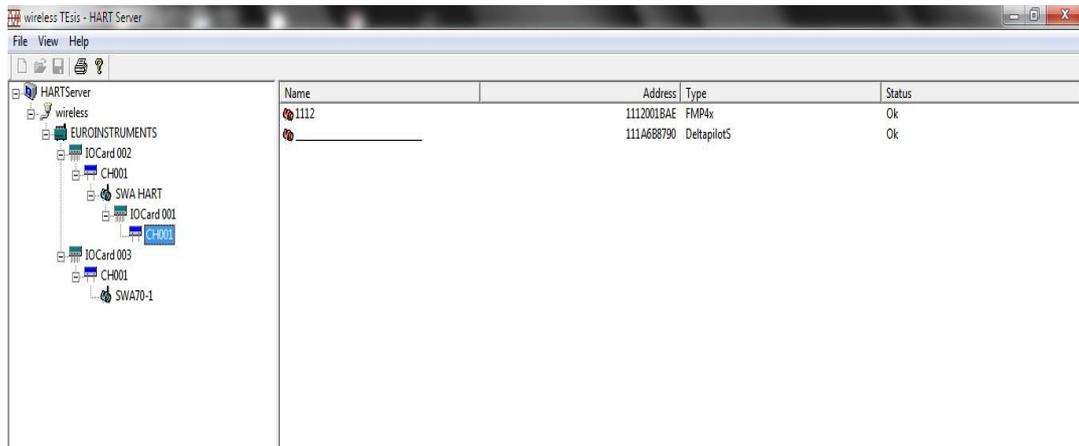


FIG 3. 39 RED HART SERVER 4

Fuente: Los Autores

Para verificar que la red este completamente funcional, podemos visualizar el valor de uno de los instrumentos de campo en una pestaña que el Software HART SERVER nos proporciona.

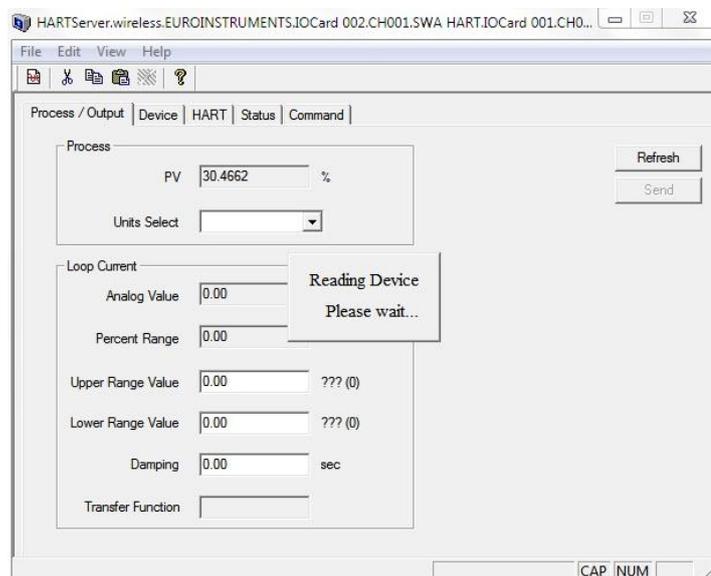


FIG 3. 40 LECTURA DE VALOR POR HART SERVER (NIVEL)

Fuente: Los Autores

3.8.- CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE OPC SCADA VIEWER.

3.8.1.- INTRODUCCIÓN

El Software OPC SCADA VIEWER, es un sistema cliente que permite adquirir datos o señales desde un HART SERVER, para poder visualizar los valores obtenidos de los instrumentos de campo.

Este software permite mostrar los valores de forma analógica, representarlos mediante barras o gráficos que tenga la librería del programa.

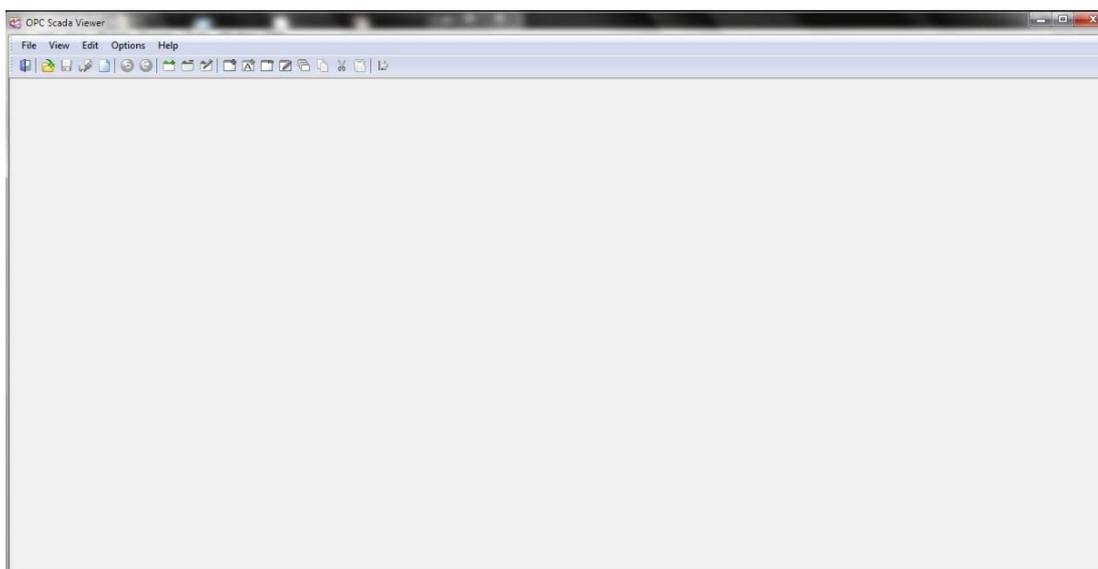


FIG 3. 41 PANTALLA INICIAL OPC SCADA VIEWER

Fuente: Los Autores

3.8.2.- ADQUISICIÓN DE DATOS PARA VISUALIZAR EN OPC SCADA VIEWER

Para adquirir los datos transmitidos por los adaptadores Wirelesshart, se debe realizar los siguientes pasos:

- 1.- Crear un nuevo proyecto y colocar un TAG a la pantalla.

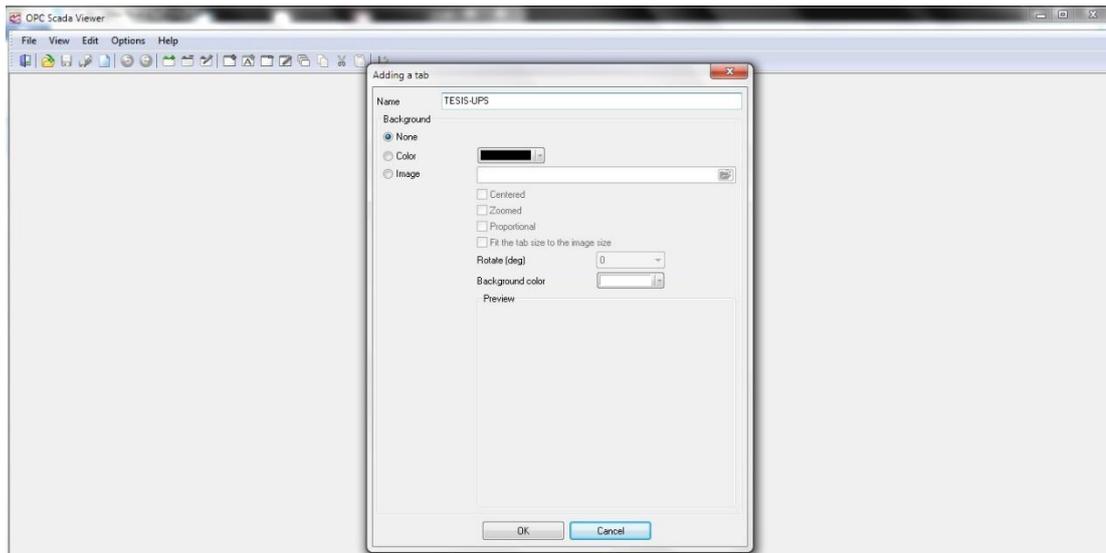


FIG 3. 42 NUEVA TAG OPC SCADA VIEWER

Fuente: Los Autores

2.- Añadir nuevo bloque de adquisición de datos y bloque de opciones

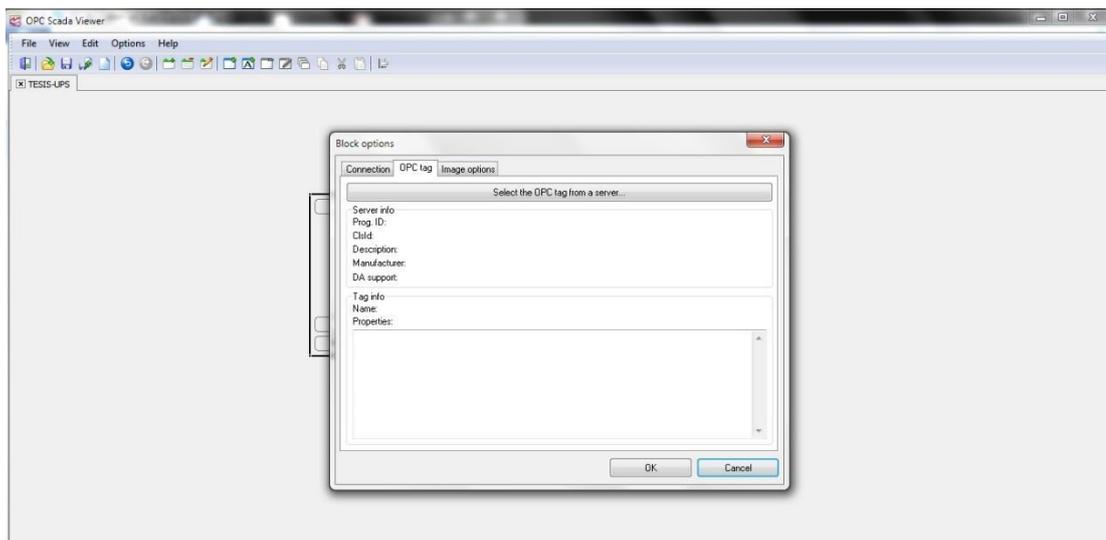


FIG 3. 43 BLOQUE DE DATOS OPC SCADA VIEWER

Fuente: Los Autores

3.- Luego damos clic Select The OPC Tag, procedemos a seleccionar nuestro OPC HART SERVER y damos clic en conectar con el servidor.

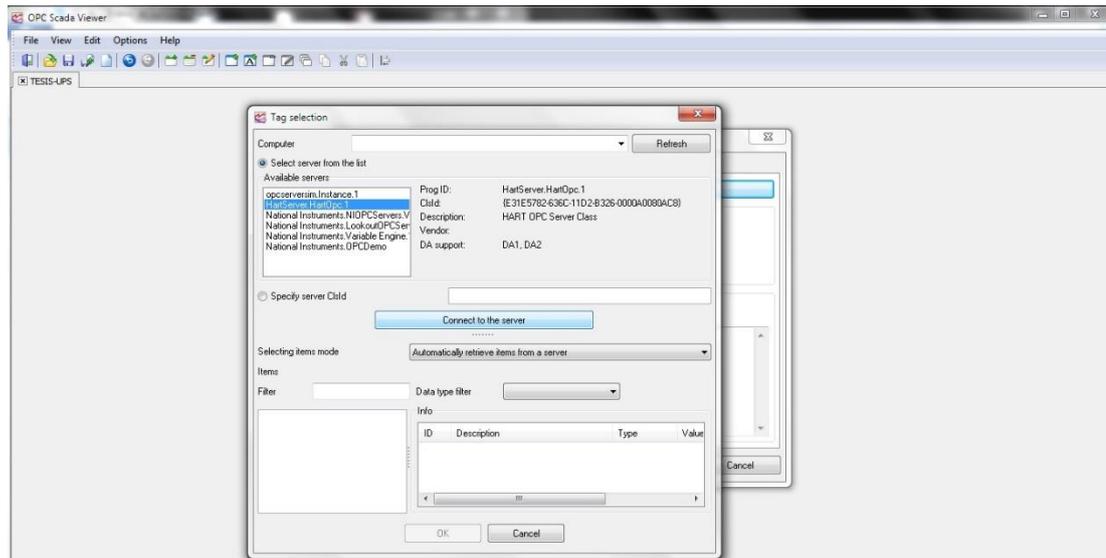


FIG 3. 44 CONEXIÓN OPC HART SERVER

Fuente: Los Autores

4.- Luego de realizar la conexión con el HART SERVER, se despliegan los valores medidos por los instrumentos de campo.

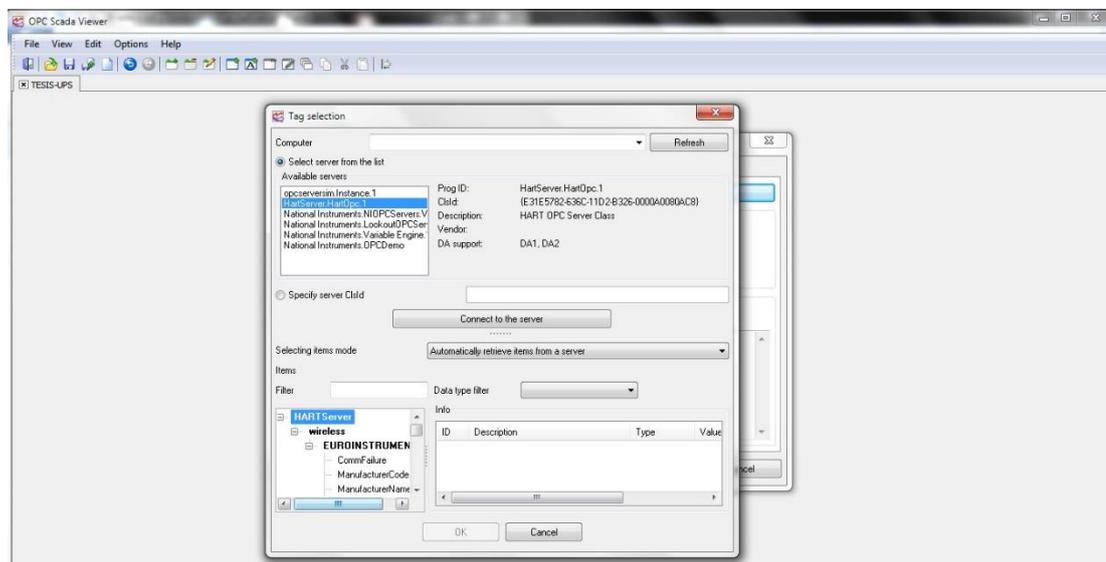


FIG 3. 45 SELECCIÓN DE VARIABLE EN OPC SCADA VIEWER

Fuente: Los Autores

5.- En este caso como deseamos visualizar los valores de nivel, presión y temperatura. Seleccionamos en nuestra lista de valores los que corresponden a la variable de medición primaria (PV) para nuestros instrumentos.

6.- Luego de seleccionar los datos de medición, el Software OPC SCADA VIEWER nos permite ver de manera numérica los valores adquiridos de los instrumentos de campo.



FIG 3. 46 VISUALIZACIÓN DE VALORES EN OPC SCADA WIEVER

Fuente: Los Autores

CAPÍTULO IV

PRÁCTICAS DIDÁCTICAS

4.1.- DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS DIDÁCTICAS

Para el desarrollo de las actividades prácticas de este banco de prueba, se lo ha realizado con el fin que el estudiante pueda configurar los instrumentos de campo, los adaptadores inalámbricos y el Fieldgate.

Para esto es importante que el estudiante, tenga muy en cuenta la clase de instrumentos de campo que va a configurar y los parámetros principales que deben ser ingresados para que la medida sea correcta.

Para la ejecución de estas prácticas, el estudiante debe tener un conocimiento de las materias de instrumentación, sensores y automatismo. El estudiante debe tener conocimientos de formación técnica, para el momento de realizar los diferentes conexiones en los instrumentos lo desarrolle de la mejor manera.

El correcto aprendizaje de estas prácticas didácticas, dará al estudiante una buena formación en el área técnica sobre todo en la parte de instrumentación y sensores. Tener conocimiento prácticos de configuración de instrumentos que en la industria es muy importante.

PRÁCTICA #1

FUNCIONAMIENTO DE UN MEDIDOR DE TEMPERATURA

Objetivos

1. Investigar el principio de funcionamiento de un sensor de temperatura RTD.
2. Comprobar la señal de salida del sensor de temperatura.
3. Linealizar el transmisor de temperatura de acuerdo a un rango solicitado.
4. Comprobar la linealización del transmisor de temperatura.

Materiales

- Un sensor de temperatura, tipo RTD.
- Transmisor de temperatura.

Procedimiento y Desarrollo

1. Funcionamiento de un sensor de temperatura RTD.

El funcionamiento de una RTD, consiste en el cambio del valor de resistencia de acuerdo al valor de temperatura que se encuentre el sensor. Este valor de resistencia tiene un cambio lineal a diferencia de las termocuplas.

2. Con el multímetro, verificar el cambio de resistencia que tiene la RTD al variar el valor de temperatura.

Valor de Temperatura (°C)	Valor de Resistencia (Ω)
0°C	100.01 Ω
50°C	119.41 Ω
100°C	138.49 Ω

TAB 4. 1 VALORES DE RTD

Fuente: Los Autores

- Por medio de la interfaz de temperatura, linealizar el transmisor de temperatura de acuerdo al rango solicitado por el instructor.

Se configuro el transmisor de temperatura, en el siguiente rango de medición:

Rango de Temperatura (°C)	Salida de Corriente (mA)
0 °C	4 mA
100 °C	20 mA

TAB 4. 2 RANGO DE TEMPERATURA

Fuente: Los Autores

- Verificar mediante un multímetro que la linealización realizada sea correcta.

Verificación de la linealización °C Vs 4-20mA					
Paso	°C	0	50	75	100
1	Señal 4-20mA Teórica	4 mA	12 mA	16 mA	20 mA
2	Señal 4-20mA Practica	4.01 mA	11.99 mA	16.02 mA	19.99 mA

TAB 4. 3 VALORES DE CORRIENTE

Fuente: Los Autores

5. Gráfica



FIG 4. 1 VISUALIZACIÓN DE VALORES EN OPC SCADA WIEVER

Fuente: Los Autores

PRÁCTICA #2

FUNCIONAMIENTO DE UN MEDIDOR DE NIVEL TIPO RADAR ONDA GUIADA

Objetivos

1. Investigar el principio de funcionamiento de un sensor de nivel tipo radar.
2. Comprobar la señal de salida del sensor de nivel.
3. Linealizar el transmisor de nivel, de acuerdo a un rango solicitado.
4. Comprobar la linealización del sensor.

Materiales

- Un sensor de Nivel Tipo Radar
- Un recipiente con conexión adecuada
- Fluido: Agua

Procedimiento y Desarrollo

1. Funcionamiento de un sensor de Nivel tipo Radar Onda Guiada.

El funcionamiento de un medidor de nivel tipo radar, es que emite una onda electromagnética por su cuerda o corneta y el mide el tiempo que la onda se demora en tener contacto con el fluido y regresar a la corneta. Esto se lo conoce como la medición del tiempo de vuelo.

2. Por medio de la interfaz Hart, linealizar el transmisor de nivel de acuerdo al rango solicitado por el instructor.

Se configuro el transmisor de nivel, en el siguiente rango de medición:

Rango de Nivel (mm)	Salida de Corriente (mA)
0 mm	4 mA
410 mm	20 mA

TAB 4. 4 RANGO DE NIVEL

Fuente: Los Autores

3. Verificar mediante un multímetro que la linealización realizada sea correcta.

Verificación de la linealización mm Vs 4-20mA					
Paso	Mm	0	205	307.5	410
1	Señal 4-20mA Teórica	4 mA	12 mA	16 mA	20 mA
2	Señal 4-20mA Practica	3.99 mA	12.04 mA	16.01 mA	19.97 mA

TAB 4. 5 VALORES DE CORRIENTE

Fuente: Los Autores

4. Gráfica

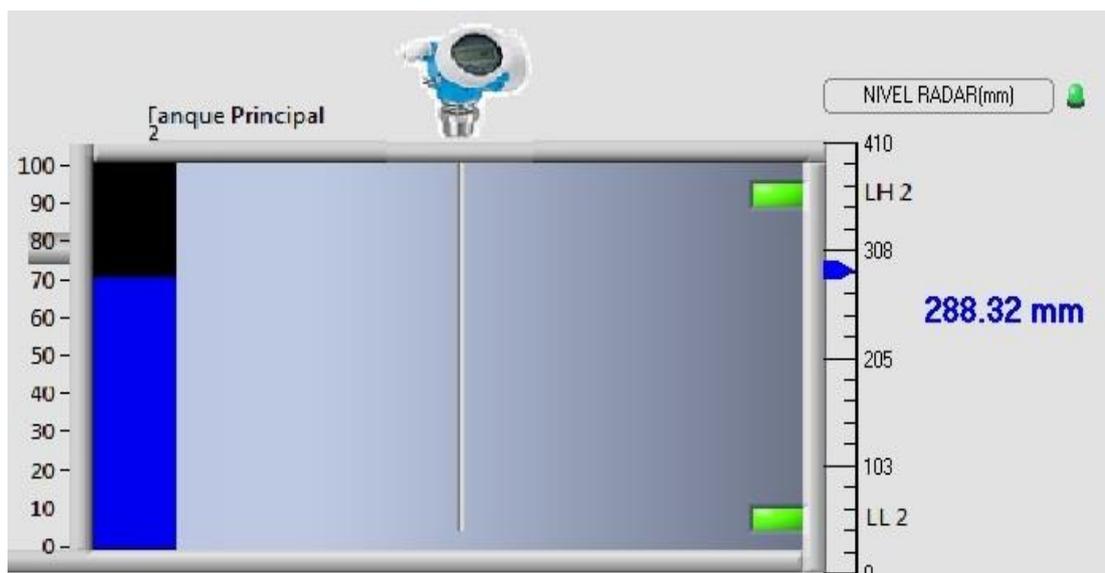


FIG 4. 2 VISUALIZACIÓN DE VALORES EN OPC SCADA WIEVER

Fuente: Los Autores

PRÁCTICA # 3

FUNCIONAMIENTO DE UN TRANSMISOR DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA

Objetivos

1. Investigar el principio de funcionamiento de un Transductor de Presión.
2. Comprobar la señal de salida del sensor de Presión.
3. Comprobar la linealización del sensor.

Materiales

- Un Transmisor de presión
- Un recipiente con conexión adecuada
- Fluido: Agua

Procedimiento y Desarrollo

1. Funcionamiento de un transmisor de presión.

El funcionamiento del transmisor de presión, se debe a que su diafragma debido a la presión que ejerce el fluido tiende a deformarse y por medio de su electrónica se puede conocer el valor de presión.

2. Por medio de la interfaz Hart, linealizar el transmisor de presión de acuerdo al rango solicitado por el instructor.

Se configuro el transmisor de nivel, en el siguiente rango de medición:

Rango de Nivel (mbar)	Salida de Corriente (mA)
0 mm	4 mA
50 mbar	20 mA

TAB 4. 6 RANGO DE PRESIÓN

Fuente: Los Autores

3. Verificar mediante un multímetro que la linealización realizada sea correcta.

Verificación de la linealización mbar Vs 4-20mA					
Paso	mbar	0	25	37.5	50
1	Señal 4-20mA Teórica	4 mA	12 mA	16 mA	20 mA
2	Señal 4-20mA Practica	3.98 mA	12.02 mA	16.03 mA	19.99 mA

TAB 4. 7 VALORES DE CORRIENTE

Fuente: Los Autores

4. Gráfica

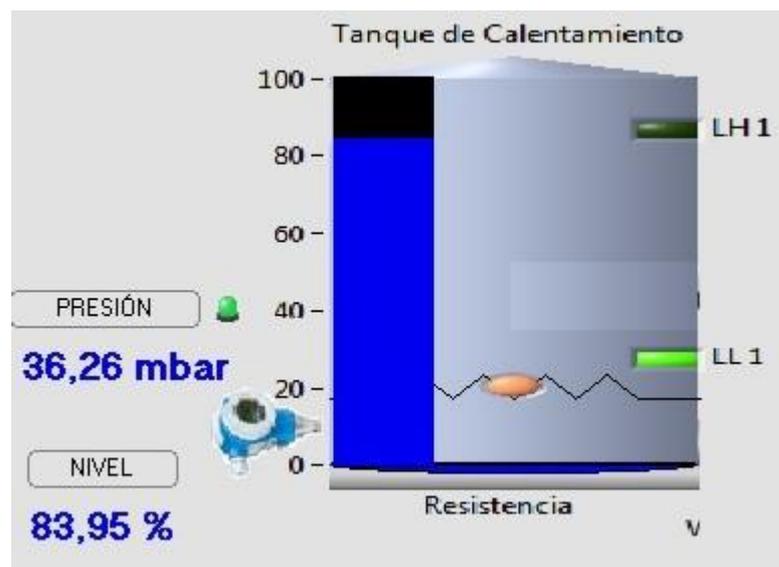


FIG 4. 3 VISUALIZACIÓN DE VALORES EN OPC SCADA WIEVER

Fuente: Los Autores

PRÁCTICA # 4

PROGRAMACIÓN DEL FIELDGATE WIRELESSHART

Objetivos

1. Consultar sobre la tecnología WirelessHart.
2. Programar el Fieldgate de acuerdo a los datos indicados.
3. Comunicar el Fieldgate con los adaptadores.

Materiales

-Interfaz hart Universal.

-Un Fieldgate.

-Cable Ethernet

- Fuente de 24VDC

Procedimiento

1. **Por medio de la interfaz ethernet ingresar al sistema de programación del Fieldgate.**

Para ingresar a la programación del Fieldgate, se debe colocar en el Internet Explorer la dirección IP 192.168.1.1.

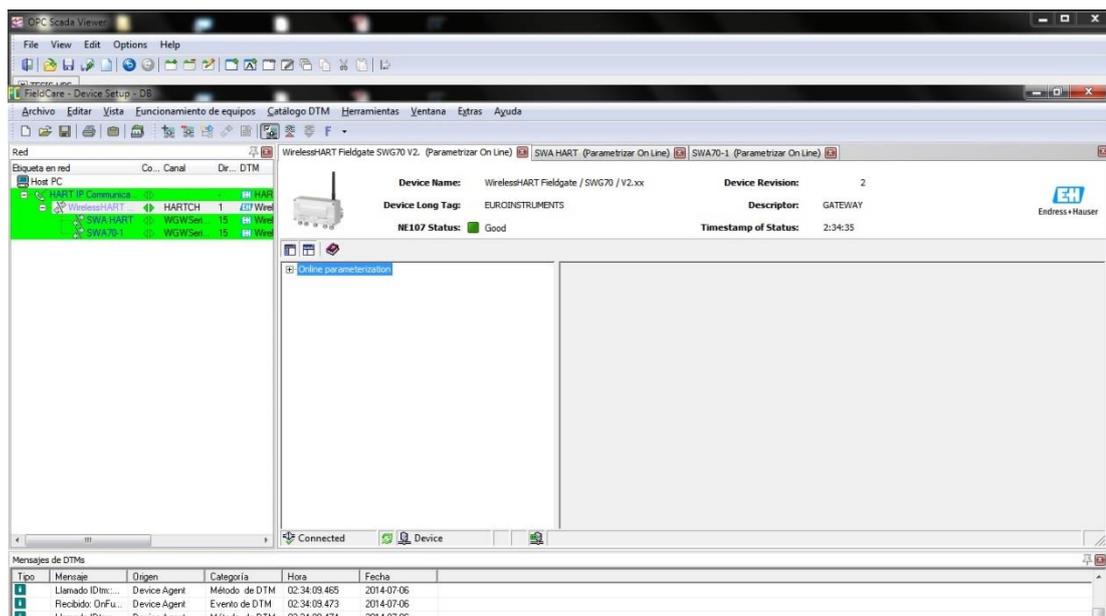


FIG 4. 4 CONFIGURACIÓN FIELDGATE

Fuente: Los Autores

2. Ingresar los datos solicitados dentro de los parámetros

Para la práctica debemos ingresar la siguiente información, en los parámetros del Fieldgate:

- **Nombre de Red:** 1447
- **Contraseña:** 333333333

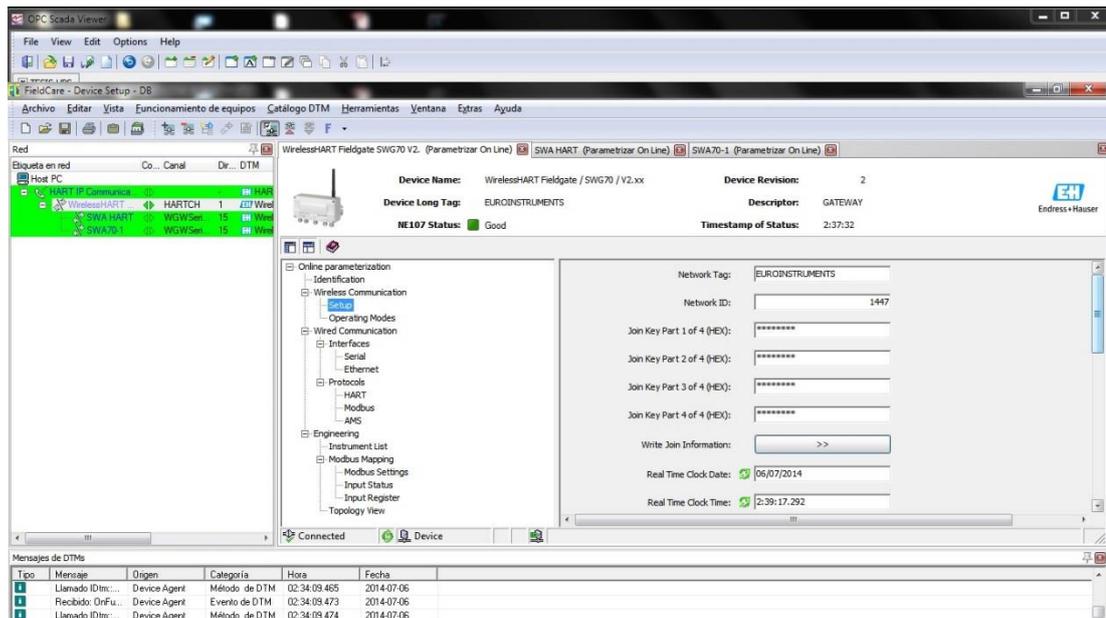


FIG 4. 5 CONFIGURACIÓN RED FIELDGATE

Fuente: Los Autores

3. Comprobar el estado de comunicación del Fieldgate.

Para verificar que el adaptador se encuentra en red con el Fieldgate, se debe colocar en el Internet Explorer la dirección IP 192.168.1.1 y nos debe indicar el estado de la comunicación, como se indica en el siguiente gráfico:

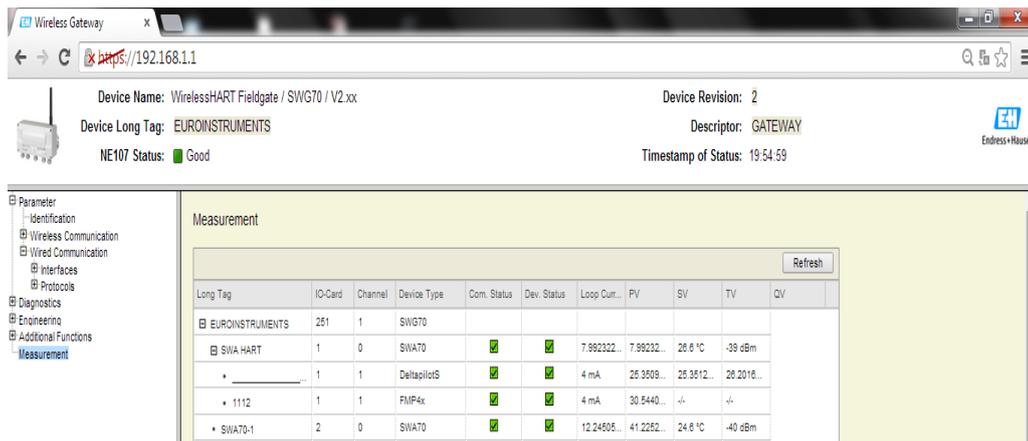


FIG 4. 6 VISUALIZACIÓN EL WEB SERVER

Fuente: Los Autores

4. Conexión Ethernet entre Fieldgate y computador.

La conexión ethernet entre el Fieldgate y el computador se indica en el desarrollo e implementación de la tesis.

ANEXOS DE LA PRÁCTICA

- Identificación de Equipo

Parameter	Meaning	Example	Default
Device Long Tag	Identifies the device within the WirelessHART network – Max. 32 character ASCII "Latin 1" string	Fieldgate_ SWG70_01	–
Device Tag	Normally identifies the measuring point in the plant – Max. 8 character HART Packed ASCII string*	FG_100	–
Descriptor	User text decribing, e.g. function or location of Fieldgate SWG70 – Max. 16 character HART Packed ASCII string*	AREA1, TANKS	–
Date	Date, dd.mm.yyyy, indicating the date of the last parameter change	11.06.2009	01.04.2009
Message	User message, to be transmitted with information from the adapter – Max. 32 character HART Packed ASCII string*	–	–
Serial number	Indicates serial number of connected Fieldgate SWG70	–	–
Order Code	Indicates oder code of connected Fieldgate SWG70	–	–
Order Ident	Indicate order identification of the connected Fieldgate SWG70	–	–
Country Code	Country in which the adapter is to be used - select from list – Governs the signal strength that can be set for the device	United Kindom	Germany

* Valid cahracter set: @ A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
[\] ^ _ blank ! " # \$ % & ' () * + , - . / 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ; < = > ?

- Programación del Fieldgate

Parameter	Meaning	Example	Default
Network Tag	32-character network identification tag of Fieldgate SWG70	Area_1_FG_100	–
Network ID	Unique identification number of the network – Valid range 0 - 99999	2010	1447
Join Key Part 1 of 4	User network password, 8 hexadecimal characters, Part 1 of 4	33333333	456E6472
Join Key Part 2 of 4	User network password, 8 hexadecimal characters, Part 2 of 4	33333333	65737320
Join Key Part 3 of 4	User network password, 8 hexadecimal characters, Part 3 of 4	33333333	2B204861
Join Key Part 4 of 4	User network password, 8 hexadecimal characters, Part 4 of 4	33333333	75736572
Write Join Information	Press the button to download your changes and restart the network	–	–
RTC Date	Indicates date setting for the network	–	–
RTC Time	Indicates time setting for the network	–	–
Network start date	Indicates the date on which the network was created	–	
Network start time	Indicates the time at which the network was created	–	
Allow New Devices	Determines whether new devices are allowed to join the network <ul style="list-style-type: none"> ■ All: any device can join the network ■ None: no device can join the network 	All	All
Radio Power	Determines power of the radio signal emitted by the device. <ul style="list-style-type: none"> – Selection and default value depend on the Country Code – Observe local restrictions for 2.4 GHz equipment 	10dB	–

PRÁCTICA # 5

PROGRAMACIÓN DE UN ADAPTADOR WIRELESSHART

Objetivos

1. Consultar sobre la tecnología Wirelesshart.
2. Programar el adaptador inalámbrico, de acuerdo a los datos indicados.
3. Conectar el adaptador al instrumento indicado.

Materiales

- Interfaz Hart Universal.
- Un Adaptador Inalámbrico.
- Un sensor de presión, temperatura o nivel.

Procedimiento y Desarrollo

- 1. Por medio de la interfaz hart ingresar al sistema de programación del adaptador.**

Para ingresar a la programación del adaptador inalámbrico, se debe tener en cuenta que el adaptador este encendido. Luego mediante la interfaz hart nos conectamos en los terminales 6 y 7. Luego mediante el Fieldcare ingresamos a la configuración del equipo.

- 2. Ingresar los datos solicitados dentro de los parámetros**

Para la práctica debemos ingresar la siguiente información, en los parámetros del adaptador:

- **Nombre de Red:** 1447
- **Contraseña:** 333333333

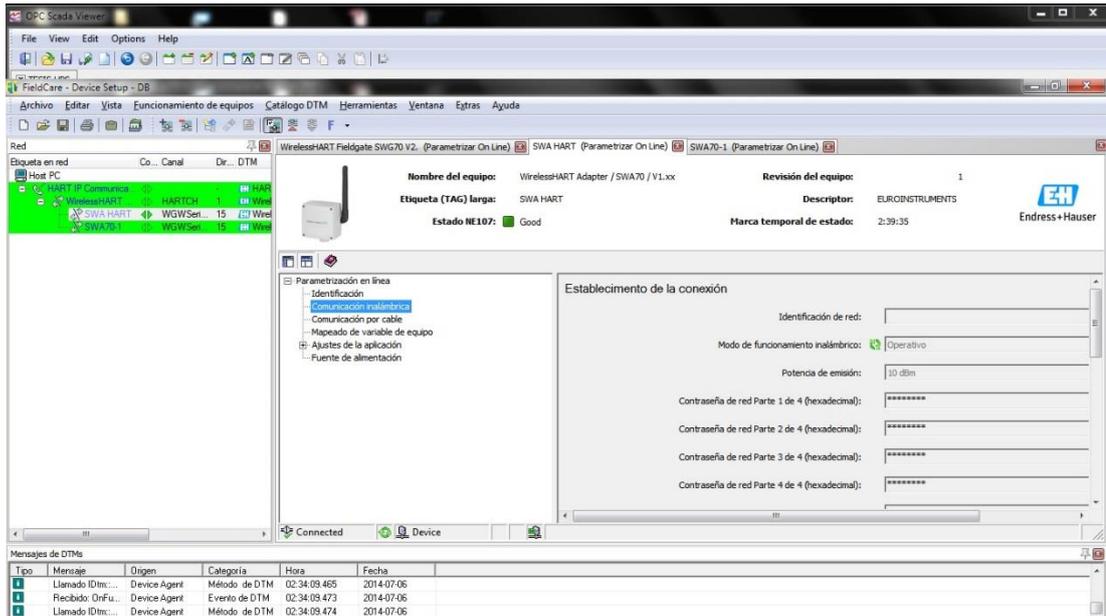


FIG 4. 7 CONFIGURACIÓN ADAPTADOR

Fuente: Los Autores

NOTA: En los anexos de la práctica, se encuentra una gráfica de los parámetros que tiene el adaptador Wireless

3. Comprobar el estado de comunicación del adaptador.

Para verificar que el adaptador se encuentra en red con el Fieldgate, se debe colocar en el Internet Explorer la dirección IP 192.168.1.1 y nos debe indicar el estado de la comunicación, como se indica en el siguiente gráfico:

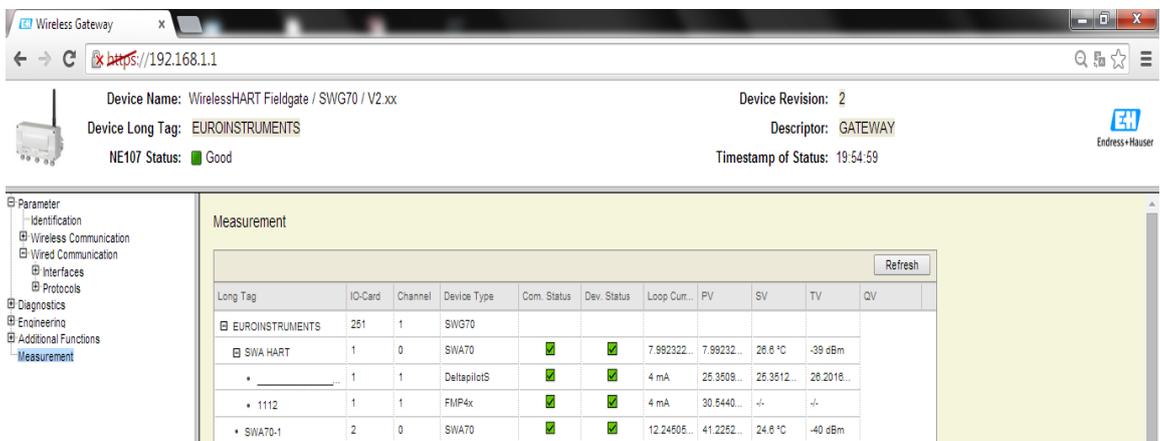


FIG 4. 8 VISUALIZACIÓN WEB SERVER

Fuente: Los Autores

4. Conexión Eléctrica entre adaptador y equipo.

La conexión eléctrica entre el adaptador y los instrumentos se indica en el desarrollo e implementación de la tesis.

5. Gráfica



FIG 4. 9 ADAPTADOR SWA70

Fuente: Los Autores

ANEXOS DE LA PRÁCTICA

- Identificación de parámetros

Parameter	Significance	Example	Default
Long Tag	For devices from HART version 6.0 onwards: Identifies the adapter within the WirelessHART network and plant and is also used for setting up burst mode and event notification – Max. 32 character ISO Latin 1	WAD001	–
Device Tag	For devices before HART version 6.0: Identifies the measuring point in the plant – Max. 8 character Packed ASCII string*	LT101	–
Descriptor	User text describing, e.g. function or location of adapter – Max. 16 character Packed ASCII string*	AREA2, TANK3	–
Date Code	Date, dd.mm.yy, indicating e.g. date of the last parameter change – New date is entered manually	11.06.2009	01.04.2009
Message	User message, to be transmitted with information from the adapter – Max. 16 character Packed ASCII string*	–	–
Polling Address	HART address of the adapter on the wired interface, valid range 0 - 63 – Since the long tag and MAC address are used to identify the device in the WirelessHART network, it is not necessary to give different devices different polling addresses	63	15
Serial Number	Serial number of the device as read from the adapter		
Order Code	Order code of the device as read from the adapter		
Order Ident	Order identification of the device as read from the adapter		
Country Code	Country in which the adapter is to be used - select from list – Governs the signal strength that can be set for the device – Determines the preset value for "SI Units only"	United States	Germany
SI Units Only	Selects the unit set to be used by the adapter ■ Unit codes restricted to SI units only: only SI units are displayed ■ No restrictions: Both metric and US units are displayed	No restrictions	No restrictions
* Valid character set: @ A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z [\] ^ _ S P ! " # \$ % & ' () * + , - . / 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ; < = > ?			

- **Comunicación Inalámbrica**

Parameter	Significance	Example	Default
Network Identification	Identification number of the network the adapter is to join – Valid range 0 - 99999	2010	1447
Wireless Operation Mode	Indicates current mode of operation of the adapter <ul style="list-style-type: none"> ■ Idle: waiting for trigger to start join procedure ■ Active Search: searching for neighbours ■ Negotiating: connection parameters are being exchanged with the network manager ■ Quarantined: network manager has temporarily stopped the adapter from joining the network ■ Operational: adapter is connected to the network ■ Suspended: network manager has permanently stopped the adapter from joining the network ■ Deep Sleep/Ultra-low Power/Passive Search: adapter is inactive 	–	
Radio Power	Power of the radio signal: either 0 or 10 – Ability to select depends on Country Code (e.g. Japan = 0 only)	10	0 or 10
Join Key Part 1 Of 4	User network password, 8 character hexadecimal, Part 1 of 4	33333333	456E6472
Join Key Part 2 Of 4	User network password, 8 character hexadecimal, Part 2 of 4	33333333	65737320
Join Key Part 3 Of 4	User network password, 8 character hexadecimal, Part 3 of 4	33333333	2B204861
Join Key Part 4 Of 4	User network password, 8 character hexadecimal, Part 4 of 4	33333333	75736572
Join Shed Time	Time in hh.mm.ss that the adapter is given to join the network after the join mode condition has been fulfilled – The adapter will continue its attempts to join the network after this time has elapsed, but with reduced intensity	00:40:00	00:40:00
Join Mode	Method by which the adapter is to join the network: <ul style="list-style-type: none"> ■ Do not attempt to join ■ Join now ■ Attempt to join immediately on power-up or reset 	Join Now	Attempt to join immediately on power-up or reset
Execute Join	Press the button to download the Wireless Communication parameters to the adapter – Depending on the value of Join Mode, the adapter will attempt to join the network immediately or after reset/power-up	–	
Join Status	Indicates the current status when joining the network <ul style="list-style-type: none"> ■ Network Packets Heard ■ ASN Acquired ■ Synchronized to Slot Time ■ Advertisement Heard ■ Join Requested ■ Join Retrying ■ Join Failed ■ Authenticated ■ Network Joined ■ Negotiating Network Properties ■ Normal Operation Commencing 	–	
Total Number of Neighbours	Indicates number of WirelessHART devices found in the vicinity of the adapter to which a connection has been made	–	
Number of Advertising Packets Received	Indicates number of advertising packages sent by neighbouring devices and/or the network manager and received by the adapter	–	
Number of Join Attempts	Indicates number of attempts the adapter has made to join the network	–	–
Active Advertising Shed Time	Time in hh.mm.ss that the adapter is given to advertise its presence to its neighbours in order that they can join the network quickly	00:40:00	00:00:00
Request Active Advertising	Pressing the button will make the adapter advertise its presence to the network for the period "Active Advertising Shed Time"	–	–
Number of Neighbours Advertising	Indicates number of neighbours that are advertising their presence and have been detected by the adapter	–	–

PRÁCTICA # 6

FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL BANCO DE PRUEBA

Objetivos

1. Verificar funcionamiento de la transmisión de datos inalámbricos Wirelesshart.
2. Programar el adaptador inalámbrico.
3. Configurar el receptor inalámbrico.
4. Configurar los instrumentos de medición (Transmisor de Nivel, Transmisor de Presión y Transmisor de Temperatura).

Materiales

- Interfaz Hart Universal.
- Adaptador Inalámbrico.
- Transmisor de presión, temperatura y nivel.
- Receptor inalámbrico
- Cable Ethernet
- Fuente de 24VDC
- Maqueta Didáctica

Procedimiento y Desarrollo

- 1. Por medio de la interfaz temperatura ingresar a la configuración del Transmisor.**

Se debe conectar el transmisor de temperatura con una fuente de 24VDC, en sus terminales de alimentación y por medio del Software READWIN 2000, se procede a linealizar su salida de corriente para ser leído por el adaptador inalámbrico.



FIG 4. 10 SOFTWARE READWIN 2000

Fuente: Los Autores

En la configuración del transmisor de temperatura, se debe indicar que tipo de sensor de temperatura se conectara (RTD o TC), las unidades de medición (°C o °F) y el rango de medición del equipo. En este caso para fin didáctico se lo configuro de 0°C a 80°C.

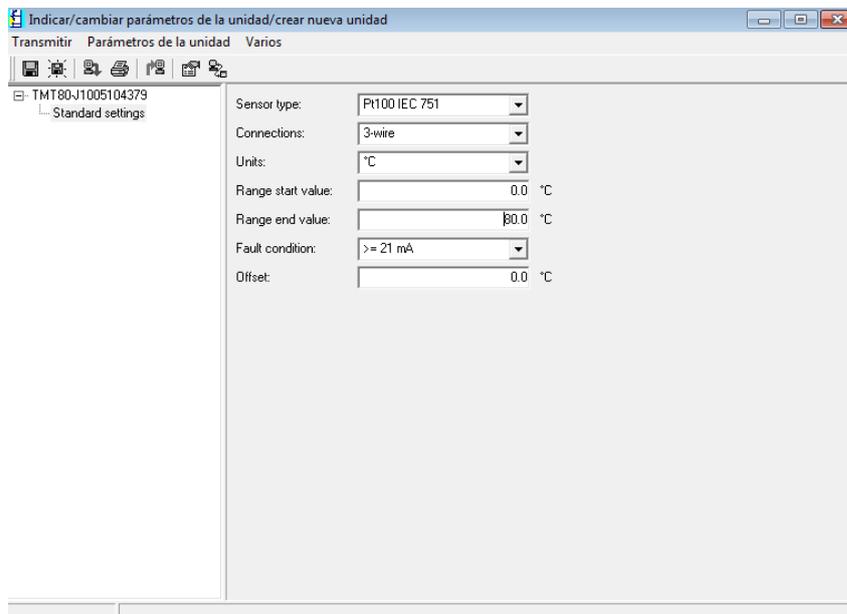


FIG 4. 11 SOFTWARE READWIN

Fuente: Los Autores

2. Por medio de la interfaz hart ingresar a la configuración del Transmisor de Nivel.

El transmisor de radar debe estar conectado con una fuente de 24VDC, en sus terminales de alimentación, se procede a linealizar su salida de corriente para ser leído por el adaptador inalámbrico. La conexión de este equipo es a 2 hilos, debido a que es un elemento pasivo.

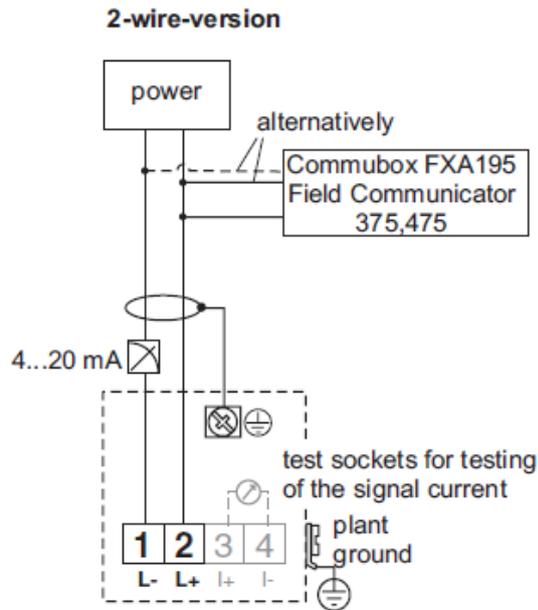


FIG 4. 12 CONEXIÓN ELÉCTRICA RADAR GUIADO

Fuente: Los Autores

Luego de realizar esta conexión eléctrica, se procede a configurar el equipo con el Software Fieldcare. Se debe ingresar los datos de altura del tanque, que tipo de material es el tanque, la altura máximo de llenado del tanque, la constante dieléctrica el fluido y para finalizar se realiza un estudio al tanque, para verificar que no existan señales que varíen la lectura de nivel.



FIG 4. 13 SOFTWARE FIELD CARE

Fuente: Los Autores

Se debe seleccionar el tipo de interfaz hart que se utilizara, para reconocimiento de los equipos.

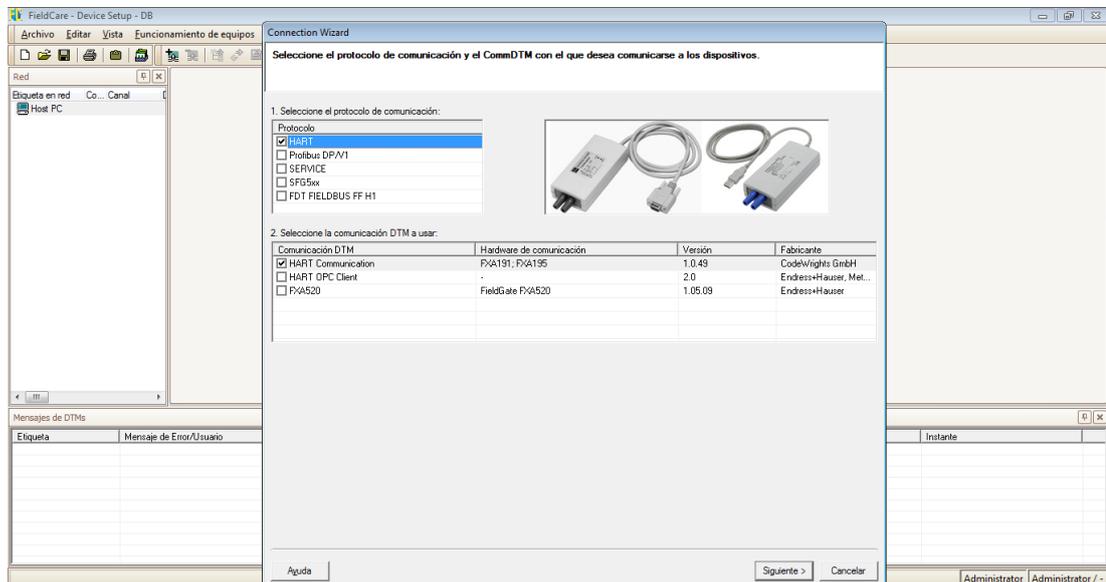


FIG 4. 14 CONFIGURACIÓN HART

Fuente: Los Autores

Luego que el transmisor de nivel es reconocido automáticamente, se procede a ingresar los parámetros descrito anteriormente.

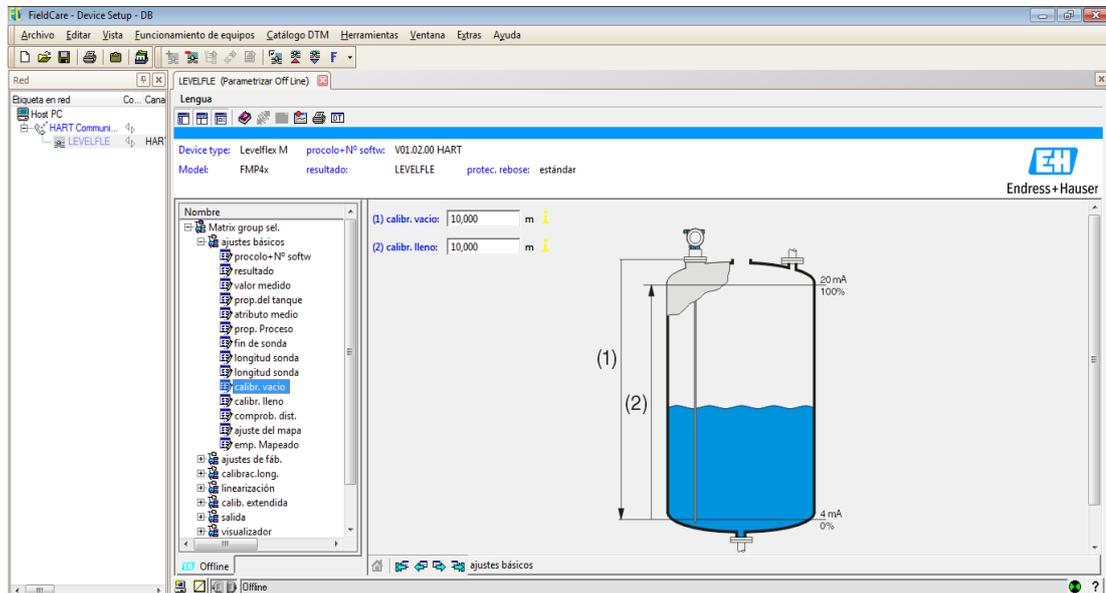


FIG 4. 15 CONFIGURACIÓN HART RADAR GUIADO

Fuente: Los Autores

3. Por medio de la interfaz hart ingresar a la configuración del Transmisor de Presión.

Se debe realizar los mismos pasos de configuración del transmisor de nivel, ingresar al Fieldcare, seleccionar la interfaz hart a utilizar y comenzar a leer automáticamente el equipo, para que sea reconocido.

Luego que el equipo es reconocido, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros a ingresar al transmisor de presión:

- Unidades de medición (mbar)
- Rango 4mA = 0 mbar
- Rango 20 mA= 45mbar
- Ajuste del cero

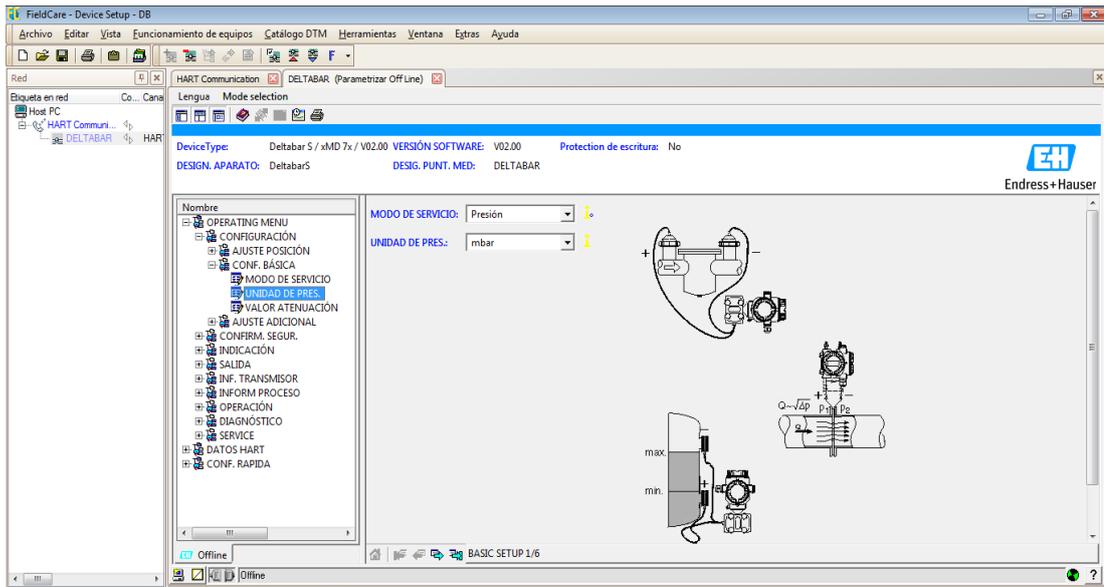


FIG. 16 CONFIGURACIÓN HART TRANSMISOR DE PRESIÓN

Fuente: Los Autores

4. Por medio de la interfaz ethernet ingresar al sistema de programación del Fieldgate.

Para ingresar a la programación del Fieldgate, se debe colocar en el Internet Explorer la dirección IP 192.168.1.1.

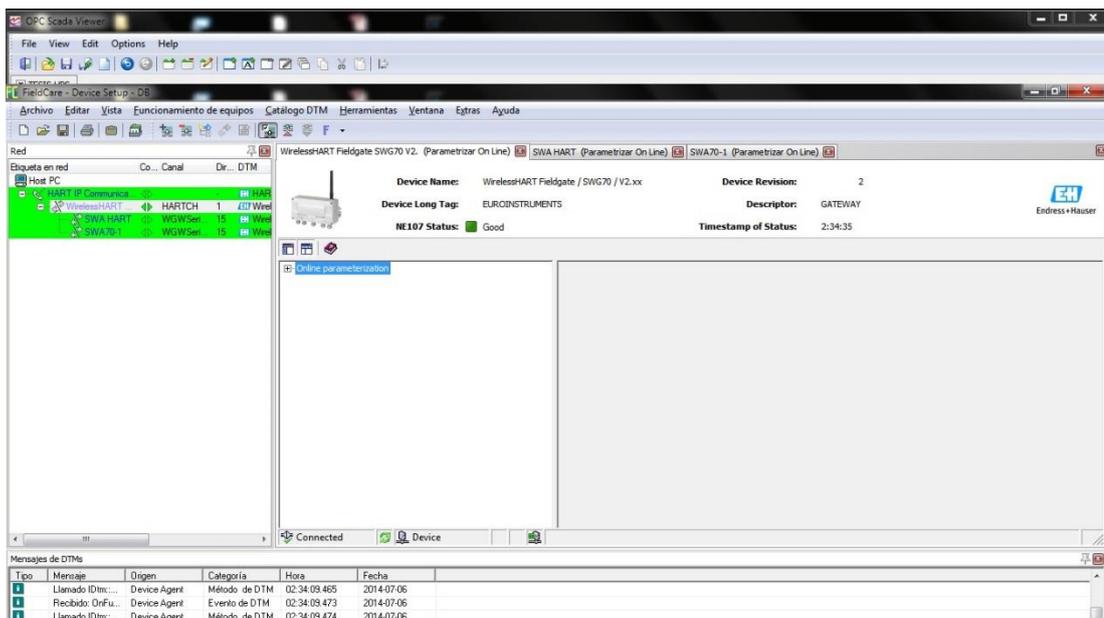


FIG. 17 CONFIGURACIÓN FIELDGATE

Fuente: Los Autores

5. Ingresar los datos solicitados dentro de los parámetros

Para la práctica debemos ingresar la siguiente información, en los parámetros del Fieldgate:

- **Nombre de Red:** 1447
- **Contraseña:** 333333333

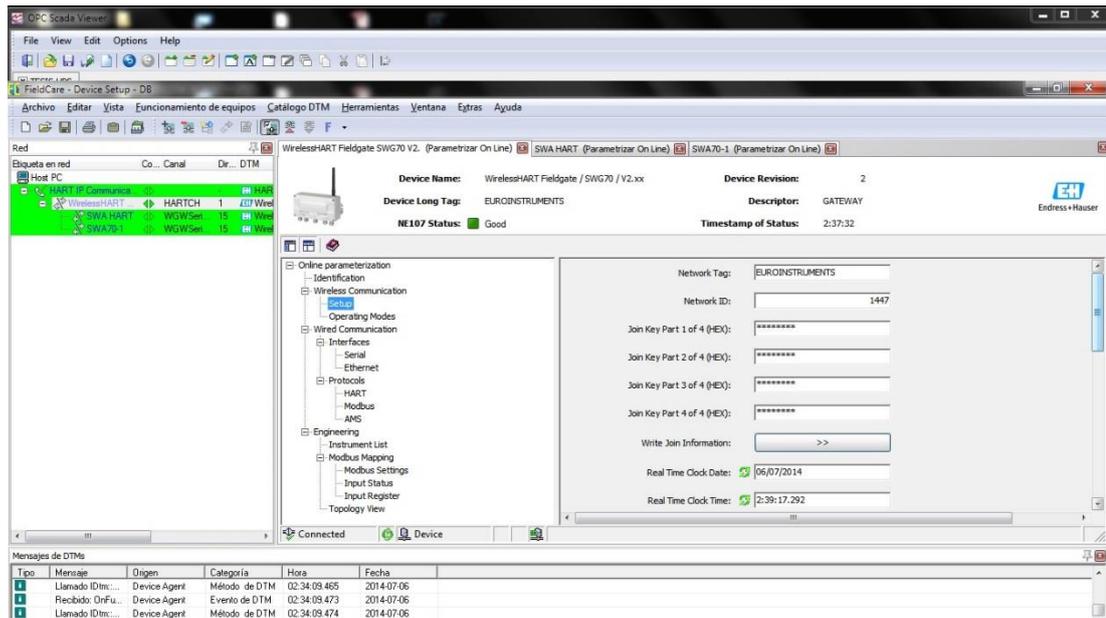


FIG 4. 18 CONFIGURACIÓN DE RED FIELDGATE

Fuente: Los Autores

6. Comprobar el estado de comunicación del Fieldgate.

Para verificar que el adaptador se encuentra en red con el Fieldgate, se debe colocar en el Internet Explorer la dirección IP 192.168.1.1 y nos debe indicar el estado de la comunicación, como se indica en el siguiente gráfico:

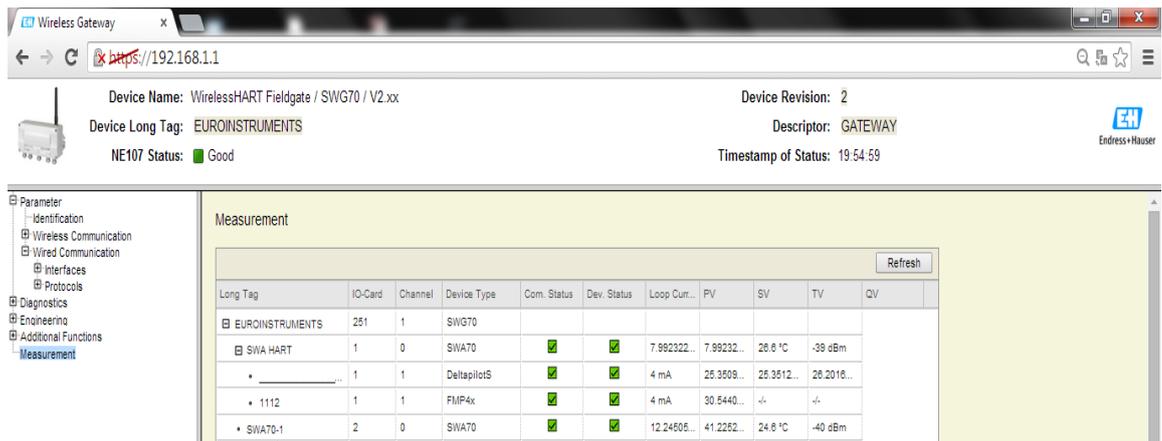


FIG 4. 19 VISUALIZACIÓN FIELDGATE

Fuente: Los Autores

7. Por medio de la interfaz hart ingresar al sistema de programación del adaptador.

Para ingresar a la programación del adaptador inalámbrico, se debe tener en cuenta que el adaptador este encendido. Luego mediante la interfaz hart nos conectamos en los terminales 6 y 7. Luego mediante el Fieldcare ingresamos a la configuración del equipo.

8. Ingresar los datos solicitados dentro de los parámetros

Para la práctica debemos ingresar la siguiente información, en los parámetros del adaptador:

- **Nombre de Red:** 1447
- **Contraseña:** 333333333

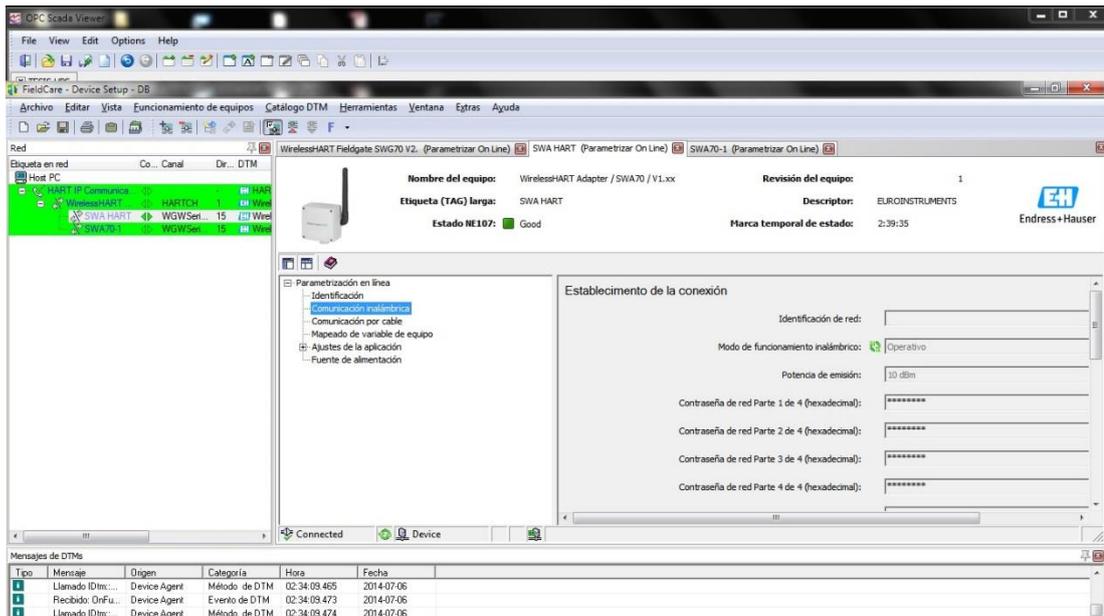


FIG 4. 20 CONFIGURACIÓN ADAPTADOR SWA70

Fuente: Los Autores

NOTA: En los anexos de la práctica, se encuentra una gráfica de los parámetros que tiene el adaptador Wireless

9. Comprobar el estado de comunicación del adaptador.

Para verificar que el adaptador se encuentra en red con el Fieldgate, se debe colocar en el Internet Explorer la dirección IP 192.168.1.1 y nos debe indicar el estado de la comunicación, como se indica en el siguiente gráfico:

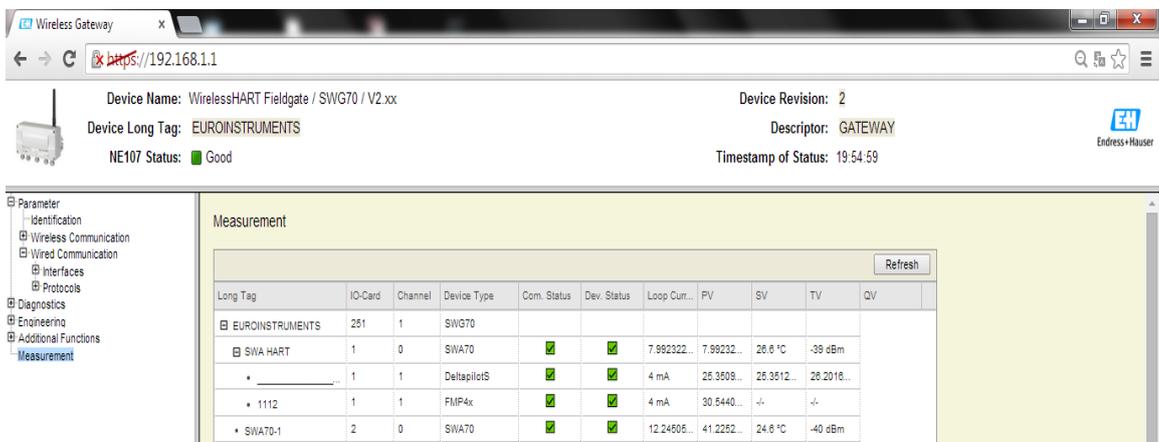


FIG 4. 21 WEB SERVER ADAPTADOR SWA70

Fuente: Los Autores

10. Pantallas de Adquisición de datos por medio del Software OPC SCADA VIEWER



FIG 4. 221 IMAGEN OPC SCADA

Fuente: Los Autores

PRESUPUESTO

Para el desarrollo del siguiente proyecto, se escogieron equipos de instrumentación de alta calidad y de buen funcionamiento. La estructura del sistema, está hecho de materiales sólidos y resistentes para su respectiva movilización.

Los tanques se los realizo de acrílico para poder tener visualización sobre el producto y ver el funcionamiento del sistema.

A continuación se detalla una lista de los materiales que se utilizó en el proyecto con sus valores referenciales:

Descripción	Código	Cantidad	Precio Unit.	Precio total
Transmisor de Nivel Tipo Radar de Onda Guiada	MICROPILOT FMP40	1	\$ 2.088,45	\$ 2.088,45
Sensor de Temperatura RTD	TST41N	2	\$ 214,02	\$ 428,04
Transmisor de Temperatura para RTD	TMT 80	1	\$ 120,06	\$ 120,06
Transmisor de Presión	FMB 70	1	\$ 2.376,30	\$ 2.376,30
Fieldgate Wireless Hart	SWG70	1	\$ 7.563,15	\$ 7.563,15
Adaptadores Wireless Hart	SWA70	2	\$ 2.519,58	\$ 5.039,16
Banco de Prueba	1	\$ 1.120,00	\$ 1.120,00
Computadora	MSI GE60 2PE Apache	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
Cable de Alimentación y Control		50	\$ 3,00	\$ 150,00
Tornillos y tuercas		100	\$ 0,10	\$ 10,00
			Total	\$ 20.395,16

TAB 4. 8 PRESUPUESTOS DEL PROYECTO

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

La experiencia obtenida de la implementación de este proyecto, es la realización de una estructura sólida y robusta con el fin de mantener el peso de los tanques con agua, no tener inconvenientes de rebose y de inestabilidad. Para la estabilidad de la estructura se la soluciono colocando unas garruchas en las bases con seguro para dejarla fija.

El transmisor de nivel utilizado para este proyecto, se lo selecciono debido a que es un equipo que se puede utilizar en muchas aplicaciones, por su estabilidad en la medición, por el rango de trabajo de esta aplicación en particular y por su salida de comunicación (Hart). Este equipo es de la gama alta de los sensores de nivel que fabrica Endress+Hauser. La precisión de este equipo es de $\pm 3\text{mm}$.

El transmisor de temperatura utilizado en este proyecto, se lo escogió por la estabilidad de medición que tiene una PT100 y el rango de medición del proceso que está trabajando. La precisión de este equipo es de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

El transmisor de presión hidrostática trabajado en este proyecto, se seleccionó debido por el principio de medición es el indicado para esta aplicación y su salida de comunicación (Hart). La precisión de este equipo es de $\pm 0.1\%$ del rango de medición. Este equipo es de la gama alta de los sensores de presión que fabrica Endress+Hauser.

Se realizó con éxito los enlaces de comunicación inalámbrica y se mostraron los datos obtenidos mediante las variables de proceso (PRESIÓN, NIVEL y TEMPERATURA) en el software de visualización OPC SCADA VIEWER.

El control que se realiza con los Switch de nivel, es para apagar la bomba y además es para cerrar la electroválvula con el fin de no dejar sin agua la resistencia calorífica y se dañe.

El sistema propuesto es para que se puedan realizar las pruebas de comunicaciones inalámbricas y el cliente pueda verificar que las lecturas de medición de los equipos en el proceso son correctas. Hay que tener muy en cuenta que este sistema es únicamente para monitoreo de las variables de un proceso y visualización de datos, no se puede realizar control por su velocidad de transmisión.

RECOMENDACIONES

Se recomienda antes de inicializar el sistema, verificar todas las conexiones eléctricas y de señalización de cada uno de los equipos antes de encender el banco de prueba, para evitar algún daño sobre los equipos.

Antes de proceder a realizar alguna simulación de proceso, verificar que la estructura se encuentre bien fija y estable.

No dejar conectado las baterías de los adaptadores Wirelesshart SWA70, cuando no se use el banco de prueba.

No encender la resistencia al menos que el nivel de agua supera la altura de donde está colocado.

Cuando se termine de usar el banco dejar sin agua los tanques, para así evitar la reproducción de larvas.

REFERENCIAS

[1]Vignoni, J. R. (2002). *Instrumentación y Comunicación Industriales*. Recuperado de http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/transparencia/Control_de_Procesos.pdf

[2]Maraña, J. C. (2005). *Instrumentación Y Control De Procesos*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/dsrpato/instrumentacioncontrolprocesos>

[3]Acevedo, J. (2006). *Instrumentación Y Control Avanzado de Procesos*. Editorial: Díaz de Santos.

[4] Autonics, *Controlador de Temperatura*. Recuperado de http://www.autonics.com.mx/products/products_2.php?big=

[5] Universidad Nacional Experimental del Táchira, *Tipos de Bombas*. Recuperado de <http://www.unet.edu.ve/~maqflu/doc/LAB-1-95.htm>

[6]Ingeniería Civil, *Bombas de desplazamiento positivo*. Recuperado de <http://www.ingenierocivilinfo.com/2011/11/bombas-de-desplazamiento-positivo.html>

[7]Procesos Fermentativos, *Bombas Dinámicas*. Recuperado de <http://buenoemmanuel.blogspot.com/2010/12/tipos-de-bombas.html>

[8]Electromagnetic Pump, *Bombas Dinámicas*. Recuperado de <http://www.answers.com/topic/electromagnetic-pump>

[9]Hart Communication, *Wirelesshart*. Recuperado de <http://www.hartcomm.org>

ENDRESS+HAUSER(2014). Datasheet *FMP40*. Manual de Instrucción de Operación

ENDRESS+HAUSER(2014). Datasheet *TMT80*. Manual de Instrucción de Operación

ENDRESS+HAUSER(2014). Datasheet *SWG70*. Manual de Instrucción de Operación

ENDRESS+HAUSER(2014). Datasheet *SWA70*. Manual de Instrucción de Operación

ENDRESS+HAUSER(2014). Datasheet *FMB70*. Manual de Instrucción de Operación

