



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN

AUTORES: GUANO BERMEO ANDRÉS RODRIGO
JIJÓN VACA FRANCISCO JAVIER

TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS
PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS, UTILIZANDO PLC-VARIADOR-
BOMBA, PARA LA OBTENCIÓN DEL PUNTO DE OPERACIÓN DE
LA INTERACCIÓN BOMBA-SISTEMA, EN EL LABORATORIO DE
REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE EXTENSIÓN
LATACUNGA.

DIRECTOR: ING. PRUNA EDWIN.
CODIRECTOR: ING. ÁVILA GALO.

LATACUNGA, NOVIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS - ESPE
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICADO

Ing. Edwin Pruna (DIRECTOR)

Ing. Galo Ávila (CODIRECTOR)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “*DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS, UTILIZANDO PLC-VARIADOR-BOMBA, PARA LA OBTENCIÓN DEL PUNTO DE OPERACIÓN DE LA INTERACCIÓN BOMBA-SISTEMA, EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA*” realizado por *Andrés Rodrigo Guano Bermeo* y *Francisco Javier Jijón Vaca*, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de alto contenido de investigación y que ayuda a la formación profesional y aplicación de conocimientos, si se recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de dos documentos empastados y dos discos compactos el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a *Andrés Rodrigo Guano Bermeo* y *Francisco Javier Jijón Vaca* que lo entregue al Ing. Franklin Silva, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Noviembre del 2014.

Ing. Edwin Pruna P.
DIRECTOR

Ing. Galo Ávila R.
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS - ESPE
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

ANDRÉS RODRIGO GUANO BERMEO
FRANCISCO JAVIER JIJÓN VACA

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “*DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS, UTILIZANDO PLC-VARIADOR-BOMBA, PARA LA OBTENCIÓN DEL PUNTO DE OPERACIÓN DE LA INTERACCIÓN BOMBA-SISTEMA, EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA*”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

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

Latacunga, Noviembre del 2014

Andrés Rodrigo Guano Bermeo

C.C. 050362398-5

Francisco Javier Jijón Vaca

C.C. 050305913-1

UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS - ESPE
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

AUTORIZACIÓN

Nosotros, *ANDRÉS RODRIGO GUANO BERMEO*
FRANCISCO JAVIER JIJÓN VACA.

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo *“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS, UTILIZANDO PLC-VARIADOR-BOMBA, PARA LA OBTENCIÓN DEL PUNTO DE OPERACIÓN DE LA INTERACCIÓN BOMBA-SISTEMA, EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”*, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Noviembre del 2014.

Andrés Rodrigo Guano Bermeo

C.C. 050362398-5

Francisco Javier Jijón Vaca

C.C. 050305913-1

DEDICATORIA

Este trabajo va dirigido a Dios quien me dio la vida y me dio las fuerzas para siempre seguir adelante, con todo mi amor hacia mis padres quienes siempre me dieron todo para estudiar siempre esforzándose y pese a los momentos difíciles siempre conté con ellos, a mi hermana, a mi novia, a mi familia y amigos que estuvieron siempre apoyándome y dándome fuerzas para seguir adelante sin decaer durante todos los años de estudio en esta prestigiosa institución.

Andrés.

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi Madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mis hermanos, por compartir los buenos y malos momentos ayudándome siempre a salir adelante. A ustedes mi familia, mi sentimiento de gratitud, pues con su contingente y apoyo decidido han contribuido a que se cristalice la meta que juntos nos hemos propuesto.

Francisco.

AGRADECIMIENTO

Agradeciendo primero a Dios por la vida que me dio, a la Universidad de las Fuerzas Armadas quien me abrió las puertas de su institución y me permitió estudiar con beca con la ayuda de la Doctora Acurio. A mis padres y familia que siempre me han formado con buenos principios. A mi novia Carina Hidalgo que siempre me dio ánimos para continuar. A la ingeniera Jacqueline Llanos quien me permitió realizar pasantías como ayudante de Catedra. Y un agradecimiento muy especial a mis tutores de tesis Ing. Edwin Pruna e Ing. Galo Ávila por la confianza, apoyo y dedicación brindada, quienes desde la formación académica siempre estuvieron guiándonos y compartiendo los conocimientos y sobre dándome su amistad.

Andrés Guano

A Dios, por darme la fortaleza y la fe para cumplir una meta muy importante en mi vida. A mi familia, por su apoyo incondicional en todo momento que lo necesité, a quienes han sido mi fuente de inspiración y ejemplo de superación para culminar mi carrera profesional. A mis tutores de tesis Ing. Edwin Pruna e Ing. Galo Ávila a quienes respeto y estimo mucho, por toda su ayuda y tiempo brindado.

Francisco Jijón

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICADO.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRAC.....	xix
CAPÍTULO 1	1
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. TRANSMISORES INDUSTRIALES	1
1.2.1. TRANSMISORES NEUMÁTICOS.....	1
1.2.2. TRANSMISORES ELECTRÓNICOS.....	2
1.2.3. TRANSMISORES INTELIGENTES	3
a. TRANSMISOR DE PRESIÓN GEORG FISCHER SIGNET 8450	4
a.1 SENSOR DE PRESIÓN GEORG FISCHER SIGNET 2450	5
b. TRANSMISOR DE FLUJO GEORG FISCHER SIGNET 8550.....	6
b.1 SENSOR DE FLUJO DE RUEDA DE PALETAS GEORG FISCHER SIGNET 8510.....	7
1.3. VARIADOR DE FRECUENCIA.....	9
1.3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL VARIADOR DE FRECUENCIA.	9
1.3.2. SINAMICS G110	11
1.4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	12

1.4.1.	PLC SIEMENS S7-1200.....	12
a.	MÓDULOS DE SEÑALES.....	16
b.	SEÑALES INTEGRADAS.....	16
c.	MÓDULOS DE COMUNICACIÓN.....	17
1.5.	KTP600 BASIC COLOR PN.....	18
1.6.	BOMBA.....	19
1.6.1.	BOMBA CENTRÍFUGA.....	20
1.6.2.	ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DE LA BOMBA	20
1.7.	ESTRATEGIAS DE CONTROL DE PROCESOS.....	22
1.7.1.	CONTROL PROPORCIONAL.....	24
1.7.2.	CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL	25
1.7.3.	CONTROL PROPORCIONAL DERIVATIVO	27
1.7.4.	CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO	29
1.8.	AJUSTE DE CONTROLADORES.....	30
1.8.1.	MÉTODO DE TANTEO (LAZO CERRADO).....	30
1.8.2.	MÉTODO DE OSCILACIÓN CONTINUA (LAZO CERRADO)	31
1.8.3.	MÉTODO DE LA CURVA DE REACCIÓN (COHEN Y COON)	32
1.9.	SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN.....	33
1.9.1.	TIA PORTAL	33
1.9.2.	LABVIEW.....	34
1.9.3.	OPC.....	35
CAPÍTULO 2		38
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN		38
2.1.	INTRODUCCIÓN	38
2.2.	ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA.....	38
2.3.	ESTRUCTURA	40
2.4.	DIAGRAMA PANEL.....	40
2.4.1.	DIAGRAMA PANEL FRONTAL	40

2.4.2.	DIAGRAMA PANEL LATERAL.....	41
2.5.	DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA.....	42
2.6.	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA	44
2.6.1.	DIGRAMA DE BLOQUES LAZO CERRADO.....	46
2.6.2.	DIGRAMA DE BLOQUES LAZO ABIERTO	47
2.7.	DIAGRAMA P&ID DEL SISTEMA	47
2.8.	DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA	50
2.9.	PROGRAMACIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA	51
2.10.	AJUSTE DEL TRANSMISOR DE FLUJO.....	56
2.10.1.	MODIFICAR LA CALIBRACIÓN DEL TRANSMISOR DE FLUJO...56	
2.10.2.	MODIFICAR LAS OPCIONES DEL TRANSMISOR DE FLUJO	58
2.11.	AJUSTE DE LOS TRANSMISORES DE PRESIÓN	59
2.11.1.	MODIFICAR LA CALIBRACIÓN DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN	60
2.11.2.	MODIFICAR LAS OPCIONES DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN.....	61
2.12.	PROGRAMACIÓN TIA PORTAL.....	63
2.12.1.	CREAR UN PROYECTO.....	63
2.12.2.	PROGRAMACIÓN DEL PLC S7-1200	71
a.	ESCALAMIENTO DE VARIABLES	71
b.	CONFIGURACIÓN DEL OBJETO TECNOLÓGICO PID.....	74
c.	CARGAR PROGRAMA.....	76
2.12.3.	PROGRAMACIÓN DE LA TOUCH PANEL KTP600	84
2.13.	CONFIGURACIÓN DEL OPC.....	87
2.13.1.	CONFIGURACIÓN DEL CANAL	87
2.13.2.	CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO.....	90
2.13.3.	CREACIÓN DE TAG	93
2.14.	PROGRAMACIÓN DE LABVIEW.....	95

CAPÍTULO 3	100
RESULTADOS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES	100
3.1. INTRODUCCIÓN	100
3.2. PRUEBA DE TRANSMISORES	100
3.2.1. TRANSMISOR DE FLUJO	102
3.2.2. TRANSMISOR DE PRESIÓN A LA SUCCIÓN.....	103
3.2.3. TRANSMISOR DE PRESIÓN A LA IMPULSIÓN	105
3.3. PRUEBA DEL VARIADOR DE FRECUENCIA	106
3.4. CURVA DE LA BOMBA	109
3.4.1. OBTENCIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA.....	110
a. OBTENCIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 60HZ.....	111
b. OBTENCIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 50HZ.....	112
c. OBTENCIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 40HZ.....	114
3.4.2. DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA.....	115
a. DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 60HZ	116
b. DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 50HZ	118
c. DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 40HZ	120
3.4.3. COMPARACIÓN ENTRE LA CURVA DE LA BOMBA OBTENIDA Y DETERMINADA.....	122
3.5. CURVA DEL SISTEMA.....	125
3.5.1. CÁLCULO DE LA FRICCIÓN	125
3.5.2. CÁLCULO DE PÉRDIDAS	128
3.5.3. OBTENCIÓN DE LA CURVA DEL SISTEMA	129
3.6. PUNTO DE OPERACIÓN ENTRE BOMBA Y SISTEMA.....	131
3.6.1. PUNTO DE OPERACIÓN ENTRE BOMBA Y SISTEMA A 60HZ .	133
3.6.2. PUNTO DE OPERACIÓN ENTRE BOMBA Y SISTEMA A 50HZ .	133
3.6.3. PUNTO DE OPERACIÓN ENTRE BOMBA Y SISTEMA A 40HZ .	134
3.7. CONTROL DE CAUDAL POR VARIADOR	135
3.8. ALCANCES.....	137

3.9.	LIMITACIONES	138
CAPÍTULO 4	139
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	139
4.1.	CONCLUSIONES	139
4.2.	RECOMENDACIONES	141
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	143
	ANEXO.....	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Transmisor de presión GF Signet 8450.	4
Figura 1.2: Sensor de presión GF Signet 2450.....	6
Figura 1.3: Transmisor de flujo GF Signet 8550.	7
Figura 1.4: Sensor de flujo de rueda de paletas GF Signet 8510.	8
Figura 1.5: Diagrama de bloques variador de frecuencia	9
Figura 1.6: PLC S7 1200 y partes.....	14
Figura 1.7: Interfaz PROFINET integrada.....	15
Figura 1.8: Módulos de señales para PLC S7-1200.	16
Figura 1.9: Módulos de señales integradas para PLC S7-1200.....	17
Figura 1.10: Módulos de comunicación para PLC S7-1200.....	17
Figura 1.11: Pantalla KTP600 Basic Color PN.....	18
Figura 1.12: Curvas características de una bomba centrífuga.....	22
Figura 1.13: Diagrama de bloques de un lazo de control realimentado.....	23
Figura 1.14: Formas de onda del control proporcional con distinta ganancia (Kp).	25
Figura 1.15: Formas de onda del control integral con distinto tiempo integral (Ti).....	27
Figura 1.16: Formas de onda del control Derivativo con distinto tiempo derivativo (Td).	28
Figura 1.17: Curva de respuesta ante una entrada escalón	32
Figura 2.1: Estructura del banco de pruebas de bombas centrífugas.....	40
Figura 2.2: Diagrama panel frontal.....	41
Figura 2.3: Diagrama panel lateral.....	41
Figura 2.4: Diagrama eléctrico.....	42
Figura 2.5: Diagrama de bloques del Sistema.	44
Figura 2.6: Diagrama de bloques lazo cerrado.	46
Figura 2.7: Diagrama de bloques lazo abierto.	47
Figura 2.8: Diagrama P&ID del sistema.....	48
Figura 2.9: Diagrama de flujo del sistema.....	51

Figura 2.10: Características de la bomba centrífuga.	52
Figura 2.11: Transmisor de flujo Georg Fischer Signet 8550-1.	56
Figura 2.12: Acceso al menú de calibración.	56
Figura 2.13: Código de ingreso al menú de calibración.	57
Figura 2.14: Salir del menú de calibración.	58
Figura 2.15: Acceso al menú de opciones.	58
Figura 2.16: Código de ingreso al menú de opciones.	58
Figura 2.17: Salir del menú de opciones.	59
Figura 2.18: Transmisor de presión Georg Fischer Signet 8450-1.	60
Figura 2.19: Acceso al menú de calibración.	60
Figura 2.20: Código de ingreso al menú de calibración.	60
Figura 2.21: Salir del menú de calibración.	61
Figura 2.22: Acceso al menú de opciones.	62
Figura 2.23: Código de ingreso al menú de opciones.	62
Figura 2.24: Salir del menú de opciones.	62
Figura 2.25: Ingreso al software TIA PORTAL.	63
Figura 2.26: Ventana principal de software TIA PORTAL.	64
Figura 2.27: Ventana de configuración de dispositivos.	64
Figura 2.28: Selección del dispositivo.	65
Figura 2.29: Ventana de vista de dispositivos y redes.	65
Figura 2.30: Adición del módulo de AI/AQ.	66
Figura 2.31: Adición de la TOUCH Panel KTP600.	67
Figura 2.32: Configuración de la conexión PROFINET entre TOUCH-PLC.	68
Figura 2.33: Configuración del Formato de Imagen.	69
Figura 2.34: Editor del HMI.	69
Figura 2.35: Conexión PROFINET.	70
Figura 2.36: Configuración de la Dirección IP del PLC.	70
Figura 2.37: Configuración de la Dirección IP del HMI.	71
Figura 2.38: Ventana de programación Main.	72
Figura 2.39: Ingreso de los bloques para el escalamiento.	73
Figura 2.40: Escalamiento de la variable caudal.	73

Figura 2.41: Agregar un objeto PID.	74
Figura 2.42: Configuración de la entrada y salida del objeto PID.	75
Figura 2.43: Agregar un bloque de programa.	75
Figura 2.44: Arrastrar un objeto PID a la programación.....	76
Figura 2.45: Configuración de la dirección IP del computador.....	77
Figura 2.46: Guardar Proyecto.....	77
Figura 2.47: Dispositivos accesibles a la interfaz PG/PC.	78
Figura 2.48: PLC accesible a la interfaz PG/PC.	78
Figura 2.49: Compilar la programación del PLC.	79
Figura 2.50: Cargar la programación en el PLC.....	79
Figura 2.51: Cargar la configuración para el PLC.....	80
Figura 2.52: Cargar la programación en el PLC.....	80
Figura 2.53: Finalizar y arrancar el PLC.	81
Figura 2.54: HMI accesible a la interfaz PG/PC.....	82
Figura 2.55: Compilar la programación del HMI.....	82
Figura 2.56: Cargar la programación en el HMI.....	83
Figura 2.57: Finalizar y cargar la programación en el HMI.	83
Figura 2.58: Edición del HMI.....	84
Figura 2.59: Enlazar la variable del PLC con la curva del HMI.	85
Figura 2.60: Enlazar la variable del HMI el campo de E/S del HMI.....	86
Figura 2.61: Formato de presentación de la variable.....	86
Figura 2.62: Ingreso al NI OPC Servers.	87
Figura 2.63: Asignar el nombre canal del OPC.....	88
Figura 2.64: Elegir el driver del dispositivo del OPC.....	88
Figura 2.65: Elegir el adaptador de red del OPC.	89
Figura 2.66: Opciones del canal del OPC.....	89
Figura 2.67: Finalizar la configuración del canal del OPC.	90
Figura 2.68: Asignar el nombre del dispositivo del canal RED.	90
Figura 2.69: Elegir el modelo del dispositivo del canal RED.....	91
Figura 2.70: Elegir el modelo del dispositivo del canal RED.....	91
Figura 2.71: Opciones del dispositivo del canal RED.	92

Figura 2.72: Finalizar la configuración del dispositivo del canal RED.	93
Figura 2.73: Añadir un tag al dispositivo PLC.	93
Figura 2.74: Configuración de las propiedades del tag del dispositivo PLC.	94
Figura 2.75: Variable caudal del PLC enlazada con el tag.	94
Figura 2.76: Ingreso al software LabView.	95
Figura 2.77: Crear un nuevo proyecto en LabView.	95
Figura 2.78: Crear un proyecto en blanco en LabView.	96
Figura 2.79: Vista de la ventana del proyecto.	96
Figura 2.80: Creación del VI.	97
Figura 2.81: Propiedades del indicador.	98
Figura 2.82: Asignación del tag al indicador.	98
Figura 2.83: Asignación de la dirección al path.	99
Figura 2.84: Programación del diagrama de bloques de LabView.	99
Figura 3.1: Acceso al menú de opciones.	100
Figura 3.2: Código de ingreso al menú de opciones.	101
Figura 3.3: Salir del menú de opciones.	101
Figura 3.4: Curva de respuesta de la prueba de corriente del transmisor de flujo.	103
Figura 3.5: Curva de respuesta de la prueba de corriente del transmisor de presión a la succión.	104
Figura 3.6: Curva de respuesta de la prueba de corriente del transmisor de presión a la impulsión.	106
Figura 3.7: Curva de respuesta de la prueba de voltaje del variador de frecuencia.	108
Figura 3.8: Curva de respuesta del flujo a diferentes frecuencias	109
Figura 3.9: Programación de la obtención de datos a diferentes frecuencias.	110
Figura 3.10: Vectores obtenidos para la curva de la bomba a 60Hz.	111
Figura 3.11: Curva obtenida de la bomba a 60Hz.	112
Figura 3.12: Vectores obtenidos para la curva de la bomba a 50hz.	113
Figura 3.13: Curva obtenida de la bomba a 50hz.	113

Figura 3.14: Vectores obtenidos para la curva de la bomba a 40 Hz.....	114
Figura 3.15: Curva obtenida de la bomba a 40hz.	115
Figura 3.16: Programación de la curva de la bomba.	116
Figura 3.17: Programación de la curva de la bomba a 60 Hz.	117
Figura 3.18: Curva determinada de la bomba a 60hz.	118
Figura 3.19: Programación de la curva de la bomba a 50 Hz.	119
Figura 3.20: Curva determinada de la bomba a 50hz.	120
Figura 3.21: Programación de la curva de la bomba a 40 Hz.	121
Figura 3.22: Curva determinada de la bomba a 40hz.	122
Figura 3.23: Comparación de la curva de la bomba obtenida y determinada a 60hz.	123
Figura 3.24: Comparación de la curva de la bomba obtenida y determinada a 50hz.	124
Figura 3.25: Comparación de la curva de la bomba obtenida y determinada a 40hz.	124
Figura 3.26: Programación del cálculo de la fricción.....	127
Figura 3.27: Fórmula del cálculo de la fricción en LabVIEW.....	127
Figura 3.28: Ingreso de datos para la curva del sistema en LabVIEW.	130
Figura 3.29: Programa principal de la curva del sistema.	130
Figura 3.30: Programación del sub VI para el cálculo de la curva del sistema.....	130
Figura 3.31: Gráfica de la curva del sistema.....	131
Figura 3.32: Punto de operación de la bomba a 60, 50 y 40 Hz.	132
Figura 3.33: Punto de operación de la bomba a 60 Hz.....	133
Figura 3.34: Punto de operación de la bomba a 50 Hz.....	134
Figura 3.35: Punto de operación de la bomba a 40 Hz.....	134
Figura 3.36: Control de caudal a set point de 18 GPM.	135
Figura 3.37: Control de caudal a set point de 21 GPM y visualización en LabVIEW.....	136
Figura 3.38: Control de caudal a set point de 21 GPM y visualización en la TOUCH Panel.	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Valores sugeridos por Ziegler Nichols.....	31
Tabla 1.2. Valores sugeridos por Cohen-Coon.....	33
Tabla 2.1. Parámetros ingresados al variador de frecuencia.....	52
Tabla 3.1. Pruebas del transmisor de flujo.....	102
Tabla 3.2. Pruebas del transmisor de presión a la succión.....	104
Tabla 3.3. Pruebas del transmisor de presión a la impulsión.....	105
Tabla 3.4. Pruebas del variador de frecuencia.....	107
Tabla 3.5. Datos de la curva de la bomba obtenida a 60 Hz.	116
Tabla 3.6. Datos de la curva de la bomba obtenida a 50 Hz.	118
Tabla 3.7. Datos de la curva de la bomba obtenida a 40 Hz.	120
Tabla 3.8. Pérdidas en los accesorios.....	129

RESUMEN

El presente proyecto se a diseñado e implementado un banco de pruebas de bombas centrífugas para el análisis de la curva característica de la bomba y de la curva del sistema, con las mismas que se obtendrá el punto de operación de la interacción bomba-sistema, para ello el PLC se encarga de tomar datos de las variables de Presión y Caudal que son enviadas como señal estándar de 4 a 20 mA con la ayuda de los transmisores industriales, el PLC una vez procesada la información envía todos estos datos a través de una red Ethernet a un OPC para poder enlazar el PLC con la computadora en donde se generan las curvas deseadas. Para realizar las pruebas se tiene que realizar un control manual en el variador de frecuencia para tener una velocidad del motor constante. El PLC recibirá una señal estándar de 4 a 20 mA de la variable del proceso de caudal proveniente de un transmisor de paletas, tiene la capacidad de controlar el caudal de agua en base a un lazo de control, el PLC envía la señal de control al variador de frecuencia para regular la velocidad de una bomba centrifuga trifásica y de este modo mantener un caudal constante de acuerdo al valor que se desee. Será posible visualizar las variables del proceso en una TOUCH SCREEN que tiene un HMI en el cual se puede sintonizar y monitorear la variable.

PALABRAS CLAVE: BANCO DE PRUEBAS, PLC, TOUCH SCREEN, TRANSMISOR, PRESIÓN, CAUDAL, OPC.

ABSTRAC

This project has been designed and implemented in a test of centrifugal pumps for the analysis of the characteristic pump curve and the system curve with the same as the operating point of the pump-system interaction will be obtain, for this the PLC is responsible for taking data variables pressure and flow that are sent as standard signal 4-20 mA with the help of industrial transmitters, the PLC once processed the information sent all these data through a network Ethernet for the OPC to connect the PLC with the computer where are generated the desired curves. For testing must be performed in a manual control in the frequency converter for a motor speed constant. The PLC receive a standard signal of 4 to 20 mA of the variable process of flow from transmitter pallet, has the ability to control the water flow rate based on a control loop, the PLC sends a control signal to frequency converter for to control the speed of a centrifugal pump triphasic and thus maintain a constant flow rate according to the value you want. It will be possible to view the process variables in a TOUCH SCREEN having an HMI where you can tune and monitor variable.

KEYWORDS: TEST OF CENTRIFUGAL PUMPS, PLC, TOUCH SCREEN, TRANSMITTER, PRESSURE, FLOW, OPC.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo hará mención a todos los equipos que conforman el banco de pruebas para bombas centrífugas de forma global y también centrándose en los equipos utilizados para la construcción del mismo como son los transmisores George Fisher con sus sensores, variador de frecuencia SINAMICS G110, PLC S7 1200 con su módulo, Touch Panel KTP 600 y la bomba centrífuga, también existe información sobre las estrategias de control, ajustes de controladores y los softwares a utilizarse.

1.2. TRANSMISORES INDUSTRIALES

Los transmisores son instrumentos que convierten la señal captada por el transductor (variable del proceso) en una señal estándar (al ser estándar es compatible con cualquier instrumento de control con independencia de su marca comercial), que se transmite a distancia a un instrumento receptor indicador, registrador, controlador o combinación de estos.

Existen varios tipos de señales de transmisión: neumáticas, electrónicas, digitales, hidráulicas y telemétricas. Según el tipo de señal se clasificarán los transmisores. [1]

1.2.1. TRANSMISORES NEUMÁTICOS

Los transmisores neumáticos generan una señal neumática variable linealmente de 3 a 15 psi para el campo de medida de 0-100% de la variable. Utilizando el sistema métrico decimal la señal que se empleará será de 0,2 a 1

bar, siendo prácticamente equivalente a la anterior. Así, por este procedimiento, según la presión de salida se transmitirá un valor de la variable de medición.

Existen varias configuraciones posibles basándose todas ellas en un sistema tobera obturador, mediante el cual se regula la presión de la señal de salida. El movimiento del obturador, dejando más sección de la tobera libre o menos, determina la presión de salida, así sólo queda regular el movimiento de éste en función de la señal de entrada. [2]

Los transmisores neumáticos presentan las siguientes características:

- Un consumo de aire más bajo para el caudal nulo de salida.
- Un caudal mayor de salida hacia el receptor.
- Una zona muerta de presiones de salida.
- Son de acción directa.

1.2.2. TRANSMISORES ELECTRÓNICOS

Desde la introducción de los instrumentos electrónicos hace décadas, existe un enorme avance en el diseño de sensores y transductores de presión electrónicos. Este avance ha venido sobre todo del campo aeroespacial. Otra razón está en el desarrollo de los semiconductores, circuitos impresos, etc. Muchos sensores electrónicos incorporan elementos que transforman la energía mecánica en energía eléctrica. Generalmente son más precisos y de más rápida respuesta que los mecánicos. Esto se debe en parte a la precisión de los circuitos electrónicos y en parte a los pequeñísimos movimientos que se necesitan en los elementos elásticos para obtener el cambio eléctrico.

Los transmisores electrónicos presentan las siguientes características:

- Generan una señal estándar de 4-20 mA c.c.

- A veces esta señal de salida es sustituida por un voltaje de 1-5V, si existen problemas de suministro electrónico.
- La señal de corriente guarda relación entre la distancia de transmisión y la robustez del equipo.
- Al ser corriente continua y no alterna, elimina la posibilidad de captar perturbaciones, está libre de corriente parásitas, emplea sólo dos hilos que no precisan blindaje y permite actuar directamente sobre miliamperímetros, potenciómetros, calculadores analógicos, etc. Sin necesidad de utilizar rectificadores ni modificar la señal.
- La relación de 4 a 20 mA c.c. es de 1 a 5 la misma que la razón de 3 a 15 psi en la señal neumática y el nivel mínimo seleccionado de 4 mA elimina el problema de la corriente residual que se presenta al desconectar los circuitos a transistores.

El cero vivo con que empieza la señal (4 mA c.c.) ofrece las ventajas de poder detectar una avería por corte de un hilo (la señal se anula) y de permitir diferenciar todavía más el ruido de la transmisión cuando la variable está en su nivel más bajo. [3]

1.2.3. TRANSMISORES INTELIGENTES

Son aquellos instrumentos capaces de realizar funciones adicionales a la de la transmisión de la señal del proceso gracias a un microprocesador incorporado. Los transmisores inteligentes permiten leer valores, configurar el transmisor, cambiar su campo de medida, diagnosticar averías, calibración y cambio en el margen de medida. Algunos transmisores gozan de auto calibración, auto diagnóstico de elementos electrónicos; su precisión es de 0.075%.

Monitorea las temperaturas, estabilidad, campos de medida amplios, posee bajos costos de mantenimiento pero tiene desventajas como su lentitud, frente a variables rápidas puede presentar problemas y para el desempeño en las

comunicaciones no presenta dispositivos universales, es decir, no intercambiable con otras marcas. [4]

a. TRANSMISOR DE PRESIÓN GEORG FISCHER SIGNET 8450



Figura 1.1: Transmisor de presión GF Signet 8450.

El transmisor de presión Signet 8450 es un instrumento único que ofrece una visualización local o remota con salidas de corriente y relé. El instrumento está disponible en el campo y el panel de configuraciones de montaje, de entrada única o doble canal y está equipado con una salida de 4 a 20 mA, escalable completa y reversible para cada canal de entrada. Flexibilidad de configuración se maximiza con relés opcionales para el control de procesos y alarmante. La unidad también tiene la posibilidad de aceptar otros sensores con salida 4 a 20 mA, a través del Signet 8058 convertidor de señal.

Resistentes a químicos opciones de embalaje NEMA 4X/IP65 incluyen montaje campo altamente visible o montaje en panel negro instrumento, ambos

con una ventana de auto-sanación, un estándar de 1/4 DIN recorte. Versión de entrada dual permite calcular la diferencia (Delta P) y ofrece un ahorro de costos con salidas duales independientes.

Las características generales del transmisor de presión GF Signet 8450:

- Pantalla de cristal líquido, caracteres alfanuméricos 2 x 16
- Exactitud: $\pm 1\%$ de la escala completa
- Repetitividad: $\pm 0,5\%$ de escala completa.
- Entrada de energía: 12 a 24 voltios, DC, regulado.
- El campo de doble salida escalable 4 a 20mA
- Sensores Compatibles: 2250, 2450, 4-20mA a través de 8058-x.

Las ventajas que presenta el transmisor Georg Fischer son:

- Doble entrada del sensor.
- NEMA 4X/IP65.
- Salida de colector abierto dual.

a.1 SENSOR DE PRESIÓN GEORG FISCHER SIGNET 2450

El sensor de presión 2450 se compone de un cuerpo de PVDF de una sola pieza (fabricada mediante moldeo por inyección) y un diafragma de cerámica que proporciona una compatibilidad superior en líquidos corrosivos. Estos sensores están disponibles con salida digital (S3L) o salida de 4 a 20 mA de escala ampliable en planta. Se puede seleccionar entre tres (3) gamas de presión para obtener una resolución de medición óptima. Los sensores ofrecen un servicio de excepcional exactitud en una amplia gama de funcionamiento gracias a su función de compensación de temperatura. Las versiones con conexiones de proceso de 1/2 pulgadas son las más adecuadas para las instalaciones en línea.

Se pueden utilizar adaptadores integrales (vendidos por separado) para crear un conjunto compacto con versiones de montaje en planta del transmisor de nivel 8250 y el transmisor de presión 8450.



Figura 1.2: Sensor de presión GF Signet 2450.

Características generales del sensor de presión GF Signet 2450:

- Precisión: $\pm 1\%$ de fondo de escala a 25°C .
- Repetitividad: $\pm 0,5\%$ de fondo de escala.
- Longitud de cable estándar: 4.5 m (15 pies).
- Alta repetitividad.

b. TRANSMISOR DE FLUJO GEORG FISCHER SIGNET 8550

Los Transmisores de flujo GF Signet 8550 son instrumentos avanzados que convierten las señales de frecuencia de todos los sensores de flujo Signet GF, en una señal estándar de 4 a 20 mA para una transmisión a larga distancia, poseen máxima flexibilidad de configuración con una sola entrada/salida, dos

relés opcionales para el control de procesos., dos opciones de embalaje para el montaje integral/tubería o la instalación del panel y escalabilidad para prácticamente cualquier rango de caudal o de la unidad de ingeniería. [5]



Figura 1.3: Transmisor de flujo GF Signet 8550.

Características generales del transmisor de flujo GF Signet 8550:

- Precisión: $\pm 0,5$ Hz.
- Exactitud: $\pm 2\%$ del valor medido.
- Linealidad: $\pm 1\%$ de lectura más 0,01m/s.
- Protección contra inversión de polaridad y cortocircuitos.
- Caja: NEMA 4X IP65 frente CSA, CE, UL enumerada.

b.1 SENSOR DE FLUJO DE RUEDA DE PALETAS GEORG FISCHER SIGNET 8510

El sensor de flujo Signet 8510 Rotor-X con alta repetitividad, mide el flujo del líquido en las tuberías completas y es muy utilizado en sistemas de baja presión, además es un sensor resistente que ofrece un valor excepcional, con poco o

ningún mantenimiento, posee facilidad de instalación y mantiene una larga tradición de operación confiable.

La selección de materiales incluyendo el polipropileno y PVDF hacen que este modelo sea versátil y químicamente compatible con muchas soluciones líquidas de procesos.



Figura 1.4: Sensor de flujo de rueda de paletas GF Signet 8510.

Características generales del sensor de paletas GF Signet 8510:

- Rango de Flujo de 0,3 a 6 m/s.
- Materiales químicamente resistentes.
- Detección de flujo en ambas direcciones.
- Utiliza montaje de instalación que se ajusta para controlar la profundidad de inserción correcta del sensor y orientarlo para que sea paralelo con el flujo de fluido. [6]

1.3. VARIADOR DE FRECUENCIA

Los variadores de velocidad son dispositivos que permiten variar la velocidad en un motor controlando electrónicamente el voltaje y la frecuencia entregada al motor, manteniendo el torque constante (hasta la velocidad nominal). Su uso en cargas de torque cuadrático (bombas y ventiladores) permite ahorrar energía significativamente. [7]

1.3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL VARIADOR DE FRECUENCIA.

A continuación se presenta una figura del diagrama de bloques del variador de frecuencia.

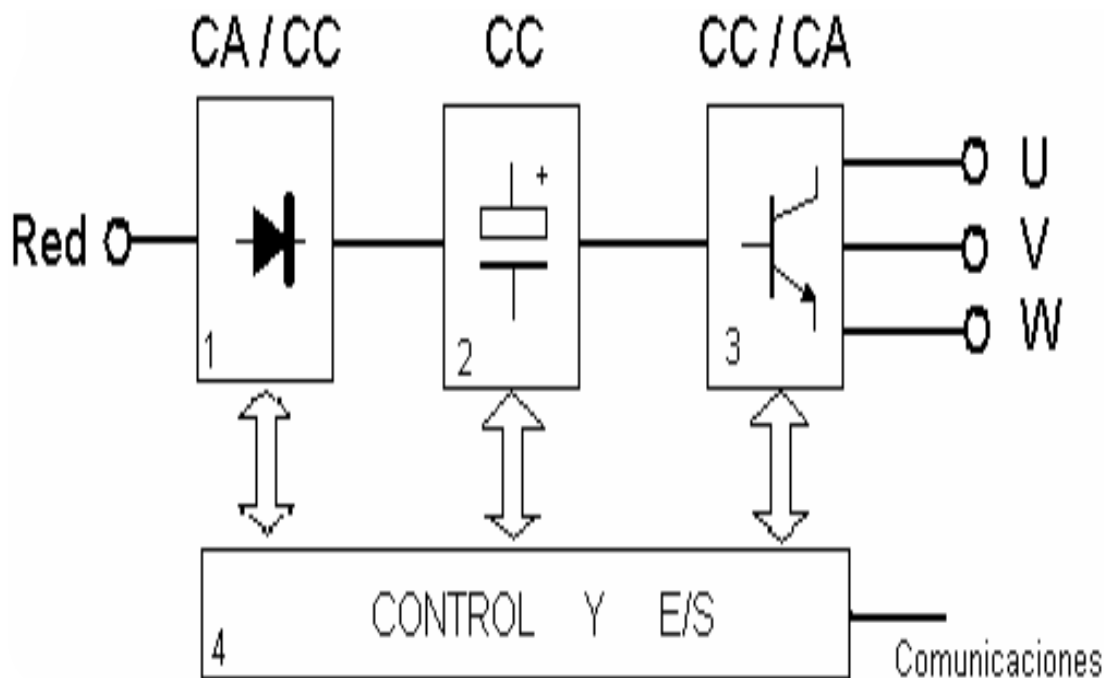


Figura 1.5: Diagrama de bloques variador de frecuencia

Descripción del diagrama de bloques del variador de frecuencia

1.- Rectificador: partiendo de la red de suministro de c.a., monofásica o trifásica, se obtiene c.c. mediante diodos rectificadores.

2.- Bus de continua: condensadores de gran capacidad (y a veces también bobinas), almacenan y filtran el c.c. rectificado, para obtener un valor de tensión continua estable, y reserva de energía suficiente para proporcionar la intensidad requerida por el motor.

3.- Etapa de salida: desde la tensión del bus de continua, un ondulator convierte esta energía en una salida trifásica, con valores de tensión, intensidad y frecuencia de salida variables. Como elementos de conmutación, se usan principalmente transistores bipolares (BJT), CMOS o similares, IGBT, tiristores (SCR), GTO, etc. Las señales de salida, se obtiene por diversos procedimientos como troceado, mediante ciclo convertidores, o señales de aproximación senoidal mediante modulación por anchura de impulsos PWM.

4.- Control y E/S: circuitos de control de los diferentes bloques del variador, protección, regulación, entradas y salidas, tanto analógicas como digitales. Además se incluye el interfaz de comunicaciones con buses u otros dispositivos de control y usuario. [8]

La elección de la instalación de un convertidor de frecuencia como método de ahorro energético supone:

- Reducción del consumo.
- Mejor control operativo, mejorando la rentabilidad y la productividad de los procesos productivos.
- Minimizan las pérdidas en las instalaciones.
- Ahorro en mantenimiento (el motor trabaja siempre en las condiciones óptimas de funcionamiento). [9]

1.3.2. SINAMICS G110

Los convertidores SINAMICS G110 son convertidores de frecuencia para regular la velocidad en motores trifásicos. Los diferentes modelos que se suministran cubren un margen de potencia de 120 W a 3,0 kW en redes monofásicas. Los convertidores están controlados por microprocesador y utilizan tecnología IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de última generación. Esto los hace fiables y versátiles. Un método especial de modulación por ancho de impulsos con frecuencia de pulsación seleccionable permite un funcionamiento silencioso del motor. Extensas funciones de seguridad ofrecen una protección excelente tanto del convertidor como del motor.

Con sus ajustes por defecto realizados en fábrica, SINAMICS G110 es ideal para una gran gama de aplicaciones sencillas de control de motores V/f., también haciendo uso del gran número de parámetros de ajuste que dispone, puede utilizarse el SINAMICS G110 en aplicaciones más avanzadas para control de accionamientos, los valores de los parámetros para el SINAMICS G110 se pueden modificar con el panel BOP (Basic Operator Panel) o bien mediante la interface USS. El SINAMICS G110 puede utilizarse tanto en aplicaciones donde se encuentre aislado como integrado en sistemas de automatización. [7]

Las características principales del variador de frecuencia SINAMICS G110 son:

- Diseño robusto en cuanto a EMC.
- 1 entrada digital con separación galvánica.
- 3 entradas digitales sin separación galvánica.
- 1 entrada analógica AIN: 0 – 10 V (solo en la variante analógica) se puede utilizar como cuarta entrada digital.
- Altas frecuencias de pulsación para funcionamiento silencioso del motor.
- BOP opcional con funcionalidad de copia de parámetros para juegos de parámetros.

- Interface interna RS485 (solo en la variante USS).
- Limitación rápida de corriente (fast current limit FCL) para funcionamiento seguro sin desconexiones por fallo.
- Frecuencias fijas.
- Función de potenciómetro motorizado.
- Re arranque automático después de cortes de red.

El variador de frecuencia SINAMICS G110 presenta las siguientes características de protección:

- Protección sobretensión / subtensión.
- Protección de sobre temperatura para el convertidor.
- Protección de defecto a tierra.
- Protección de cortocircuito.
- Protección térmica del motor.
- Protección contra la pérdida de estabilidad (vuelco) del motor. [7]

1.4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Un PLC (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1 - 5 VDC, 4 -20 mA), varios tipos de máquinas o procesos.

1.4.1. PLC SIEMENS S7-1200.

El S7-1200, es el último dentro de una gama de controladores SIMATIC de Siemens. El controlador SIMATIC S7-1200 es compacto para pequeños sistemas

de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. Gracias a su diseño compacto, su bajo costo y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas.

La familia de productos S7-1200 y la herramienta de programación STEP 7 Basic proporcionan la flexibilidad necesaria para cubrir las diferentes necesidades de automatización que se presentan en las industrias.

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de procesos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta.

Para la programación de los PLC S7-1200 se emplea el software desarrollado por Siemens "Tia Portal", el cual optimiza todos los procedimientos de procesamiento, operación de máquinas y planificación. Con su intuitiva interfaz de usuario, la sencillez de sus funciones y la completa transparencia de datos es increíblemente fácil de utilizar.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, funciones matemáticas complejas, instrucciones de conteo y temporización, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Para comunicarse con una programadora, la CPU incorpora un puerto PROFINET integrado. La CPU puede comunicarse con paneles HMI o una CPU diferente por la red PROFINET.

En la figura 1.6 se muestran las partes PLC S7 1200 que incluyen:

1. Conector de corriente.
2. Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas).
3. LED's de estado para las E/S integradas.
4. Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

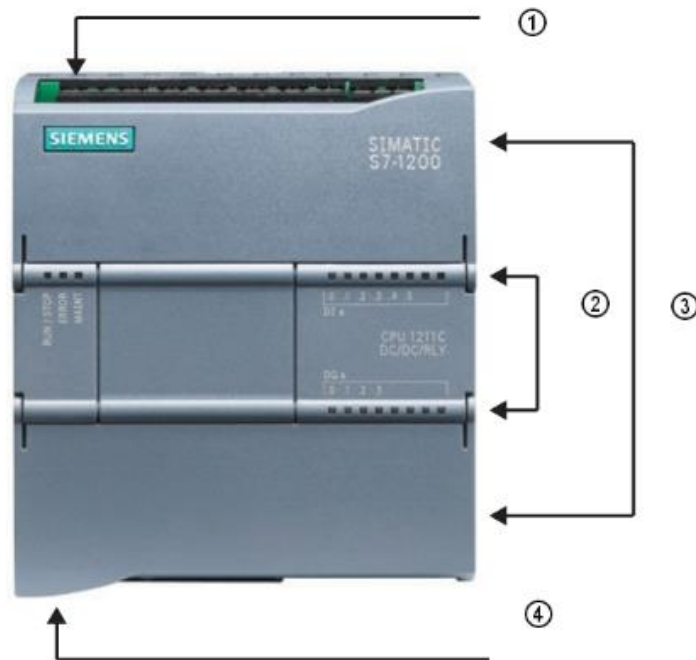


Figura 1.6: PLC S7 1200 y partes

Una de las características del PLC SIMATIC S7-1200, es su interfaz integrada que garantiza una comunicación perfecta con el sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 BASIC integrado. La comunicación PROFINET permite la programación y la comunicación con los paneles de la gama SIMATIC HMI BASIC PANELS para la visualización, con controladores adicionales para la comunicación de CPU

a CPU y con equipos de otros fabricantes para ampliar las posibilidades de integración mediante protocolos abiertos de Ethernet.

La interfaz PROFINET integrada está a la altura de las grandes exigencias de la comunicación industrial. En la figura 1.7 se muestra el puerto de conexión Profinet del PLC.

La interfaz de comunicación de SIMATIC S7-1200 está formada por una conexión RJ45 inmune a perturbaciones, con función Autocrossing, que admite hasta 16 conexiones Ethernet y alcanza una velocidad de transferencia de datos hasta de 10/100 Mbits/s. Para reducir al mínimo las necesidades de cableado y permitir la máxima flexibilidad de red, puede usarse conjuntamente con SIMATIC S7-1200 el nuevo Compact Switch Module CSM 1277, a fin de configurar una red homogénea o mixta, con topologías de línea, árbol o estrella.



Figura 1.7: Interfaz PROFINET integrada.

El PLC SIMATIC S7-1200 por ser modular se le puede agregar varios módulos entre ellos:

a. MÓDULOS DE SEÑALES.

Las mayores CPU admiten la conexión de hasta ocho módulos de señales en el lado derecho, ampliando así las posibilidades de utilizar E/S digitales o analógicas adicionales. En la figura 1.8 se muestran algunos tipos de módulos de E/S de señales que se acoplan al PLC.



Figura 1.8: Módulos de señales para PLC S7-1200.

b. SEÑALES INTEGRADAS.

Un Módulo de Señales Integradas puede enchufarse directamente a una CPU tal como se muestra en la figura 1.9. De este modo pueden adaptarse individualmente las CPU, añadiendo E/S digitales o analógicas sin tener que aumentar físicamente el tamaño del controlador. El diseño modular de SIMATIC S7-1200 garantiza que siempre se podrá modificar el controlador para adaptarlo perfectamente a cualquier necesidad.



Figura 1.9: Módulos de señales integradas para PLC S7-1200.

c. MÓDULOS DE COMUNICACIÓN.

Toda CPU SIMATIC S7-1200 puede ampliarse hasta con 3 Módulos de Comunicación al lado izquierdo. Los Módulos de Comunicación RS485 y RS232 son aptos para conexiones punto a punto en serie, basadas en caracteres.

Esta comunicación se programa y configura con sencillas instrucciones, o bien con las funciones de librerías para protocolo maestro y esclavo USS Drive (protocolo serial universal de automatización de drives para variadores de velocidad) y MODBUS RTU, que están incluidas en el sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7Basic. En la figura 1.10 se muestra el acople entre un módulo de comunicación y la CPU. [10]



Figura 1.10: Módulos de comunicación para PLC S7-1200.

1.5. KTP600 BASIC COLOR PN.

La KTP600 Basic color PN es el componente ideal para sistemas de controladores S7-1200 de gama pequeña y mediana. Se puede configurar utilizando WinCC Basic (TIA Portal) o WinCC flexible Compact. La KTP600 ofrece funcionalidad HMI básica (sistema de alarma, gestión de recetas, funcionalidad de curvas de tendencia y cambio de idioma), para 128 variables (Siemens panel basic, 2008). Además posee un grado de protección IP65 (en el frente) e IP20 (en el reverso). En la figura 1.11 se muestra un ejemplo de un HMI utilizando la KTP600.



Figura 1.11: Pantalla KTP600 Basic Color PN

Las principales características son:

- Pantalla de 6" Touch con 256 colores.
- 6 teclas táctiles de libre configuración.
- Conexión con el estándar Ethernet / PROFINET (funciones de base).
- Protección: frontal IP65, posterior IP20.
- Resolución de 320 x 240 píxeles
- Memoria de 512 KB.

- Configurable desde wincc flexible 2008 sp2 compact/ wincc basic v10.5/ step7 basic v10.5. [11]

1.6. BOMBA

Las bombas son dispositivos mecánicos empleados para el transporte de líquidos por las redes de tuberías.

Las bombas se clasifican en tres tipos principales:

➤ **De émbolo rotativo:**

- Bombas de Leva y Pistón
- Bombas de engranajes externos
- Bombas de engranajes internos
- Bombas lobulares
- Bombas de tornillo
- Bombas de aspas o Paletas
- Bombas Peristálticas

➤ **De émbolo alternativo:**

- Bombas de diafragma
- Bomba de émbolo (buzo)
- Bomba de pistones

➤ **Roto dinámicas:**

- Bombas centrífugas. [12]

1.6.1. BOMBA CENTRÍFUGA

Las bombas centrífugas, también denominadas rotativas, tienen un motor de paletas giratorio sumergido en el líquido. El líquido entra en la bomba cerca del eje del motor, y las paletas lo arrastran hacia sus extremos a alta presión. El motor también proporciona al líquido una velocidad relativamente alta, que puede transformarse en presión en una parte estacionaria de la bomba, conocida como difusor; el difusor suele ser un canal en espiral cuya superficie transversal aumente de forma gradual para reducir la velocidad. El motor debe ser cebado antes de empezar a funcionar, es decir, debe estar rodeado de líquido cuando se arranca la bomba.

La gran holgura ofrecida en este tipo de bombas al paso de los fluidos, hace que estas resulten adecuadas para la manipulación de fluidos que lleven en suspensión partículas sólidas, y además permiten el estrangulado o aun el cierre temporal de la válvula de la tubería de descarga (de impulsión).

1.6.2. ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DE LA BOMBA

A continuación se describen las características más destacables de los elementos principales de las bombas centrífugas:

- **Rodete:** El rodete o impulsor es el elemento principal de las turbo máquinas. Su diseño se realiza de forma que para el punto nominal de funcionamiento, el flujo circule por los canales formados por los álabes sin choques y optimizando al máximo el momento cinético del flujo a la salida. Las bombas centrífugas suelen tener entre 5 y 9 álabes. Cuantos más álabes se forman más canales, y el flujo es mejor conducido por los mismos tomando la mejor componente de la velocidad deseada. Por el contrario, los álabes disminuyen la sección de paso y forman más superficies donde existirá fricción.

- Voluta: Se trata de un canal de sección creciente que rodea al rodete, recogiendo el fluido que sale del mismo. La misión de la voluta es la de reducir la energía cinética del flujo de forma ideal (sin pérdidas) de forma que pase a presión estática. [13]

Las características de las bombas centrífugas son:

- Caudales altos
- Flujo no pulsante
- Regulación sencilla
- Sensibles a la cavitación
- No reversibles
- No adecuadas para sólidos en suspensión

Las curvas características de una bomba centrífuga son:

- Altura en función del caudal
- Potencia en función del caudal
- Rendimiento en función del caudal. [14]

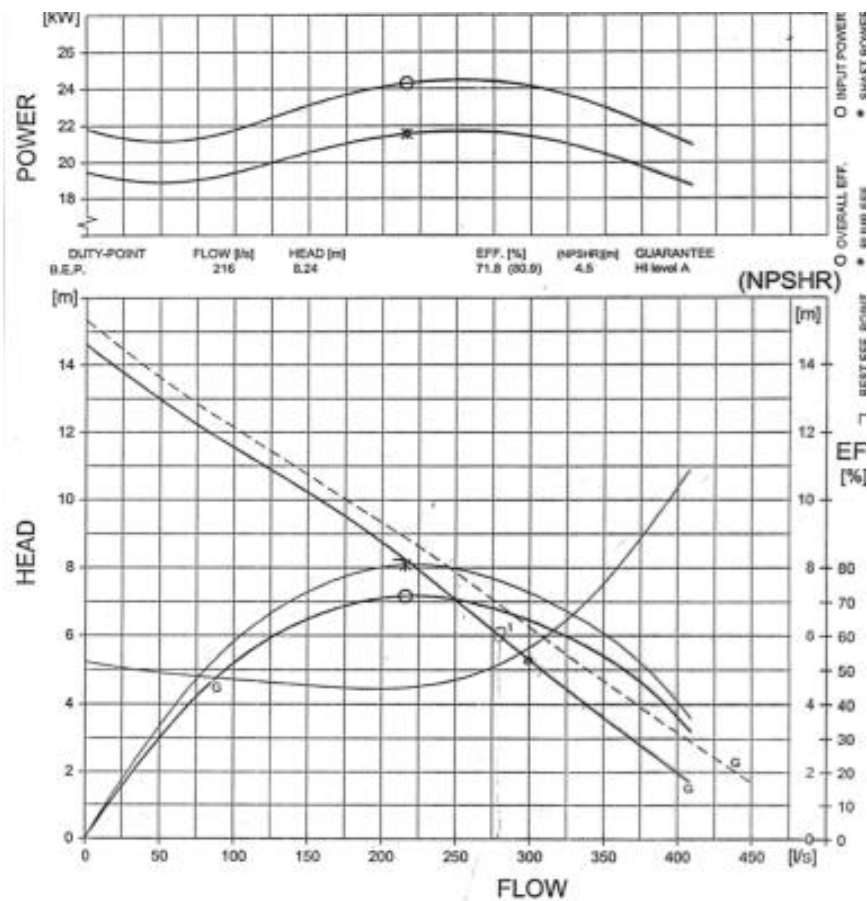


Figura 1.12: Curvas características de una bomba centrífuga.

1.7. ESTRATEGIAS DE CONTROL DE PROCESOS

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

El aspecto más importante de un sistema es el conocimiento de su dinámica, es decir, cómo se comporta la señal de salida frente a una variación de la señal de entrada. Un conocimiento preciso de la relación entrada/salida permite

predecir la respuesta del sistema y seleccionar la acción de control adecuada para mejorarla. De esta manera, el diseñador, conociendo cuál es la dinámica deseada, ajustará la acción de control para conseguir el objetivo final frente a perturbaciones externas del sistema.

En vista de todo lo expuesto, se puede definir un sistema de control como el conjunto de elementos que interactúan para conseguir que la salida de un proceso se comporte tal y como se desea, mediante una acción de control.

Al controlador ingresan las señales del valor deseado (set-point) y del sensor (medición de la variable controlada), éstas se comparan generando la señal de error, ésta a su vez es modificada de alguna forma por la transferencia del controlador y finalmente el resultado es la variable controlada. El algoritmo matemático que se ejerce sobre el error es la llamada acción de control. El controlador requiere una retroalimentación de la variable controlada y por ello el sistema se denomina lazo de control cerrado. [15]

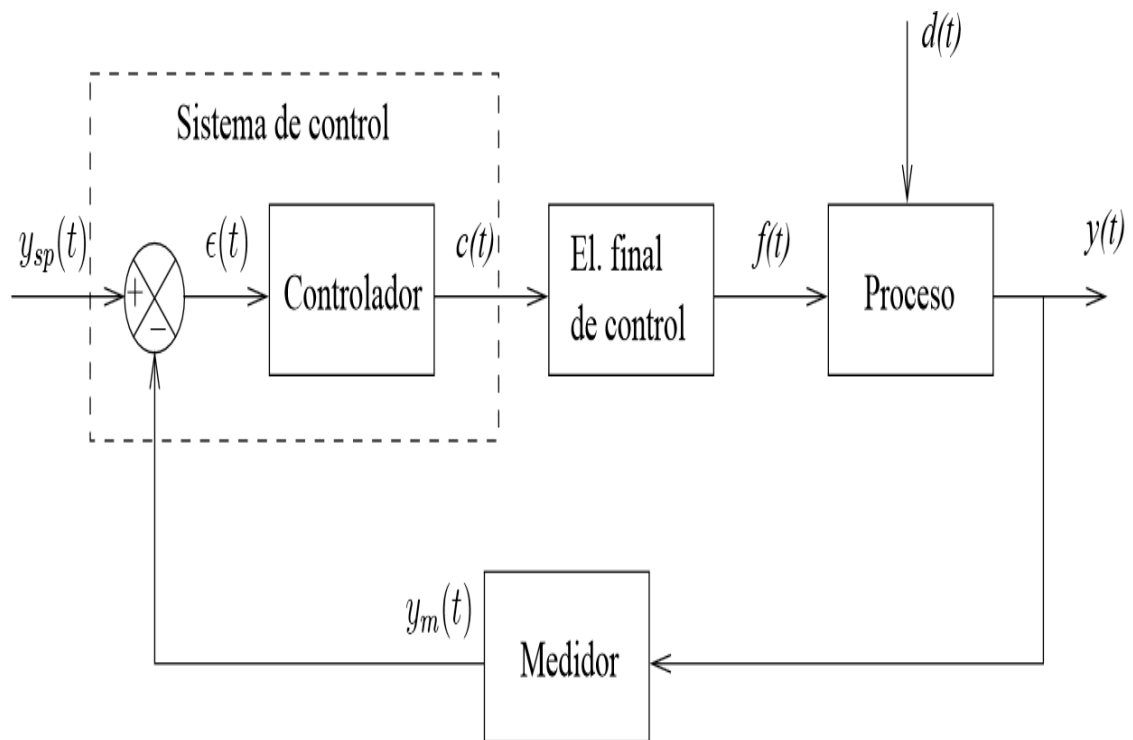


Figura 1.13: Diagrama de bloques de un lazo de control realimentado.

1.7.1. CONTROL PROPORCIONAL

El control proporcional se basa en establecer una relación lineal continua entre el valor de la variable controlada y la posición del elemento final de control.

El término proporcional tiene su mayor efecto cuando el valor del proceso está lejos del punto de ajuste deseado. Sin embargo, los valores muy grandes del término proporcional tienden a forzar el sistema en una respuesta oscilatoria.

El control puramente proporcional solamente se usa cuando:

- La constante de tiempo del proceso es pequeña y por ello puede usarse un controlador de ganancia grande.
- El cambio de carga del proceso es relativamente pequeño por lo que la compensación del estado estacionario es limitada.
- La compensación del estado estacionario está dentro de un rango aceptable.

La fórmula del proporcional está dada por:

$$P_{sal}(t) = K_p \cdot e(t) \quad (1.1)$$

Dónde:

$P_{sal}(t)$: salida del control proporcional

K_p : constante proporcional.

$e(t)$: señal de error.

Un ejemplo típico de control proporcional se muestra en la figura 1.14, donde se observa la conducta de la variable controlada después de un salto en escalón unitario en el punto de consigna. Se observan los siguientes hechos característicos cuando aumenta la ganancia K_p del controlador: [16]

1. El error en estado estacionario disminuye.
2. El proceso responde más rápidamente.
3. La sobre oscilación y las oscilaciones aumentan. [17]

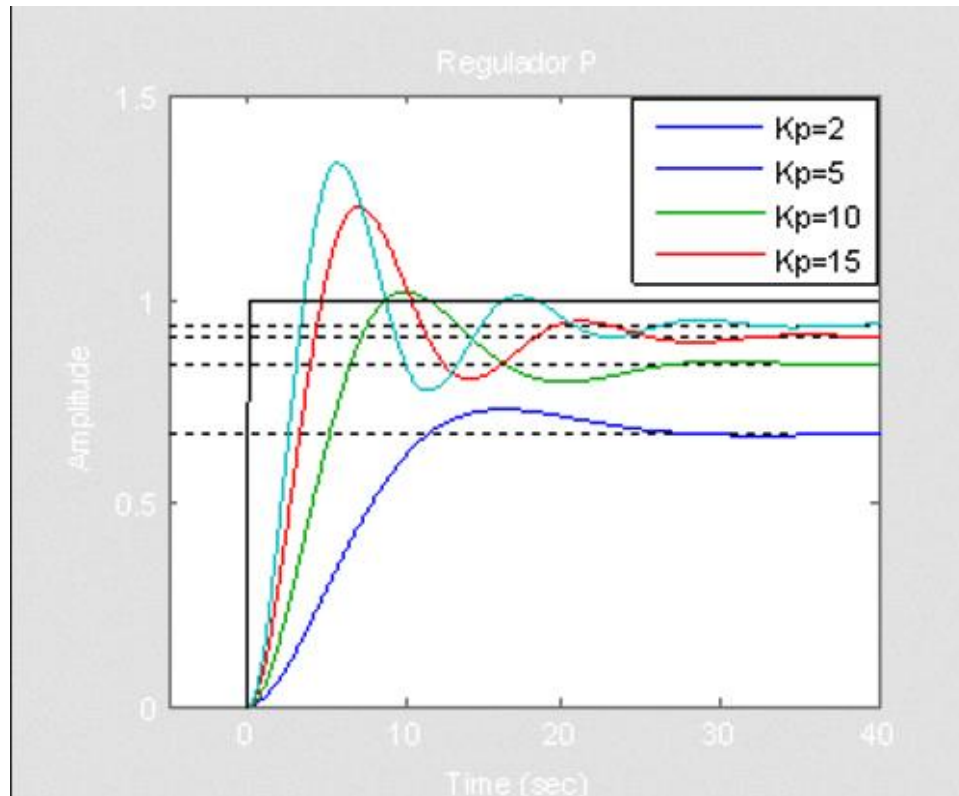


Figura 1.14: Formas de onda del control proporcional con distinta ganancia (K_p).

1.7.2. CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL

En realidad no existen controladores que actúen únicamente con acción integral, siempre actúan en combinación con reguladores de una acción proporcional, complementándose los dos tipos de reguladores, primero entra en acción el regulador proporcional (instantáneamente) mientras que el integral actúa durante un intervalo de tiempo. (T_i = tiempo integral). [18]

La fórmula del control PI responde a la ecuación:

$$PI_{sal}(t) = K_p \cdot e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt \quad (1.2)$$

Dónde:

$PI_{sal}(t)$: salida del control PI

T_i : Tiempo integral.

K_p : constante proporcional.

$e(t)$: señal de error.

El caso particular en el que T_i es infinito se corresponde con el control proporcional. Al introducir la acción integral se observa que:

1. El error en estado estacionario se elimina cuando T_i tiene valores finitos.
2. Cuando T_i disminuye (mayor acción integral) la respuesta se hace cada vez más oscilatoria, pudiendo en último término llegar a inestabilizar el sistema.

Las propiedades de la acción integral se muestran en la figura 1.15 en la que se puede ver la simulación de un controlador PI. Se observan los siguientes hechos característicos cuando se aumenta el tiempo integral y la constante proporcional se mantiene constante. [19]

1. La sobre oscilación y las oscilaciones disminuye.
2. El error en estado estable tiende a cero.
3. El proceso responde más lento.

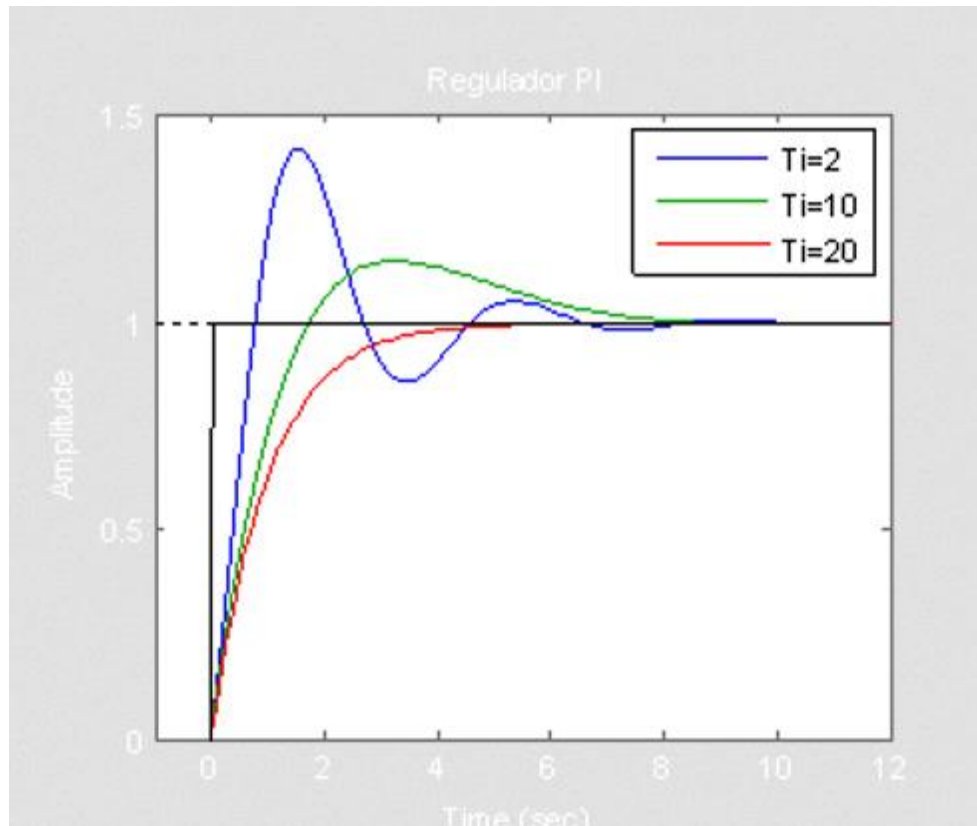


Figura 1.15: Formas de onda del control integral con distinto tiempo integral (T_i).

1.7.3. CONTROL PROPORCIONAL DERIVATIVO

Este control no elimina el off-set producido por el control proporcional, sin embargo puede colocarse en sistemas con cambios rápidos mientras que el off-set sea aceptable. Su representación matemática viene dada por la expresión:

$$PDsal(t) = K_p \cdot e(t) + K_p \cdot T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1.3)$$

Dónde:

$PDsal(t)$: salida del control PD

T_d : Tiempo derivativo.

K_p : constante proporcional.

$e(t)$: señal de error.

El parámetro T_d es el tiempo derivativo y puede interpretarse como un horizonte de predicción. Al basar la acción de control en la salida predicha, es posible mejorar el amortiguamiento de un sistema oscilatorio. Las propiedades de la acción derivativa se muestran en la figura 1.16 en la que se puede ver la simulación de un controlador PD. Se observan los siguientes hechos característicos cuando se aumenta el tiempo derivativo y la constante proporcional se mantiene constante.

1. La sobre oscilación y las oscilaciones disminuye.
2. El error en estado estable se mantiene.
3. El proceso responde más rápido y la respuesta se va aproximando cada vez más a una exponencial.

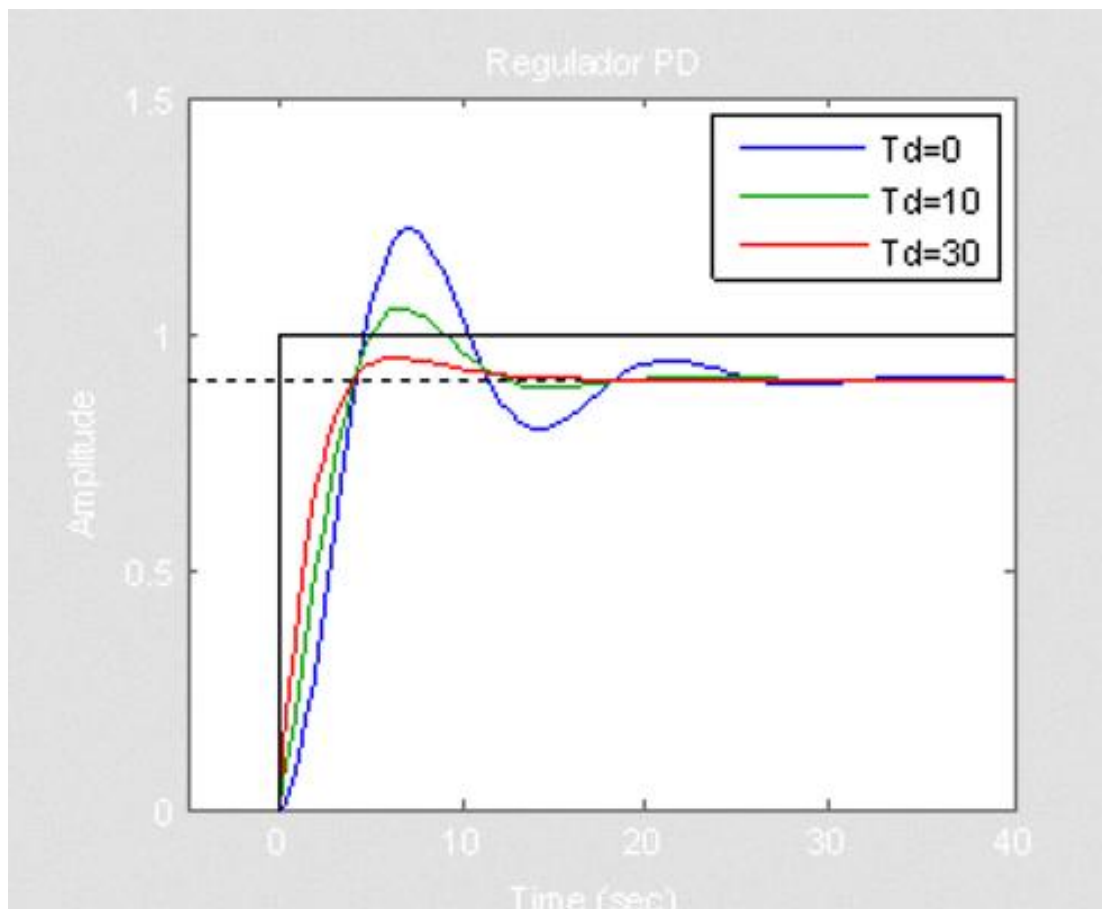


Figura 1.16: Formas de onda del control Derivativo con distinto tiempo derivativo (T_d).

1.7.4. CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO

Un controlador PID (Proporcional Integrativo Derivativo) es un mecanismo de control genérico sobre una realimentación de bucle cerrado, ampliamente usado en la industria para el control de sistemas.

El P.I.D. como su nombre lo indica, realiza un control proporcional + Integral + derivativo, lo cual significa que si bien tiene una acción proporcional al error entre la salida y el valor deseado, también puede corregir el error permanente y mejorar la respuesta en el transitorio. [20]

La salida de estos tres términos, el proporcional, el integral, y el derivativo son sumados para calcular la salida del controlador PID. Definiendo $PID_{sal}(t)$ como la salida del controlador, la forma final del algoritmo del PID es:

$$PID_{sal}(t) = K_p \cdot e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{de}{dt} \quad (1.4)$$

Dónde:

$PID_{sal}(t)$: salida del control PID.

K_p : constante proporcional.

$e(t)$: error

T_i : tiempo integral.

T_d : tiempo derivativo.

Cada acción de control tiene una respuesta característica:

- La acción proporcional varía instantáneamente con el error y alcanza un valor estacionario cuando lo alcanza éste.
- La acción integral tiene en cuenta la historia pasada del error y se anula cuando se hace cero.

- La acción derivativa predice los cambios en el error y se anula cuando alcanza un valor estacionario

Los controladores PID son suficientes para resolver el problema de control de muchas aplicaciones en la industria, particularmente cuando la dinámica del proceso lo permite (en general procesos que pueden ser descritos por dinámicas de primer y segundo orden), y los requerimientos de desempeño son modestos (generalmente limitados a especificaciones del comportamiento del error en estado estacionario y una rápida respuesta a cambios en la señal de referencia).

Su uso extensivo en la industria es tal que el 95% de los lazos de control que existen en las aplicaciones industriales son del tipo PID, de los cuales la mayoría son controladores PI, lo que muestra la preferencia del usuario en el uso de leyes de control muy simples. En general, el usuario no explota todas las características de estos controladores, quizás por falta de una mejor comprensión desde el punto de vista de la teoría de control. [21]

1.8. AJUSTE DE CONTROLADORES.

Para ajustar los controladores, el método práctico es obtener una respuesta real del proceso, lo que puede efectuarse de tres maneras principales.

- Método de tanteo (lazo cerrado)
- Método de ganancia limite (lazo cerrado)
- Método de curva de reacción (lazo abierto)

1.8.1. MÉTODO DE TANTEO (LAZO CERRADO)

Se provocan cambios de carga en el proceso, moviendo el punto de consigna arriba y abajo en ambas direcciones, lo suficiente para lograr una perturbación considerable, pero no demasiado grande que pueda dañar el proceso.

Con el tiempo derivativo en 0 y el integral en ∞ , se aumenta la ganancia proporcional hasta obtener una relación de amortiguamiento de 0,25. Se aumenta lentamente el tiempo integral en la forma indicada antes hasta acercarse al punto de estabilidad.

Se aumenta la banda derivativa en pequeños incrementos, creando al mismo tiempo desplazamientos en el mismo punto de consigna hasta obtener en el proceso un comportamiento cíclico, reduciendo ligeramente la última banda derivativa. Después de estos ajustes puede aumentarse normalmente la ganancia proporcional con mejores resultados en el control. [22]

1.8.2. MÉTODO DE OSCILACIÓN CONTINUA (LAZO CERRADO)

Para que este método (Ziegler Nichols) se pueda aplicar, la respuesta transitoria debe poder alcanzar la estabilidad crítica en función de un aumento de ganancia. El procedimiento a seguir es:

1. Utilizar solo el control proporcional, comenzar con un valor de ganancia pequeño, incrementar la ganancia hasta que el lazo comience a oscilar. Notar que se requieren oscilaciones lineales y que estas deben ser observadas en la salida del controlador.
2. Registrar la ganancia crítica del controlador $K_p = K_c$ y el período de oscilación de la salida del controlador, T_c .
3. Ajustar los parámetros del controlador según la Tabla 1.1: [23]

Tabla 1.1. Valores sugeridos por Ziegler Nichols

Control	K_p	T_i	T_d
P	$0,5K_c$	∞	0
PI	$0,45K_c$	$1/1.2(T_c)$	0
PID	$0,6K_c$	$0,5T_c$	$0.125T_c$

1.8.3. MÉTODO DE LA CURVA DE REACCIÓN (COHEN Y COON)

Los pasos para obtener los parámetros se describen a continuación:

1. Se abre el lazo usualmente entre el controlador y la válvula.
2. Con el controlador en “posición manual”, se excita con un escalón.
3. Se memoriza o graba la respuesta del sistema y se aplica la tabla 1.2. Para obtener las variables de la curva de respuesta se hace referencia a la figura 1.17.

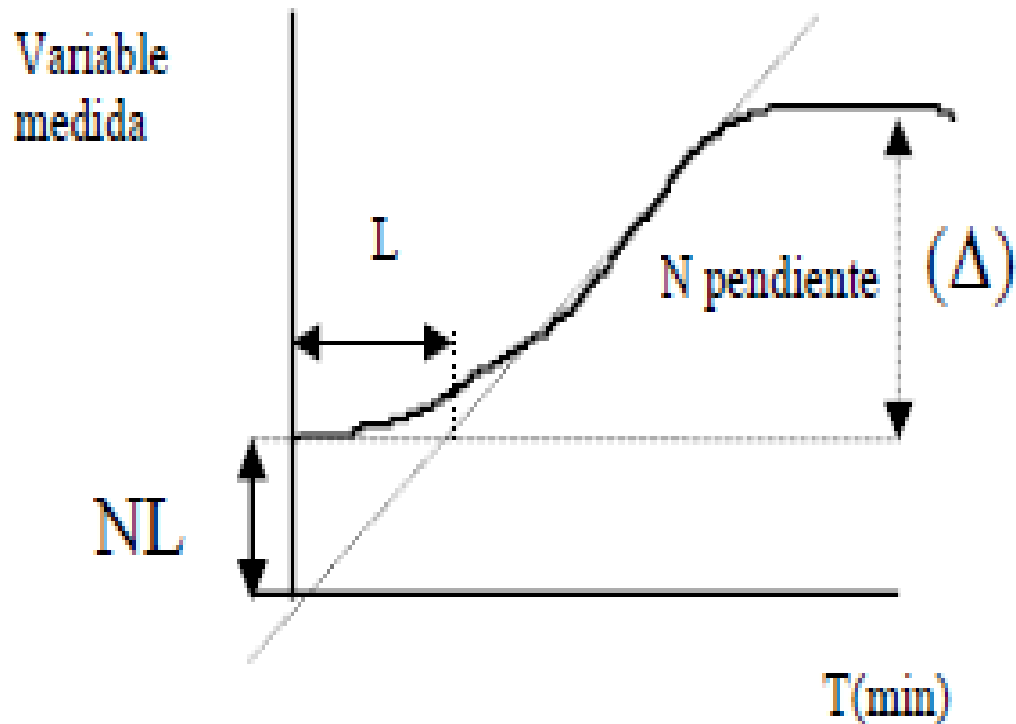


Figura 1.17: Curva de respuesta ante una entrada escalón

Dónde:

N= máxima pendiente de la curva.

L= atraso efectivo.

Δ = variación del cambio fraccional por minuto. [23]

Tabla 1.2.Valores sugeridos por Cohen-Coon

Control	Kp	Ti	Td
P	$(\Delta/12)/NL$	∞	0
PI	$\frac{0,9(\Delta/12)}{NL}$	L/0.3	0
PID	$\frac{1,2(\Delta/12)}{NL}$	L/0,5	0,5L

1.9. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

1.9.1. TIA PORTAL

TIA Portal es el innovador sistema de ingeniería que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción. Convince por su funcionalidad probada y por ofrecer un entorno de ingeniería unificado para todas las aplicaciones de control, visualización y accionamiento.

El TIA Portal incorpora las nuevas versiones de software SIMATIC STEP7, WinCC y Start drive para la programación, parametrización y diagnóstico de nuestros controladores SIMATIC, pantallas de visualización, y accionamientos, la nueva versión del sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 para la planificación, la programación y el diagnóstico de todos los controladores SIMATIC.

Con una nueva generación de editores de programación más productivos se optimiza la calidad, la eficiencia y la consistencia de todo el proceso de producción. Se dispone así de texto estructurado, diagramas de contactos, esquemas de funcionamiento, listas de instrucciones y la posibilidad de programar la cadena de procesos.

Como parte integrante del TIA Portal, SIMATIC STEP 7 abre nuevas perspectivas para maximizar la eficiencia en la programación y la calidad de la ingeniería.

Una solución de automatización típica se compone de:

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

El TIA Portal le ayuda a crear una solución de automatización. Los pasos de configuración más importantes son:

- Crear el proyecto.
- Configuración del hardware.
- Conexión en red de dispositivos.
- Programación del PLC.
- Configuración de la visualización.
- Carga de los datos de configuración.
- El uso de las funciones online y de diagnóstico. [24]

1.9.2. LABVIEW

LabVIEW es un programa para el desarrollo de aplicaciones de propósito general que National Instruments (NI) ha creado para facilitar la programación de instrumentos virtuales (VI's). LabVIEW, se encarga de gestionar los recursos del computador a través de un entorno sencillo, rápido y eficiente.

De esta forma se reducen enormemente los tiempos de desarrollo a la hora de realizar los programas. El lenguaje de programación es de modo gráfico.

Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de Prueba, Control y Diseño) y el permitir la entrada a la informática a programadores no expertos.

Los ingenieros, científicos, estudiantes lo utilizan para desarrollar aplicaciones como:

- Adquisición de datos.
- Control de instrumentos.
- Automatización industrial o PAC (Controlador de Automatización Programable).
- Domótica.
- Tratamiento de Imágenes. [25]

Las principales características de LabVIEW:

- Entorno de desarrollo gráfico
- Gestión automática en la creación de hilos de ejecución.
- Diseño de la interfaz gráfica del instrumento virtual, utilizando elementos (controles numéricos, gráficas, etc.) prediseñados.
- Gestión automática en la creación de hilos de ejecución.
- Programación modular.
- Interfaces de comunicaciones: Puerto Serial (RS232, RS422, RS485), Puerto Paralelo, Protocolo GPIB, PXI, VXI, TCP/IP, UDP, Data Socket, Irda (Puerto Infrarrojo), Bluetooth, USB, OPC.
- Capacidad de interactuar con otros lenguajes y aplicaciones: DLL, Librerías dinámicas de funciones, NET, ActiveX, MultiSim, Matlab (Math Script), AutoCad, SolidWorks. [26]

1.9.3. OPC

Dada la conflictividad creada por distintos sistemas de comunicación usados por los fabricantes de productos en la industria, cinco empresas del sector: Intellution, Opto-22, Fisher-Rosemount, Rockwell Software e Intuitiv Software, junto a Microsoft decidieron aunar esfuerzos para la creación de un software que permitiera la inclusión de cualquier producto, independientemente de la marca, en un bus de comunicaciones industriales. De este trabajo surgió el servidor OPC (Ole Process Control) basado en OLE/COM (Object Linking and

Embedding/Common Object Model) que desarrollado como una aplicación estándar, permite el intercambio de datos sin ninguna limitación del tipo de Hardware utilizado.

Cada fabricante de Software y Hardware sólo tiene que implementar una interfaz un mecanismo estándar de comunicación, que interconecte de forma libre todo tipo de dispositivos de datos, alarmas, históricos, etc. Dado que casi todas las aplicaciones de Control y Supervisión de datos (SCADA) están desarrolladas en ambientes de programación como Visual Basic, Delphi, PowerBuilder, etc., OPC lo tiene en cuenta y para ello Microsoft diseñó OLE y COM que utilizando estos lenguajes como base en el diseño de las aplicaciones Cliente/Servidor OPC, permite pasar la información a plantillas Excel mediante Protocolo DDE (Dinamic Data Exchange) y representarlas mediante programas de aplicaciones específicas.

Las grandes ventajas del OPC son:

- Los fabricantes de Hardware sólo tienen que desarrollar e integrar los componentes al software para que los usuarios puedan utilizar sus aplicaciones.
- Los diseñadores de Software no necesitan modificar los Drivers debido a los cambios de característica de su Hardware.
- Los usuarios disponen de más opciones para desarrollar sus sistemas al poder elegir una amplia gama de productos con independencia de la marca.

Los objetivos que persigue el OPC son:

- Acceso a los datos “Online”, es decir, lectura y escritura en forma flexible y eficaz.
- Manejo de “Alarmas y Eventos”.

- Acceso a Datos Históricos. Proceso y revisión de los datos que permita analizar tendencias.
- Seguridad. Acceso a los datos en forma eficaz y con un buen nivel de seguridad. [27]

CAPÍTULO 2

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo va a detallar todo acerca del diseño y construcción del banco de pruebas de bombas centrífugas, la configuración y programación de los diferentes equipos a emplearse.

2.2. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA

El banco de pruebas de bombas centrífugas está diseñado para el análisis de la curva característica de la bomba y de la curva que tiene el sistema, con las mismas que se obtendrá el punto de operación de la interacción bomba-sistema, para ello el PLC se encarga de tomar datos de las variables de Presión y Caudal que son enviadas como señal estándar de 4 a 20 mA con la ayuda de los transmisores industriales, el PLC una vez procesada la información envía todos estos datos a través de una red Ethernet a un OPC para poder enlazar el PLC con la computadora en donde se generan las curvas deseadas. Para realizar las pruebas se tiene que realizar un control manual en el variador de frecuencia para tener una velocidad del motor constante.

El PLC recibirá una señal estándar de 4 a 20 mA de la variable del proceso de caudal proveniente de un transmisor de paletas, tiene la capacidad de controlar el caudal de agua en base a un lazo de control, el PLC envía la señal de control al variador de frecuencia para regular la velocidad de una bomba centrífuga trifásica y de este modo mantener un caudal constante de acuerdo al valor que se desee. Será posible visualizar las variables del proceso en una TOUCH SCREEN que tiene un HMI en el cual se puede sintonizar y monitorear la variable.

Los sensores utilizados en la obtención de los datos para el banco de pruebas de bombas centrífugas son: el sensor de flujo de paletas y los sensores de presión manométrica.

Los sensores están acoplados a los transmisores industriales para obtener señales estándar de corriente, las cuales son muy importantes para el banco de pruebas de bombas centrífugas ya que a partir de ellas se obtienen las curvas de la bomba y el sistema.

El sensor de flujo de paletas se requiere para medir la variable caudal que circula a través de la tubería, ya que al poner en funcionamiento la bomba centrífuga a diferentes frecuencias o al cierre de las válvulas en la tubería, el caudal circulante va variando y gracias a la ayuda del transmisor de flujo se puede observar los cambios del caudal.

Los datos obtenidos por el sensor de flujo también son empleados en la construcción de la curva de la bomba, curva del sistema, el control y monitoreo de la variable caudal.

Los sensores de presión se los requiere para medir la presión que existe a la succión y a la impulsión del caudal en la bomba centrífuga, ya que al poner en funcionamiento la bomba a diferentes frecuencias o al cierre de las válvulas en la tubería, la presión tanto en la succión y la impulsión van variando y gracias a la ayuda de los transmisores de presión se puede observar los cambios de las presiones.

Los sensores de presión se los utiliza para la construcción de la curva de la bomba ya que la altura total se tiene en función de la diferencia de presiones de la impulsión y la succión.

2.3. ESTRUCTURA

La figura 2.1 muestra la estructura para el banco de pruebas de bombas centrífugas realizado en AutoCAD.

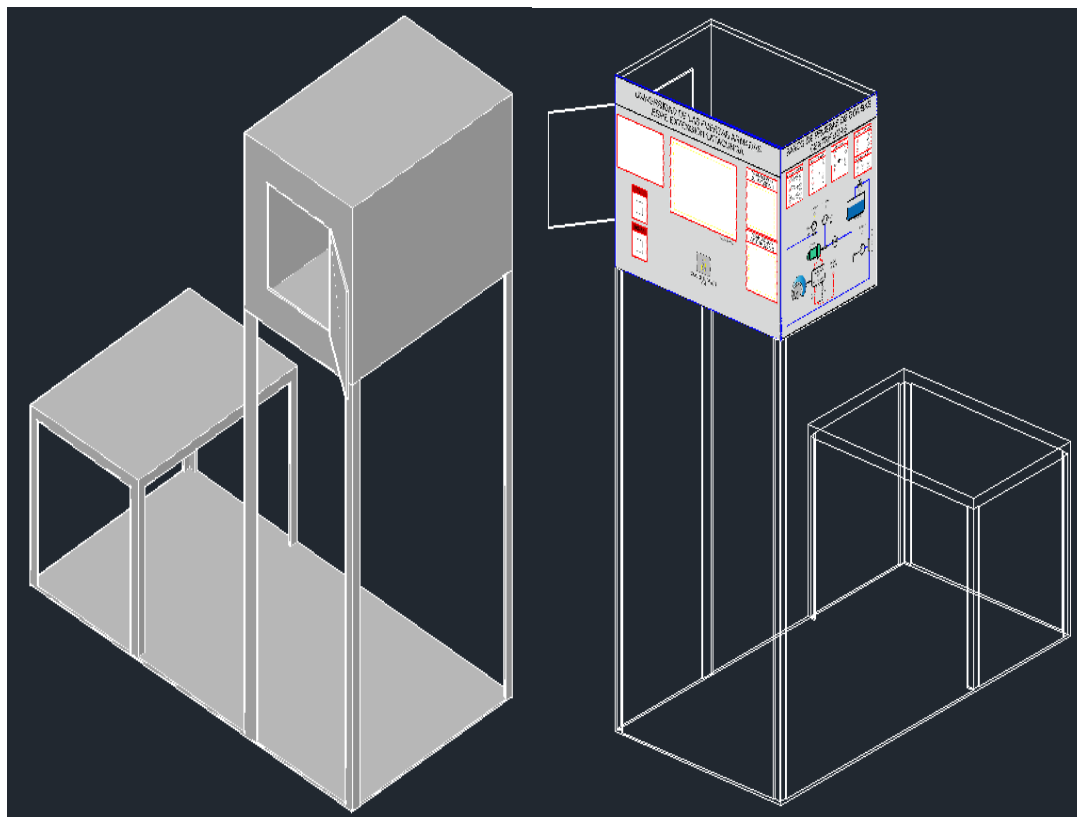


Figura 2.1: Estructura del banco de pruebas de bombas centrífugas.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.4. DIAGRAMA PANEL

2.4.1. DIAGRAMA PANEL FRONTAL

La figura 2.2 muestra el diagrama que va adherido en el panel frontal del banco de pruebas de bombas centrífugas, en el cual se coloca: el PLC, TOUCH SCREEN, Transmisores de Presión, conector para comunicación Profinet y botones de encendido y arranque de la bomba.

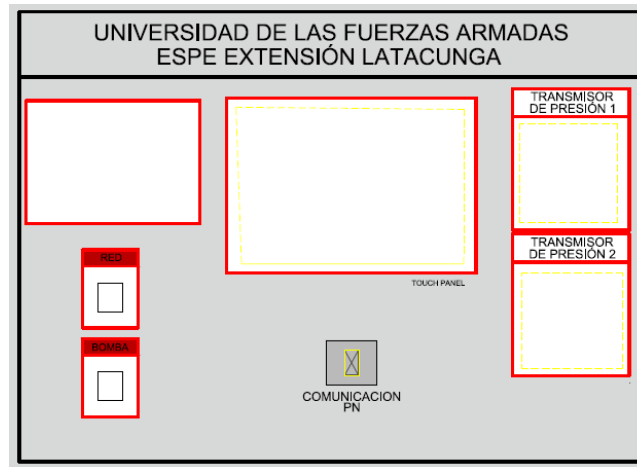


Figura 2.2: Diagrama panel frontal.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.4.2. DIAGRAMA PANEL LATERAL

La figura 2.3 muestra el diagrama que va adherido en el panel lateral del banco de pruebas de bombas centrífugas, en el cual se encuentran las conexiones necesarias para el funcionamiento del mismo.

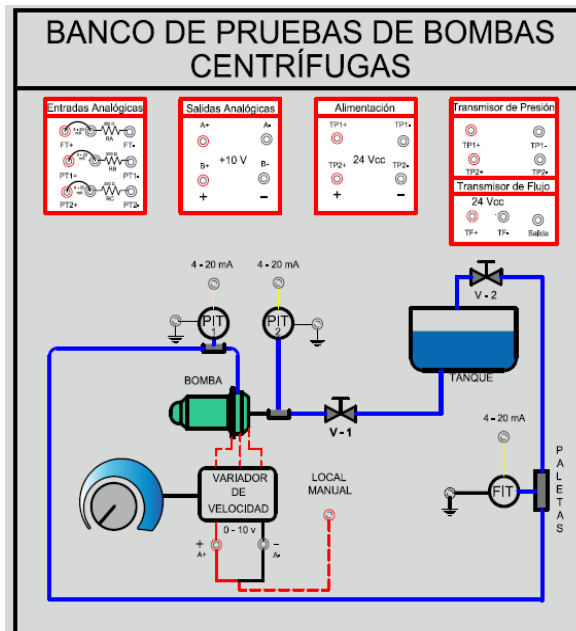


Figura 2.3: Diagrama panel lateral.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.5. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA

La figura 2.4 muestra el diagrama eléctrico que tiene el banco de pruebas de bombas centrífugas y todos los equipos utilizados en la construcción del mismo.

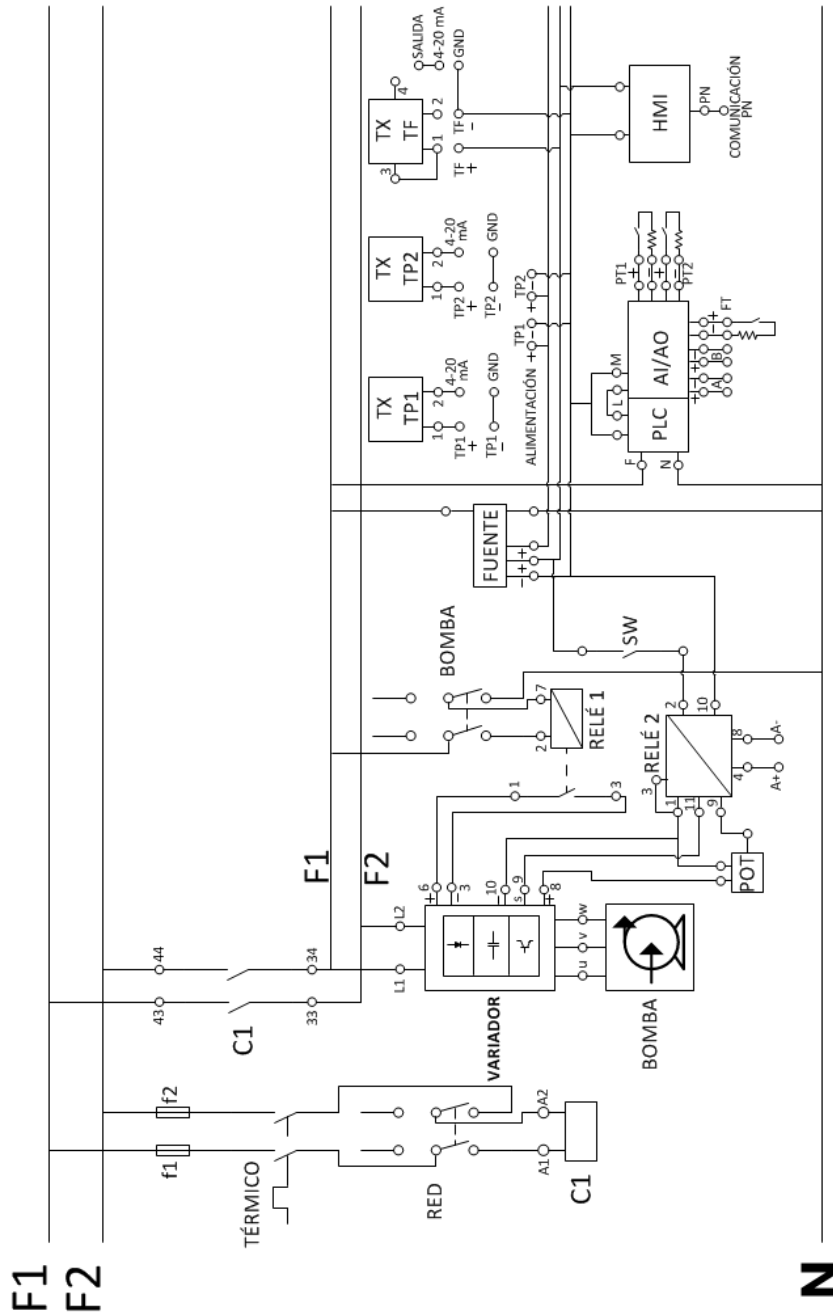


Figura 2.4: Diagrama eléctrico.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

En el diagrama eléctrico se ve el funcionamiento del banco de pruebas de bombas centrífugas desde su encendido, protecciones y distribución del voltaje a los equipos.

El banco de pruebas de bombas centrífugas tiene como protección a los fusibles (f1, f2) y al interruptor térmico para poder evitar daños en los equipos debido a cortos, sobrecargas o sobrecalentamientos.

Una vez que se acciona el interruptor térmico, el banco de pruebas puede iniciar su funcionamiento para ello se requiere encender el interruptor de RED el cuál va a activar a un contactor que va a permitir el paso de la corriente alterna a todos los equipos que requieren de una alimentación de 110 V o 220 V, como son: Interruptor de BOMBA, Relé 1, Fuente, PLC y Variador de Frecuencia.

El interruptor de BOMBA arranca el funcionamiento del variador, el mismo que entrega una señal a la bomba centrífuga para que funcione de acuerdo como esté configurado el variador de frecuencia y al estado del interruptor de local manual SW que activa al Relé 2, ya que este es el encargado de dejar pasar una señal enviada desde el PLC o una señal analógica proporcionada desde un potenciómetro.

La fuente LOGO se encarga de suministrar la corriente necesaria para los equipos que requieren de una alimentación de corriente continua como son: Transmisores, Relé 2 y HMI.

Las conexiones de lazos de los transmisores y los conectores externos del panel lateral y frontal del banco de pruebas de bombas centrífugas se observan en el diagrama eléctrico y llevan el mismo nombre que se les asignaron en el panel para mayor facilidad en las conexiones.

2.6. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

La figura 2.5 muestra el diagrama de bloques de todo el sistema sin considerar lazo abierto o cerrado.

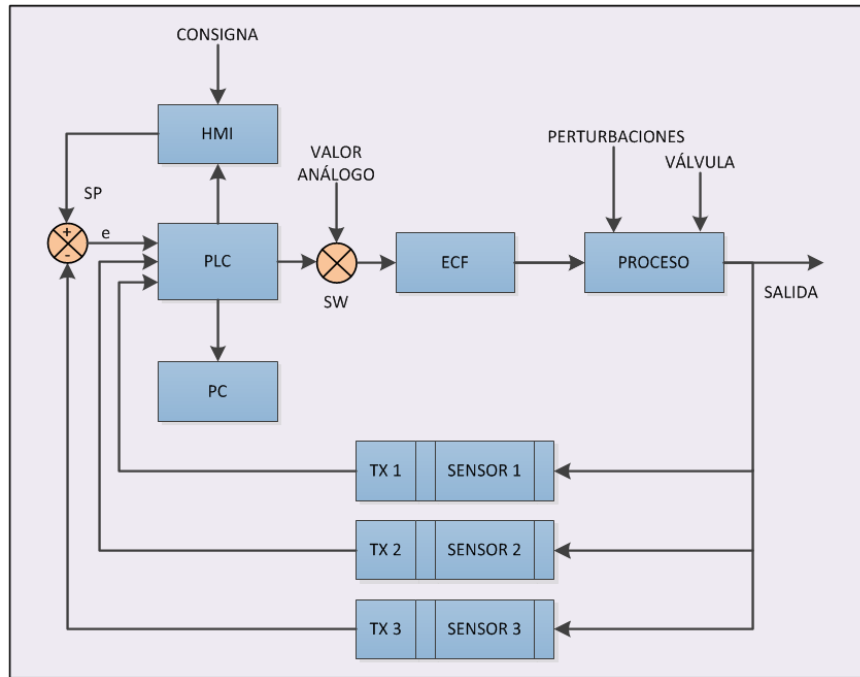


Figura 2.5: Diagrama de bloques del Sistema.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

La nomenclatura utilizada en el diagrama de bloques es la siguiente:

SW.- Interruptor que selecciona el tipo de lazo que va a realizar el banco de pruebas de bombas centrífugas, ya sea manual o local para lazo abierto o lazo cerrado respectivamente.

ECF.- Elemento de control final (Variador de Frecuencia Sinamics G110), dispositivo que controla la velocidad de la bomba centrífuga de acuerdo a una señal de control o a una señal analógica proporcionada por un potenciómetro, la función es variar el caudal de agua que circula por la tubería de forma proporcional.

PROCESO.- Proceso de caudal representado por la bomba centrífuga (Thebe 1 hp), el tanque de almacenamiento (60 litros) y la conexión de la tubería (3/4) que va desde el tanque a la bomba y desde la bomba hacia el tanque.

SENSOR 1.- Sensor de presión manométrica (Sensor de presión Signet 2450), permite la medición de la variable física de presión a la impulsión del caudal de la bomba centrífuga.

SENSOR 2.- Sensor de presión manométrica (Sensor de presión Signet 2450), permite la medición de la variable física de presión a la succión del caudal de la bomba centrífuga.

SENSOR 3.- Sensor de rueda de paletas (Sensor de Flujo de rueda de paletas, Rotor-X Signet 8510), permite la medición de la variable física del caudal y entrega a la salida una señal en frecuencia.

TX 1.- Representa el transmisor de presión (Transmisor de presión Georg Fischer Signet 8450-1), el mismo que toma el valor del sensor 1 y la transmite a distancia mediante una señal estándar de corriente al PLC.

TX 2.- Representa el transmisor de presión (Transmisor de presión Georg Fischer Signet 8450-1), el mismo que toma el valor del sensor 2 y la transmite a distancia mediante una señal estándar de corriente al PLC.

TX 3.- Representa el transmisor de flujo (Transmisor de flujo Georg Fischer Signet 8550-1), el mismo que toma el valor del sensor 3 y la transmite a distancia mediante una señal estándar de corriente al PLC.

PLC.- Representa la Unidad de Control Lógica Programable (Siemens S7-1200 CPU 1214C y módulo SM 1234 AI/AQ), elemento primordial del sistema encargado de realizar las funciones de control, adquisición de datos, gestionar

las comunicaciones con el HMI y la PC. En lazo abierto realiza adquisición de datos y en lazo cerrado realiza un control.

HMI.- Representa la Interfaz Humano Máquina (KTP600 Basic Color PN), a través de la cual el usuario tiene la capacidad de establecer el valor de consigna deseado (set point) y monitorear las variables del proceso

PC.- Representa la Interfaz Humano Máquina (computador), a través de la cual el usuario obtiene y visualiza las curvas características de la bomba en un entorno amigable para el usuario.

Las figuras 2.6 y 2.7 muestran los diagramas de bloques en lazo cerrado y lazo abierto respectivamente, el interruptor de modo local y manual realiza el cambio para obtener los dos lazos, como se detallan a continuación:

2.6.1. DIAGRAMA DE BLOQUES LAZO CERRADO

La figura 2.6 muestra el diagrama de lazo cerrado con el interruptor en modo local, se lo utiliza para realizar el control de caudal.

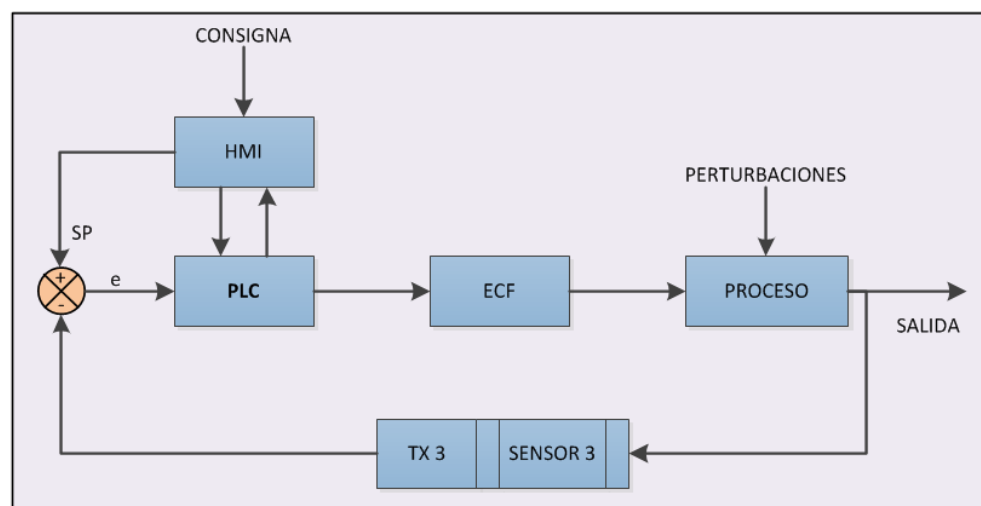


Figura 2.6: Diagrama de bloques lazo cerrado.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.6.2. DIGRAMA DE BLOQUES LAZO ABIERTO

La figura 2.7 muestra el diagrama de lazo abierto con el interruptor en modo manual, se lo utiliza para obtener la curva característica de la bomba y la curva que tiene el sistema.

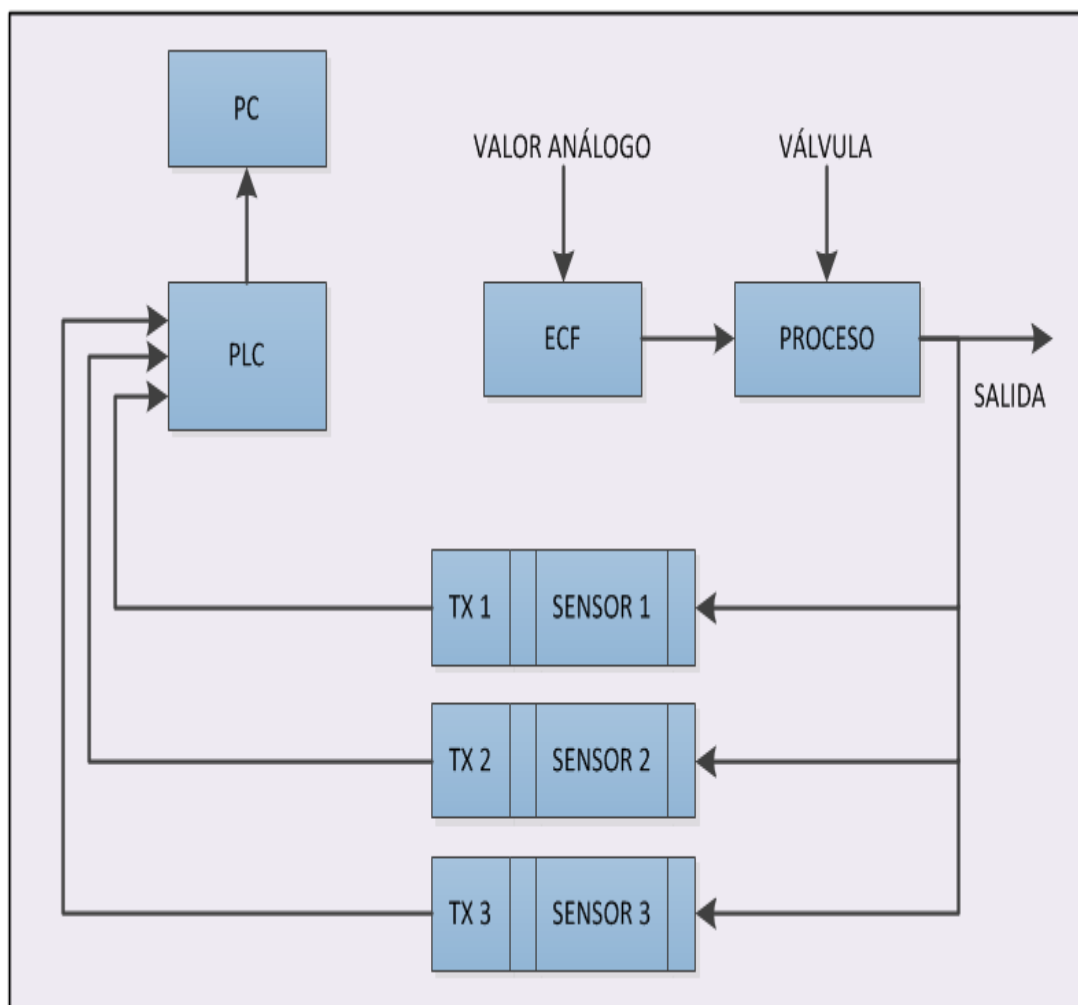


Figura 2.7: Diagrama de bloques lazo abierto.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.7. DIAGRAMA P&ID DEL SISTEMA

La figura 2.8 muestra el diagrama P&ID del sistema y a continuación se explica cada parte del diagrama.

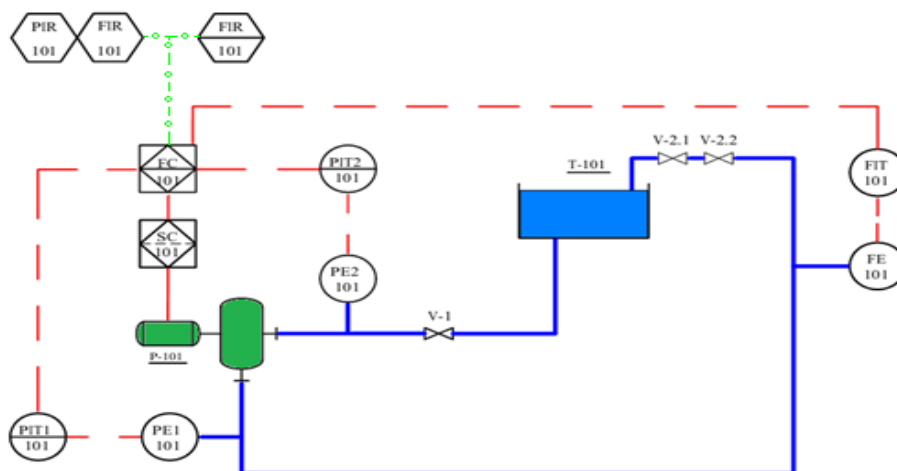


Figura 2.8: Diagrama P&ID del sistema.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

La nomenclatura utilizada en el diagrama P&ID del sistema es la siguiente:

BOMBA CENTRÍFUGA (P-101).- Bomba centrífuga trifásica marca THEBE de 1HP, permite realizar el proceso de impulsión y succión del agua que circula por la tubería desde y hacia el tanque de almacenamiento.

TANQUE T-101.- El tanque de almacenamiento (60 litros), el mismo que representa el punto de partida y de llegada del sistema, en donde se encuentra almacenada el agua.

VÁLVULAS DE PASO (V-1, V-2.1, V-2.2).- Son válvulas de bola que están instaladas en la tubería del proceso de caudal, éstas válvulas tienen el objetivo de provocar perturbaciones externas para lo que es el sistema en lazo cerrado y las válvulas V-2.1 y V-2.2 para obtener la curva característica de la bomba centrífuga en lazo abierto.

ELEMENTO PRIMARIO DE FLUJO (FE-101).- Sensor de flujo de rueda de paletas GF Signet 8510, ubicado en campo y conectado de forma compacta al transmisor de flujo.

TRANSMISOR INDICADOR DE FLUJO (FIT-101).- Transmisor de flujo Georg Fischer Signet 8550-1 ubicado en campo, instrumento que convierte la señal dada por el sensor de flujo en una señal estándar de 4 a 20 mA para una transmisión a distancia de 4m aproximados con el PLC.

ELEMENTO PRIMARIO DE PRESIÓN (PE 1-101).- Sensor de presión manométrica Signet 2450 ubicado en campo para la medición de la variable física de presión a la impulsión del caudal de la bomba centrífuga y llevado por cable al transmisor de presión PIT 1-101.

TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN (PIT 1-101).- Transmisor de presión Georg Fischer Signet 8450-1 ubicado en el panel, instrumento que convierte la señal del sensor de presión en una señal estándar de 4 a 20 mA.

ELEMENTO PRIMARIO DE PRESIÓN (PE 2-101).- Sensor de presión manométrica Signet 2450 ubicado en campo para la medición de la variable física de presión a la succión del caudal de la bomba centrífuga y llevado por cable al transmisor de presión PIT 2-101.

TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN (PIT 2-101).- Transmisor de presión Georg Fischer Signet 8450-1 ubicado en el panel, instrumento que convierte la señal del sensor de presión en una señal estándar de 4 a 20 mA.

CONTROLADOR DE VELOCIDAD (SC-101).- Variador de frecuencia Sinamics G110 ubicado tras el panel, dispositivo que controla la velocidad de la bomba centrífuga de acuerdo a una señal de control o a una señal analógica, la función es variar el caudal de agua que circula por la tubería de forma proporcional.

CONTROLADOR DE FLUJO (FC-101).- PLC SIEMENS S7-1200 ubicado en el panel, encargado de controlar el proceso de caudal, el cual debe comunicarse

con la TOUCH PANEL y a su vez envía datos al servidor OPC para la obtención de curvas características.

REGISTRADOR INDICADOR DE FLUJO (FIR-101).- TOUCH PANEL KTP600 ubicado en el panel, permite realizar una interfaz humano máquina con la finalidad de configurar los parámetros del controlador.

REGISTRADOR INDICADOR DE FLUJO Y PRESIÓN (FIR-101 y PIR-101).- Computador accesible al operador en donde llegan los valores de las variables del proceso de caudal y presión, para generar las curvas características de la bomba centrífuga.

2.8. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA

La figura 2.9 muestra la forma en cómo se va a realizar la programación para el banco de pruebas de bombas centrífugas, el cual se inicia con la lectura de las entradas analógicas de los transmisores, estas señales se dirigen al controlador donde se acondicionan a los valores reales que tienen las variables y de acuerdo al modo en que esté el interruptor se realiza control del caudal o la obtención de las curvas.

Si el interruptor está en modo local el controlador envía la señal correctiva hacia las salidas analógicas y se puede controlar el estado de la variable caudal mediante el variador de frecuencia. Los transmisores obtienen la medición de las variables, estas señales son enviadas a las entradas analógicas del PLC cerrando así el ciclo de programación, solo es necesaria la señal del transmisor de caudal para el control a lazo cerrado.

Si el interruptor está en modo manual se envía toda la señal analógica desde el potenciómetro al variador de frecuencia para obtener las curvas características, aquí son necesarias todas las señales de los transmisores.

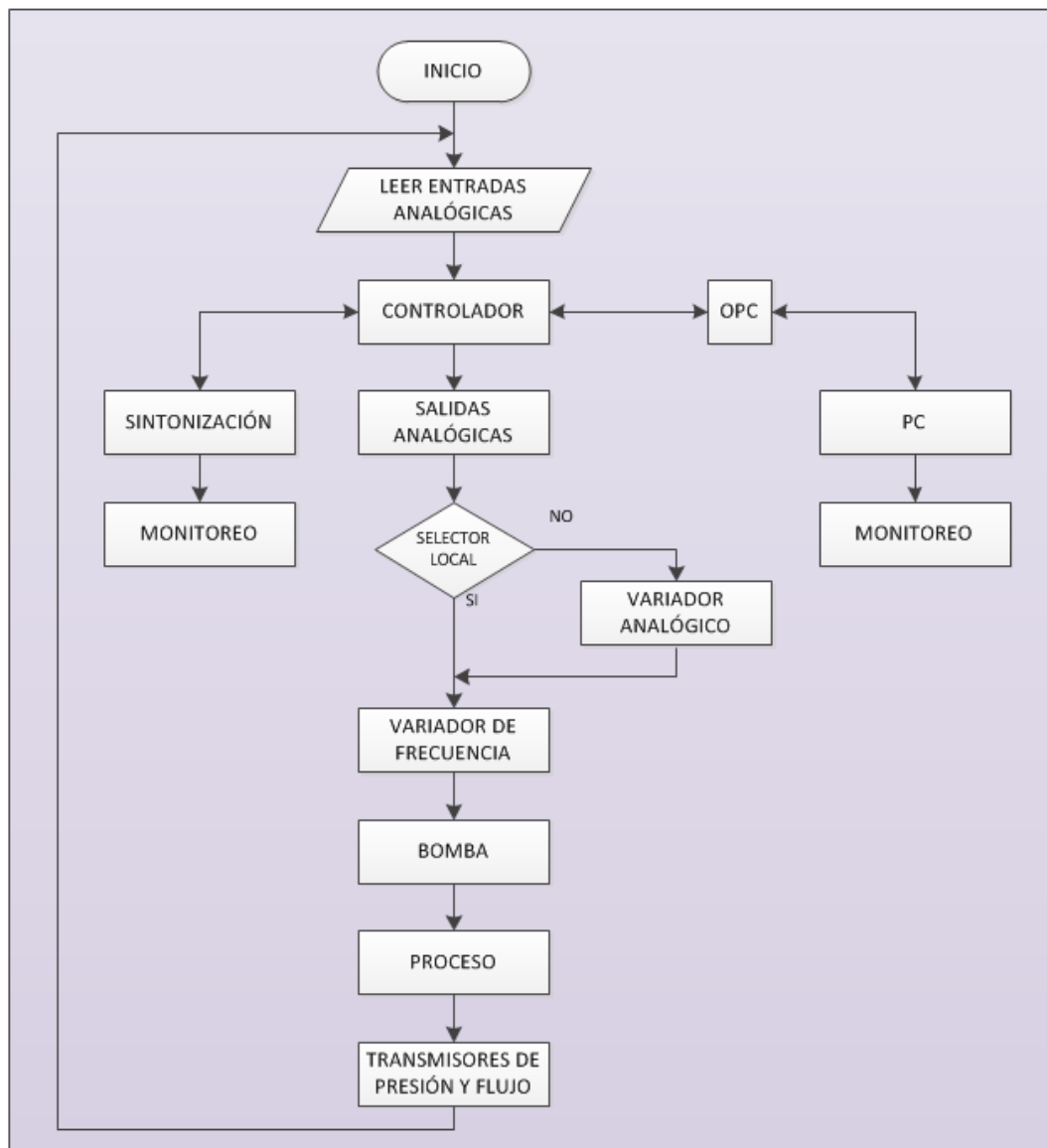


Figura 2.9: Diagrama de flujo del sistema.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.9. PROGRAMACIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

La programación del Variador de Frecuencia se lo realiza en base a los parámetros que vienen detallados en la placa de la bomba centrífuga marca THEBE como se indica en la figura 2.10, además estos datos son ingresados al Variador con la ayuda del Panel BOP para una puesta en servicio rápida del mismo.

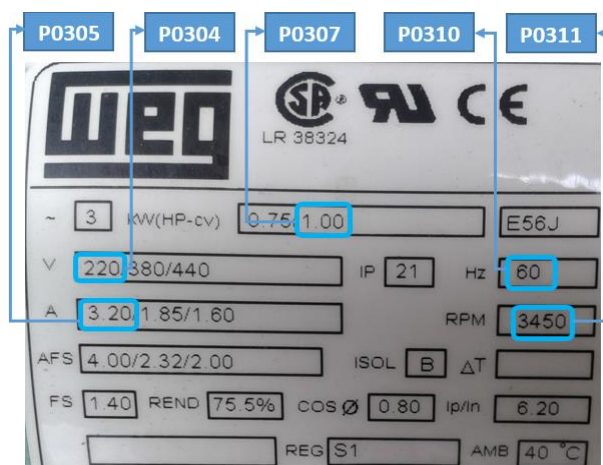


Figura 2.10: Características de la bomba centrífuga.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Para realizar la configuración del Variador de frecuencia la tabla 2.1 muestra los parámetros ingresados al variador de frecuencia.


Tabla 2.1. Parámetros ingresados al variador de frecuencia

PARÁMETRO	DETALLES	VALOR
P0010	Iniciar puesta en servicio rápida.	1
P0100	Funcionamiento para 1 hp / 60 Hz.	1
P0304	Tensión nominal del motor.	220
P0305	Corriente nominal del motor.	3.20
P0307	Potencia nominal del motor.	1.00
P0310	Frecuencia nominal del motor.	60.00
P0311	Velocidad nominal del motor (rpm).	340
P0700	Selección de la fuente de órdenes	2
P1000	Selección de la fuente de órdenes	2
P1080	Frecuencia mínima del motor.	0
P1082	Frecuencia máxima del motor.	60.00
P3900	Fin puesta en servicio rápida.	0
P0010	Iniciar puesta en servicio rápida.	0

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.


La configuración para el variador de frecuencia es la siguiente:

1. Pulsar el botón P para acceder a los parámetros de configuración del variador.

Pulsar  para acceder a parámetros.




2. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P0010, pulsar P para acceder al valor del parámetro y cambiar el valor de este parámetro a 1 con las flechas para poder configurar los parámetros de puesta en servicio rápida, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P0010




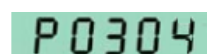
3. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P0100, pulsar P y cambiar el valor de este parámetro a 1 con las flechas para concordar con el parámetro del DIP a 1hp y 60 Hz, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P0100




4. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P0304, pulsar P y cambiar el valor de este parámetro a 220 con las flechas como lo indica la placa de la bomba, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P0304




5. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P0305, pulsar P y cambiar el valor de este parámetro a 3.20 con las flechas como lo indica la placa de la bomba, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P0305


P0305

6. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P0307, pulsar P y cambiar el valor de este parámetro a 1 con las flechas como lo indica la placa de la bomba, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P0307


P0307

7. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P0310, pulsar P y cambiar el valor de este parámetro a 60 con las flechas como lo indica la placa de la bomba, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P0310


P0310

8. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P0311, pulsar P y cambiar el valor de este parámetro a 3450 con las flechas como lo indica la placa de la bomba, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P0311


P0311

9. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P0700, pulsar P y cambiar el valor de este parámetro a 2 (Bornes/terminales) para que la selección de la fuente de órdenes sea externa, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P0700


P0700

10. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P1000, pulsar P y cambiar el valor de este parámetro a 2 (consigna analógica) para que la velocidad del variador sea cambiada desde una entrada analógica, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P1000


P1000

11. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P1080, pulsar P y cambiar el valor de este parámetro a 0 para que la frecuencia mínima de operación de la bomba sea a 0 Hz, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P1080


P1080

12. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P1082, pulsar P y cambiar el valor de este parámetro a 60 para que la frecuencia máxima de operación de la bomba sea a 60 Hz para realizar las pruebas en el banco de pruebas, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P1082


P1082

13. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P3900, pulsar P y cambiar el valor de este parámetro a 0 para finalizar la puesta de servicio rápida, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P3900

P3900

14. Pulsar la flecha arriba y dirigirse a P0010, pulsar P para acceder al valor del parámetro y cambiar el valor de este parámetro a 1 con las flechas para poder cargar los cambios y que el motor pueda entrar a funcionamiento, pulsar nuevamente P para guardar el cambio.

Pulsar  hasta que se visualice P0010

P0010

2.10. AJUSTE DEL TRANSMISOR DE FLUJO

El transmisor de flujo Georg Fischer Signet 8550-1 que se muestra en la figura 2.11, requiere ser ajustado para un rendimiento óptimo del mismo, para lo cual se requiere modificar los parámetros de calibración y opciones que tiene el mismo.



Figura 2.11: Transmisor de flujo Georg Fischer Signet 8550-1.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8550-1.

2.10.1. MODIFICAR LA CALIBRACIÓN DEL TRANSMISOR DE FLUJO

1. Pulsar la tecla ENTER por 2 segundos para ingresar al menú de calibración como se muestra en la figura 2.12.

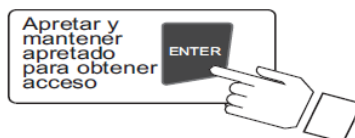


Figura 2.12: Acceso al menú de calibración.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8550-1.

2. Ingresar el código secuencial de teclas como se muestra en la figura 2.13, tres flechas arriba y una abajo.

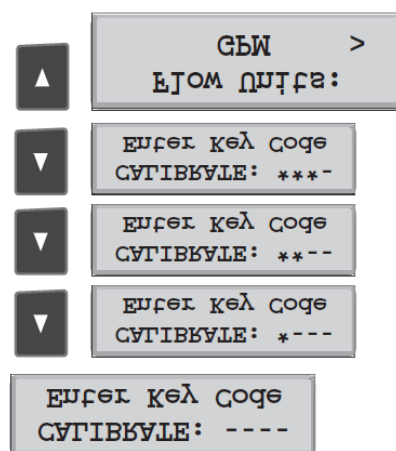


Figura 2.13: Código de ingreso al menú de calibración.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8550-1.

3. Pulsar la flecha abajo y dirigirse a Flow K-Factor, pulsar la tecla derecha para ingresar al componente y modificar el valor con las flechas de arriba/abajo a 297.52 que es exclusivo para el sensor y el tamaño y al catálogo de la tubería, el banco de pruebas tiene una tubería de 3/4 pvc, pulsar ENTER para guardar los cambios.
4. Pulsar la flecha abajo y dirigirse a Total K-Factor, pulsar la tecla derecha para ingresar al componente y modificar con las flechas de arriba/abajo el valor a 297.52 ya que este parámetro es el mismo del Flow K-Factor, pulsar ENTER para guardar los cambios.
5. Pulsar la flecha abajo y dirigirse a Loop Range: GPM, pulsar la tecla derecha para ingresar al componente y seleccionar con las flechas de arriba/abajo el valor mínimo de 0 y el valor máximo de 30; éste valor se obtiene al encender el banco de pruebas y ver a la frecuencia máxima el flujo que circula por la tubería, pulsar ENTER para guardar los cambios.
6. Pulsar simultáneamente las flechas de arriba y abajo como se indica en la figura 2.14 para salir del menú de calibración y regresar a la operación normal.



Figura 2.14: Salir del menú de calibración.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8550-1

2.10.2. MODIFICAR LAS OPCIONES DEL TRANSMISOR DE FLUJO

1. Pulsar la tecla ENTER por 5 segundos para ingresar al menú de opciones como se muestra en la figura 2.15.

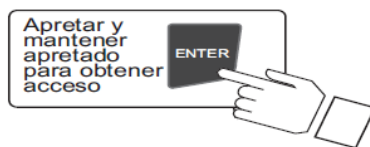


Figura 2.15: Acceso al menú de opciones.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8550-1

2. Ingresar el código secuencial de teclas como se muestra en la figura 2.16, tres flechas arriba y una abajo.

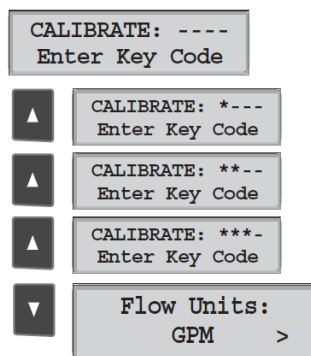


Figura 2.16: Código de ingreso al menú de opciones.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8550-1

3. Pulsar la flecha abajo y dirigirse a Averaging, pulsar la tecla derecha para ingresar al componente y elegir el valor con las flechas de arriba/abajo a 120 segundos para el promediado de la señal, pulsar ENTER para guardar los cambios.
4. Pulsar la flecha abajo y dirigirse a Sensitivity, pulsar la tecla derecha para ingresar al componente y elegir el valor con las flechas de arriba/abajo a 5 para colocar la sensibilidad a la mitad del rango, pulsar ENTER para guardar los cambios, este parámetro funciona conjuntamente con el promediado para estabilizar los cambios drásticos de caudal.
5. Pulsar simultáneamente las flechas de arriba y abajo como se indica en la figura 2.17 para salir del menú de calibración y regresar a la operación normal.



Figura 2.17: Salir del menú de opciones.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8550-1

2.11. AJUSTE DE LOS TRANSMISORES DE PRESIÓN

Transmisor de presión Georg Fischer Signet 8450-1 que se muestra en la figura 2.18, requiere ser ajustado para un rendimiento óptimo del mismo, para lo cual se requiere modificar los parámetros de calibración y opciones que tiene el mismo. Los pasos a seguir son los mismo en los dos transmisores de presión los parámetros son los que varían.



Figura 2.18: Transmisor de presión Georg Fischer Signet 8450-1.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8450-1.

2.11.1. MODIFICAR LA CALIBRACIÓN DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN

1. Pulsar la tecla ENTER por 2 segundos para ingresar al menú de calibración como se muestra en la figura 2.19.

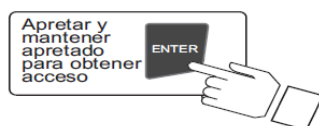


Figura 2.19: Acceso al menú de calibración.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8450-1.

2. Ingresar el código secuencial de teclas como se muestra en la figura 2.20, tres flechas arriba y una abajo.

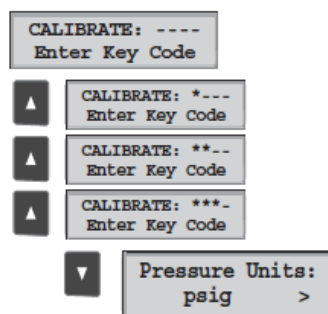


Figura 2.20: Código de ingreso al menú de calibración.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8450-1.

3. Pulsar la flecha abajo y dirigirse a Pressure Units, pulsar la tecla derecha para ingresar al componente y elegir kPa con las flechas de arriba/abajo, pulsar ENTER para guardar los cambios.
4. Pulsar la flecha abajo y dirigirse a Loop Range: kPa, pulsar la tecla derecha para ingresar al componente y modificar con las flechas de arriba/abajo el valor mínimo de -2 y el valor máximo de 320 para el transmisor de presión 1 y valor mínimo de 5 y el valor máximo de -60 para el transmisor de presión 2, pulsar ENTER para guardar los cambios, los valores máximos se los obtiene al encender el banco de pruebas con la frecuencia máxima y la válvula v2.2 o v2.1 cerrada, además debe tener en cuenta que el transmisor 2 da una presión negativa al nivel máximo y al mínimo da una presión positiva.
5. Pulsa simultáneamente las flechas de arriba y abajo como se indica en la figura 2.21 para salir del menú de calibración y regresar a la operación normal.



Figura 2.21: Salir del menú de calibración.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8450-1.

2.11.2. MODIFICAR LAS OPCIONES DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN

1. Pulsar la tecla ENTER por 5 segundos para ingresar al menú de opciones como se muestra e la figura 2. 22.

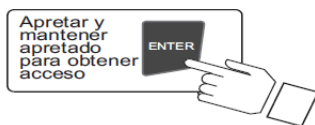


Figura 2.22: Acceso al menú de opciones.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8450-1.

2. Ingresar el código secuencial de teclas como se muestra en la figura 2.23, tres flechas arriba y una abajo.

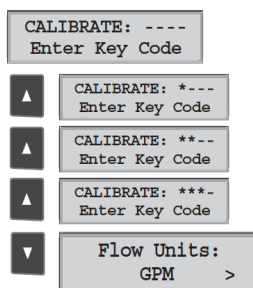


Figura 2.23: Código de ingreso al menú de opciones.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8450-1.

3. Pulsar la flecha abajo y dirigirse a Averaging, pulsar la tecla derecha para ingresar al componente y elegir el valor con las flechas de arriba/abajo a LOW a los dos transmisores para que los cambios de presión no sean tan drásticos, pulsar ENTER para guardar los cambios.
4. Pulsa simultáneamente las flechas de arriba y abajo como se indica en la figura 2.24 para salir del menú de calibración y regresar a la operación normal.



Figura 2.24: Salir del menú de opciones.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8450-1.

2.12. PROGRAMACIÓN TIA PORTAL

Para realizar la programación del PLC S7-1200 y de la Touch Panel KTP600 se utiliza el software TIA portal, el cuál es una herramienta muy útil en el área de la ingeniería y permite la programación y visualización de las variables en tiempo real.

2.12.1. CREAR UN PROYECTO

Para la programación tanto del PLC S7-1200 y de la TOUCH Panel KTP600 se requiere crear un proyecto en TIA portal y configurar direcciones IP y agregar los dispositivos que conforman el proyecto para lo cual se deben realizar siguientes pasos:

1. Abrir el software TIA portal V11 como se indica en la figura 2.25 ya sea buscando el software o dando clic en el ícono de acceso rápido del mismo.



Figura 2.25: Ingreso al software TIA PORTAL.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2. En la pestaña iniciar dirigirse a Crear proyecto, ahí se debe configurar el nombre del proyecto y la ruta en donde se desea guardar el mismo, y se procede a dar clic en Crear como se indica en la figura 2.26.

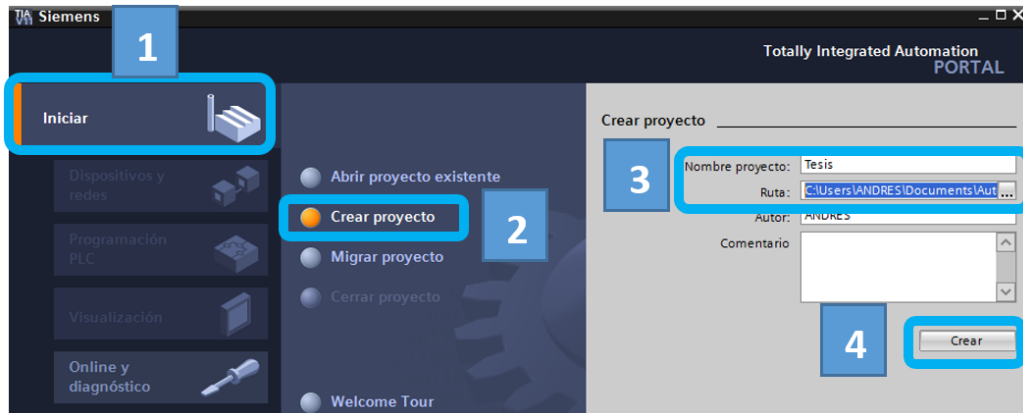


Figura 2.26: Ventana principal de software TIA PORTAL.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3. Una vez creado el proyecto se tiene que configurar el dispositivo como se indica en la figura 2.27, dar clic en Configurar un dispositivo

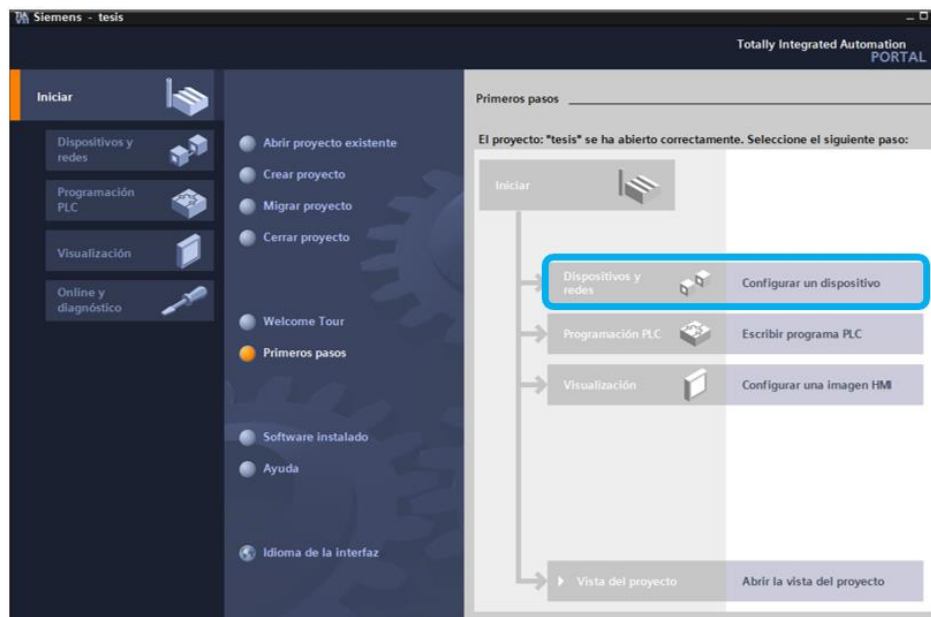


Figura 2.27: Ventana de configuración de dispositivos.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

4. Dirigirse a Dispositivos y redes, dar clic en la opción de Agregar dispositivos, después dar clic en PLC y se aparecerán todos los PLC's disponibles en el software TIA, se elige el PLC S7-1200 y la CPU 1214C AC/DC/Rlay, dar doble clic sobre la serie del PLC para elegirlo, como se indica en la figura 2.28.

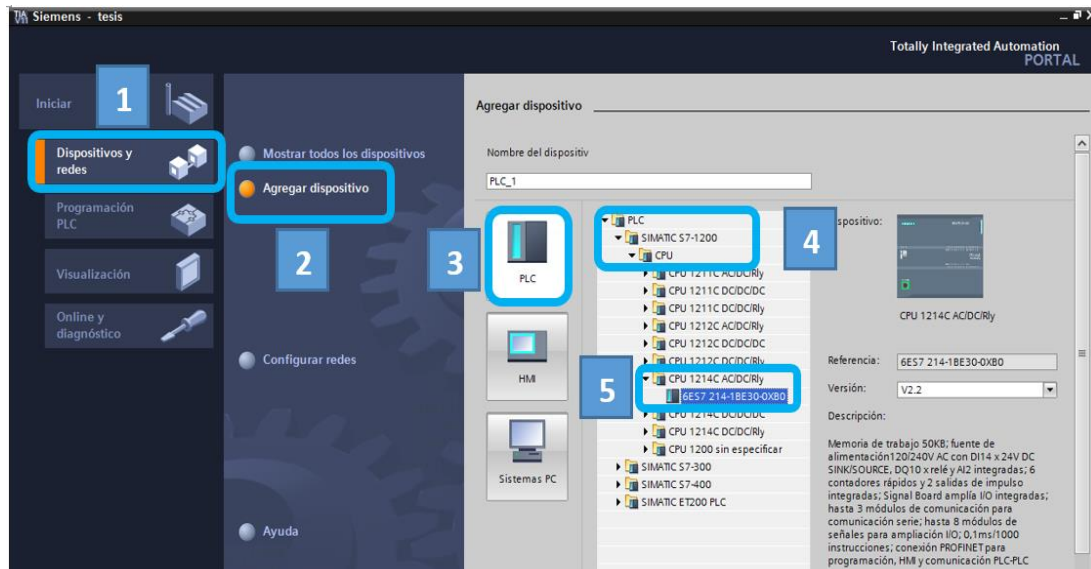


Figura 2.28: Selección del dispositivo.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Al seleccionar la CPU deseada se muestra la ventana de vista de dispositivos y redes como se muestra en la figura 2.29.

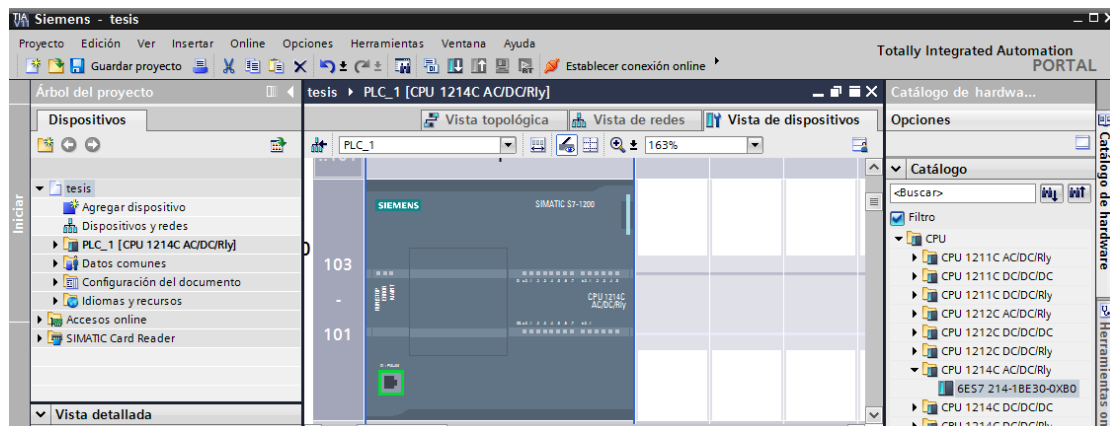


Figura 2.29: Ventana de vista de dispositivos y redes.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

- Dirigirse al catálogo de hardware y elegir AI/AQ para poder añadir el módulo de entradas y salidas analógica AI 4x13 bits / AQ 2x13 bits, arrastrar este módulo a la vista de dispositivos como se indica en la figura 2.30.

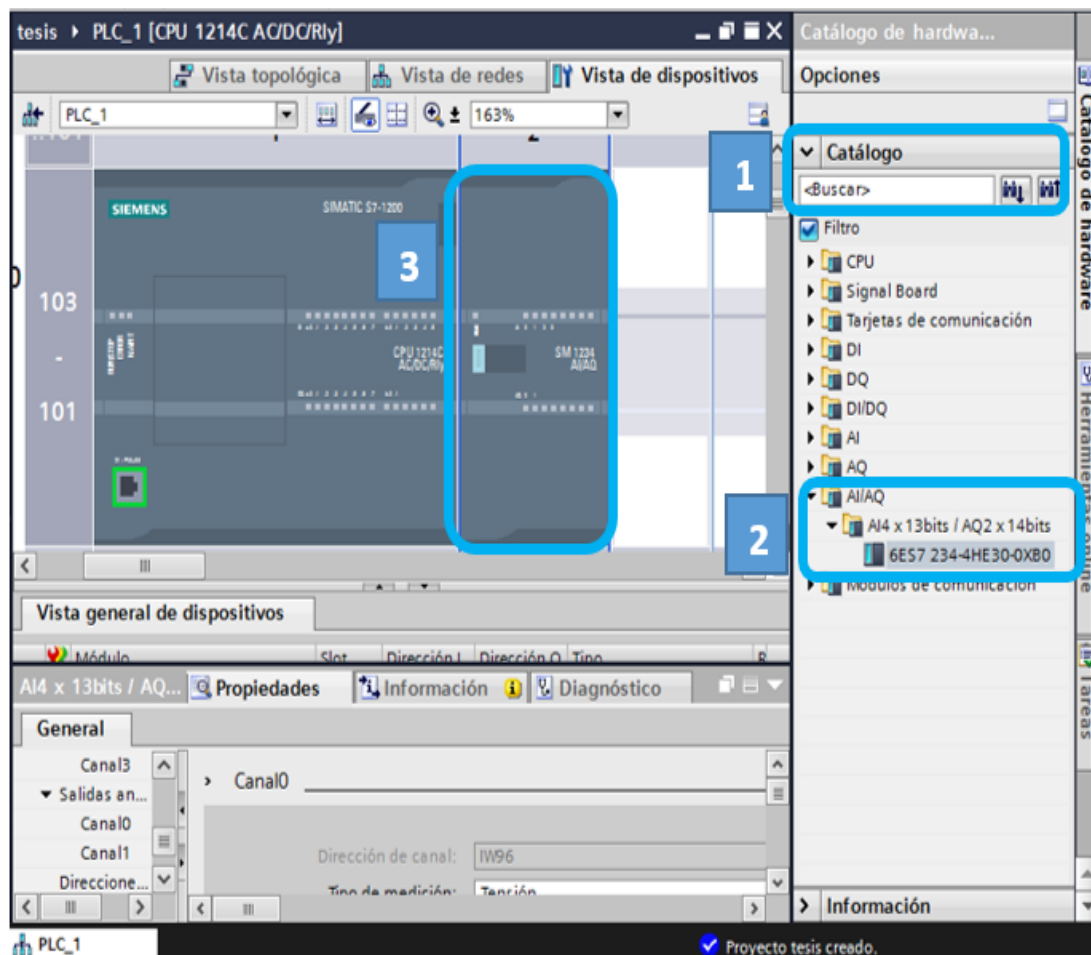


Figura 2.30: Adición del módulo de AI/AQ.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

- Para agregar la TOUCH Panel KTP600 dirigirse a la parte izquierda en donde se encuentra el Árbol del proyecto/Dispositivos, dar clic en Agregar dispositivos para que se despliegue otra ventana en donde elegimos el icono de HMI y en las opciones de éste seleccionamos HMI/Simatic Basic Panel para buscar la TOUCH que disponemos, elegir KTP00 Basic PN y dar clic en Aceptar como se indica en la figura 2.31 para que se inicie el Asistente del panel de operador.

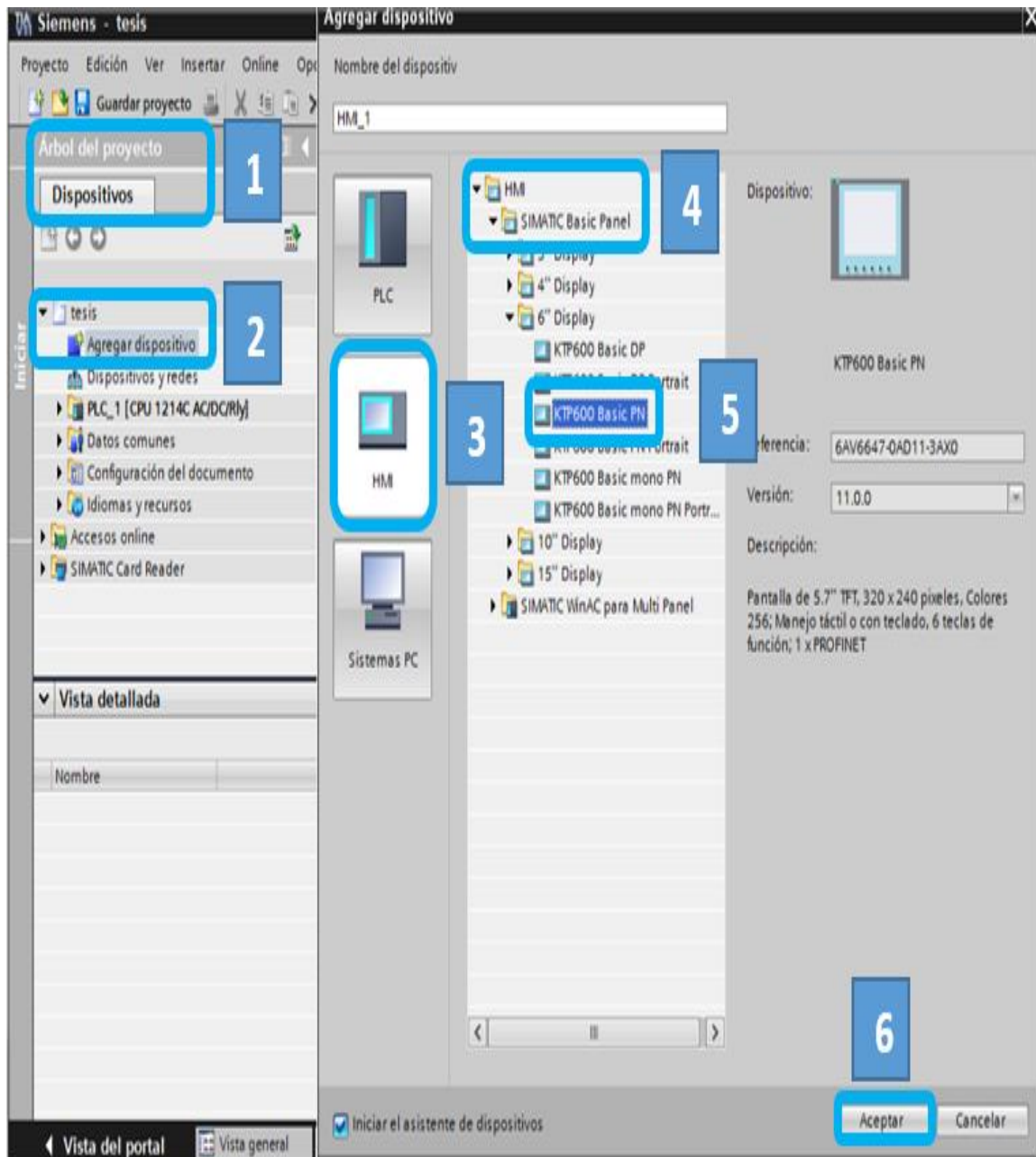


Figura 2.31: Adición de la TOUCH Panel KTP600.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

7. En el asistente del panel de operador se abren las Conexiones de PLC para configurar la conexión PROFINET como se indica en la figura 2.32, dirigirse a PLC_1 / Examinar y seleccionar el PLC que se agregó al crear el proyecto y automáticamente se enlazan y quedan conectados con una línea verde el PLC y la TOUCH.

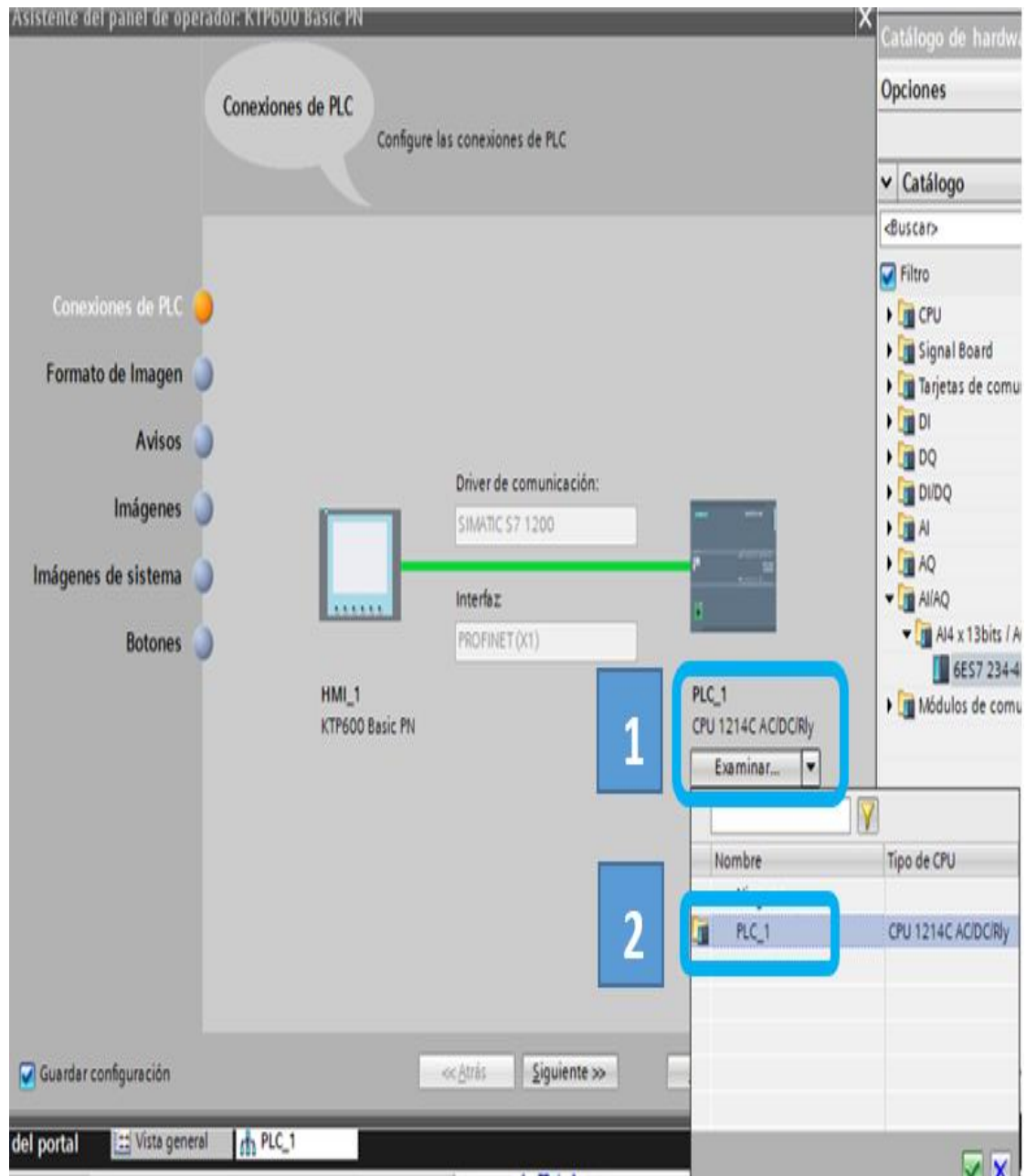


Figura 2.32: Configuración de la conexión PROFINET entre TOUCH-PLC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

8. Dar clic en Formato de imagen, aquí se puede configurar la imagen y el encabezado que se desee para que se muestre en la TOUCH al encenderla como se indica en la figura 2.33, una vez realizados los cambios dar clic en Finalizar para que se agregue la TOUCH al proyecto como se indica en la figura 2.34.

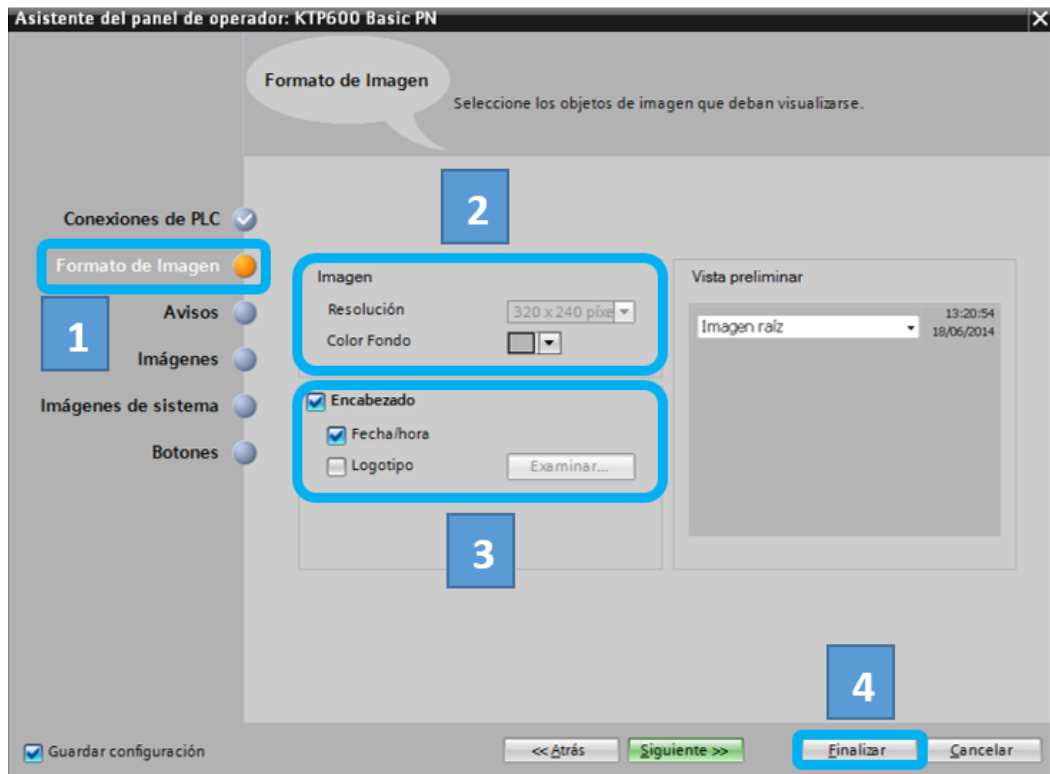


Figura 2.33: Configuración del Formato de Imagen.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

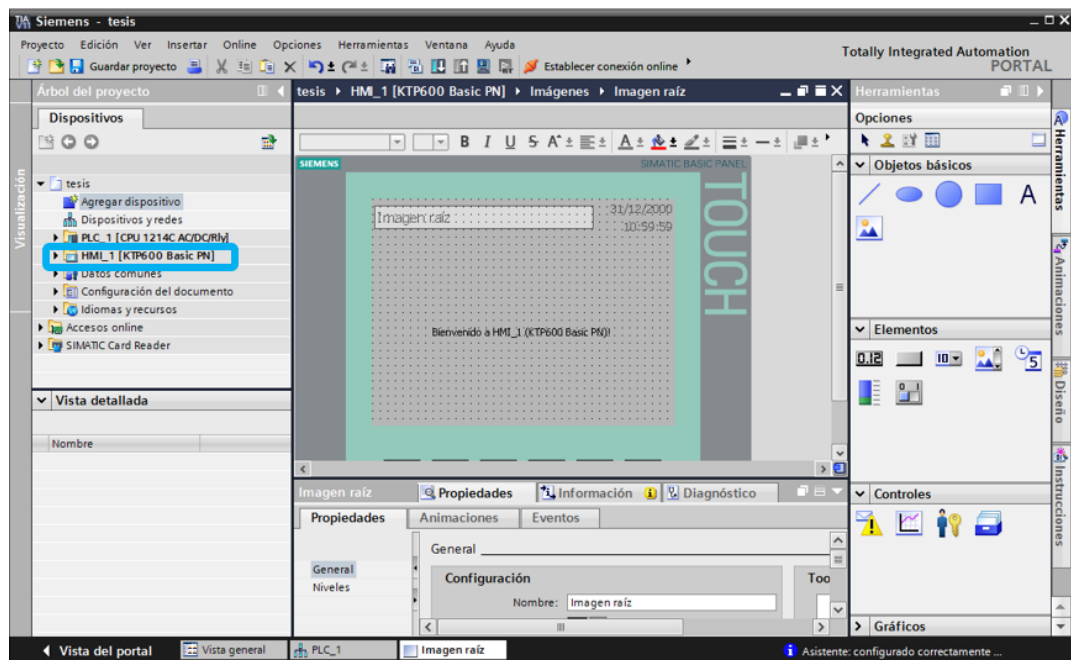


Figura 2.34: Editor del HMI.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Para ver que la conexión PROFINET esté de manera correcta dirigirse a Dispositivos y redes, en vista de Redes se encuentran enlazados el PLC con la TOUCH con una línea verde como se indica en la figura 2.35.

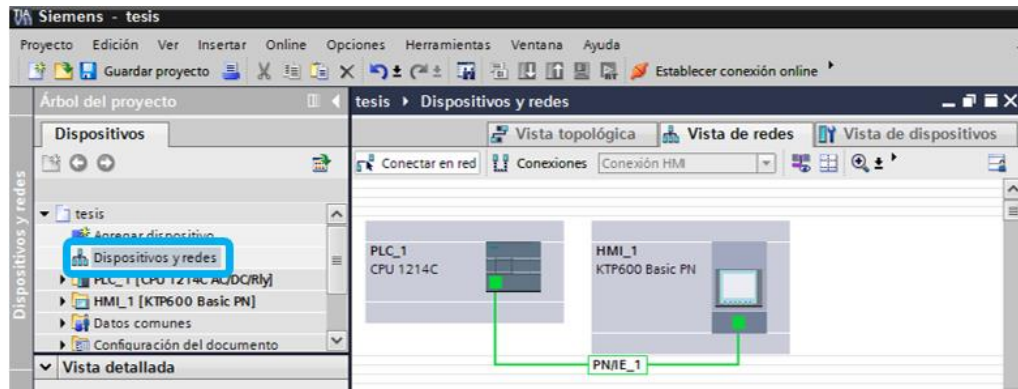


Figura 2.35: Conexión PROFINET.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

9. Dar clic en el punto verde del PLC para configurar la dirección IP como se indica en la figura 2.36.

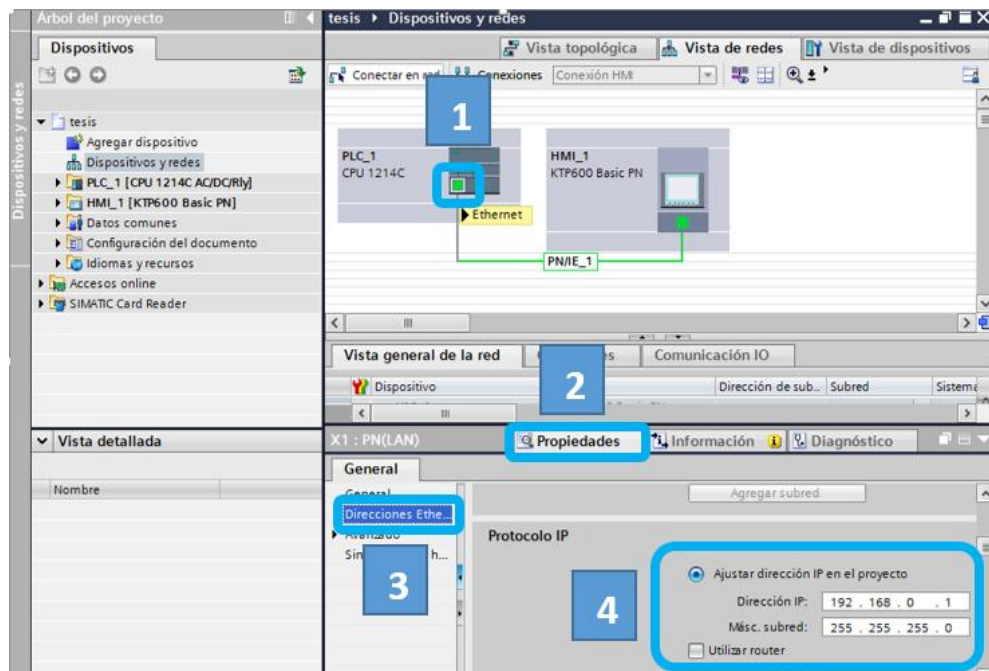


Figura 2.36: Configuración de la Dirección IP del PLC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

10. Dar clic en el punto verde del HMI para configurar la dirección IP como se indica en la figura 2.37.

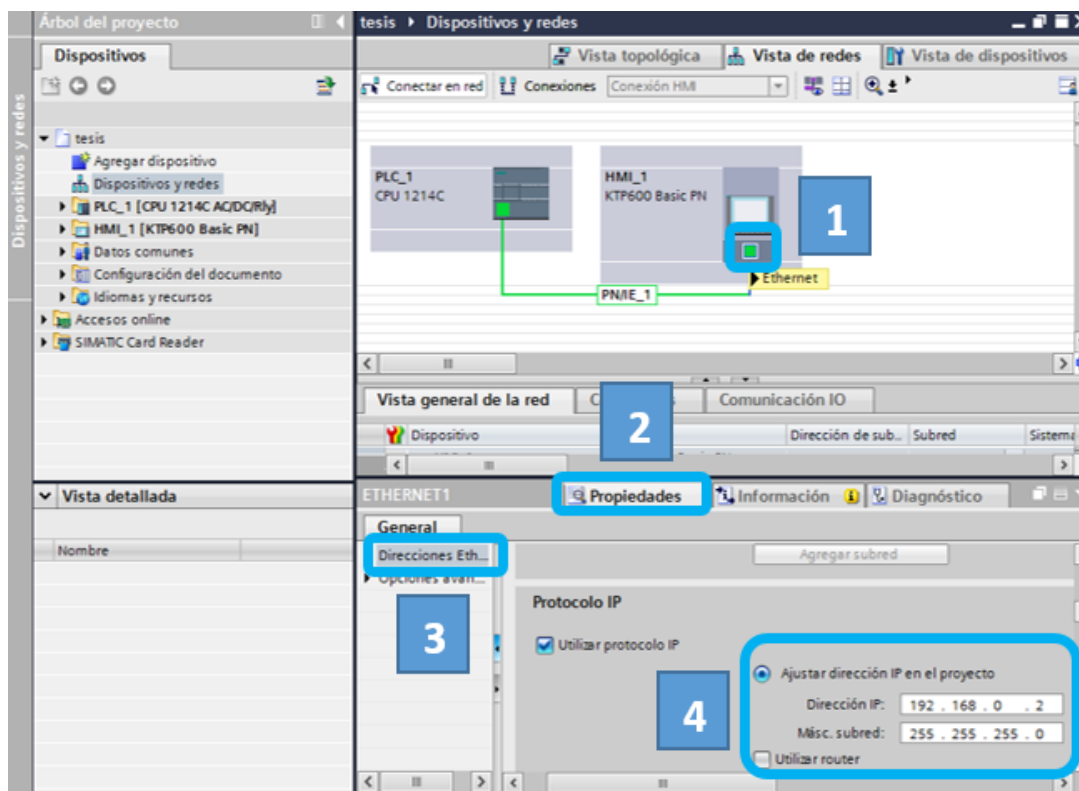


Figura 2.37: Configuración de la Dirección IP del HMI.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.12.2. PROGRAMACIÓN DEL PLC S7-1200

La programación del PLC se va a centrar en el acondicionamiento de las variables y en el control a implementarse para mantener un caudal constante, asignando variables (tag's) que luego van a ser empleadas en el HMI y en el servidor OPC.

a. ESCALAMIENTO DE VARIABLES

Para realizar el escalamiento de las variables se debe tomar en cuenta que la resolución del módulo de entradas y salidas analógicas va de 0 a 27648 bits,

pero los transmisores entregan una señal de 4 a 20 mA por lo que se requiere cambiar el valor bajo en la resolución para los escalamientos a 5529 bits, este valor se consigue dividiendo el valor máximo para 5. Para efectuar estos escalamientos se tiene que realizar los siguientes pasos:

1. Dirigirse a la carpeta PLC/ Bloques de Programa, dar doble clic para abrir el Main en donde se va a realizar la programación del PLC en cuanto a escalamientos como se indica en la figura 2.38.

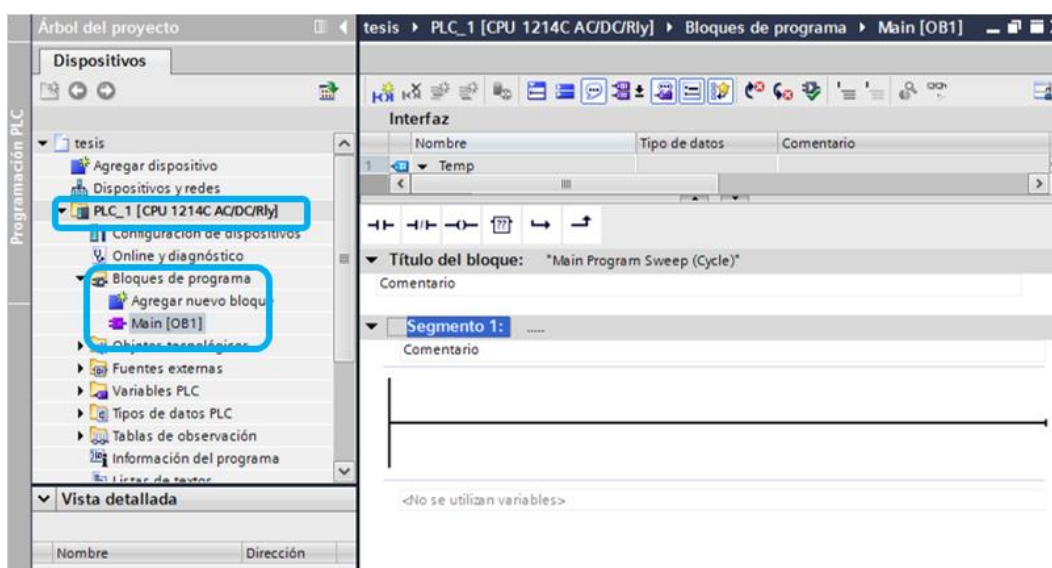


Figura 2.38: Ventana de programación Main.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2. Arrastrar el Cuadro vacío al segmento de programación y dar clic en la parte superior del bloque para elegir los bloques de NORM_X y SCALE_X con los que se realiza el escalamiento como se indica en la figura 2. 39. NORM_X se lo utiliza para que la variable que ingresa desde el rango de resolución de 5529 a 27648 bits se la convierta a un rango de 0 a 1 dejándolo en una escala lineal y el SCALE_X se lo utiliza para cambiar el valor que entrega el NORM a los rangos que tienen las variables físicas ya sea kPa o RPM y de esta manera se tiene las variables acondicionadas como se indica en la figura 2. 40.

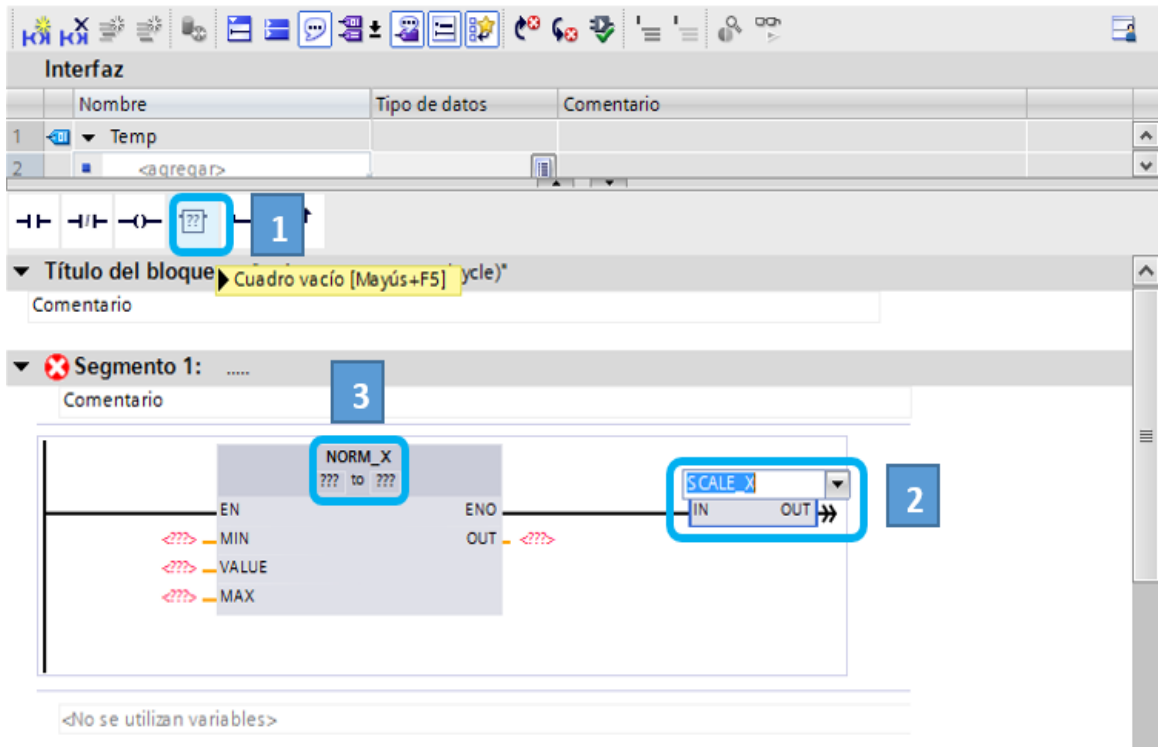


Figura 2.39: Ingreso de los bloques para el escalamiento.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

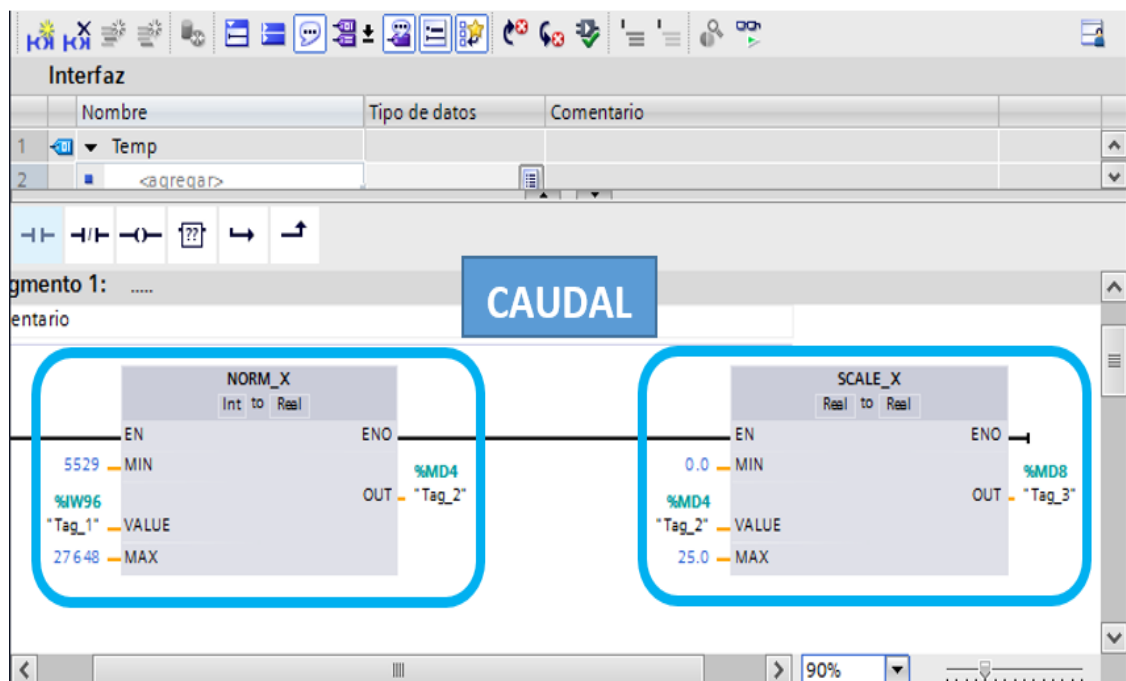


Figura 2.40: Escalamiento de la variable caudal.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

b. CONFIGURACIÓN DEL OBJETO TECNOLÓGICO PID

La configuración del objeto tecnológico ayuda en la programación del controlador, configurando un objeto PID para ello se tiene que realizar los siguientes pasos:

1. Dirigirse a la carpeta PLC/Objetos Tecnológicos, dar doble clic en Agregar Objeto, elegir PID Control, dar clic sobre PID_Compact y dar clic en aceptar como se indica en la figura 2.41.

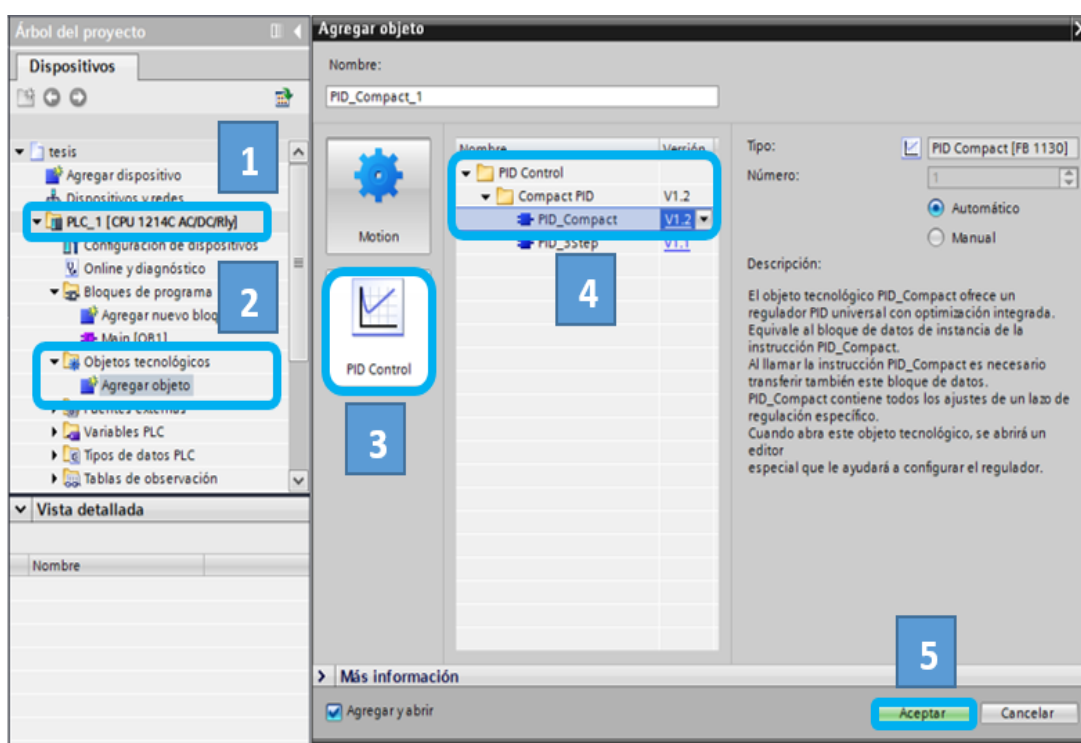


Figura 2.41: Agregar un objeto PID.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Se abre una nueva ventana como se indica en la figura 2.42 en la cual se configura al PID, en ajustes básicos se cambia el tipo de entrada y salida que se desea tener, en este caso se selecciona Input_PER y Output_PER, para que la entrada tenga la variable caudal del proceso acondicionada de 0 a 27648 y la salida tenga un valor de 0 a 27648 que es un equivalente de 0 a 10V que será enviado al variador de frecuencia para realizar el control de caudal.

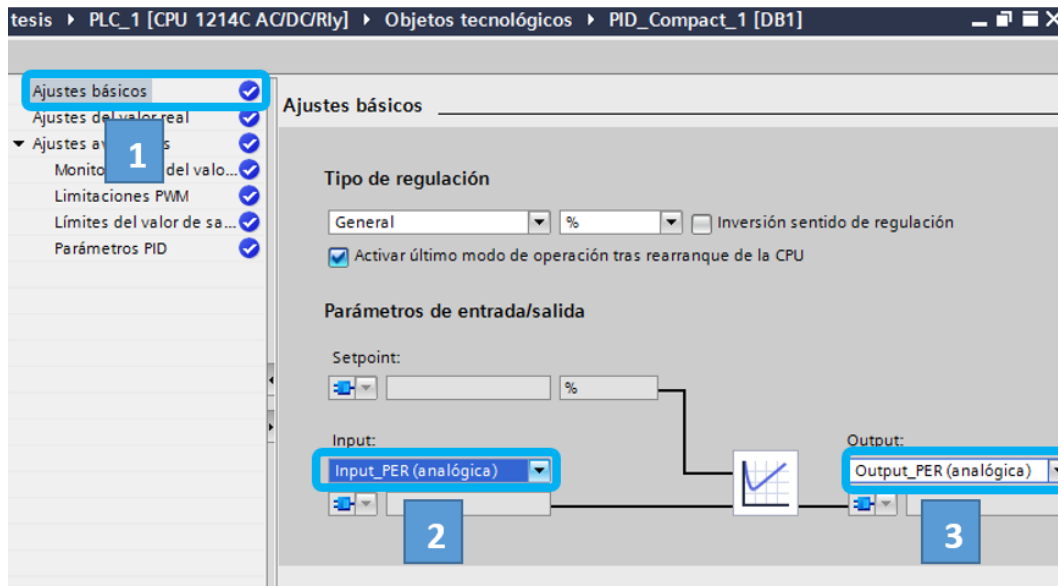


Figura 2.42: Configuración de la entrada y salida del objeto PID.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

- Dirigirse a la carpeta PLC/Bloques de programa, dar doble clic en Agregar nuevo bloque, elegir Bloque de organización, dar clic sobre Cyclic interrupt y dar clic en aceptar como se indica en la figura 2.43.

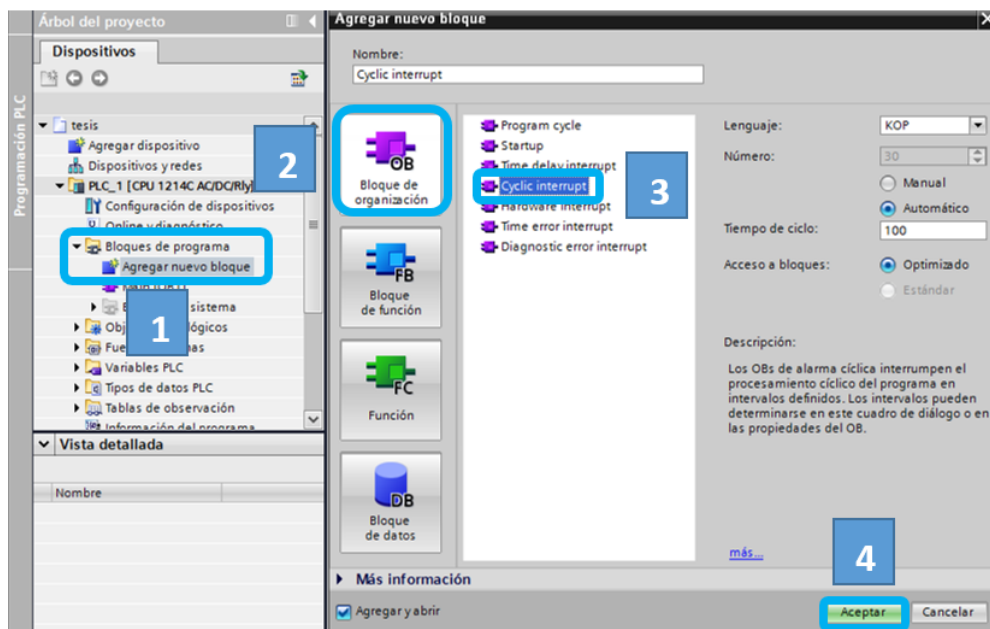


Figura 2.43: Agregar un bloque de programa.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3. Abrir el nuevo bloque como se indica en la figura 2.44, dirigirse a Tecnología dar clic sobre la carpeta de PID Control y arrastrar PID_Compact al Segmento 1 para cambiar los valores de Set point, Input_PER y Output_PER.

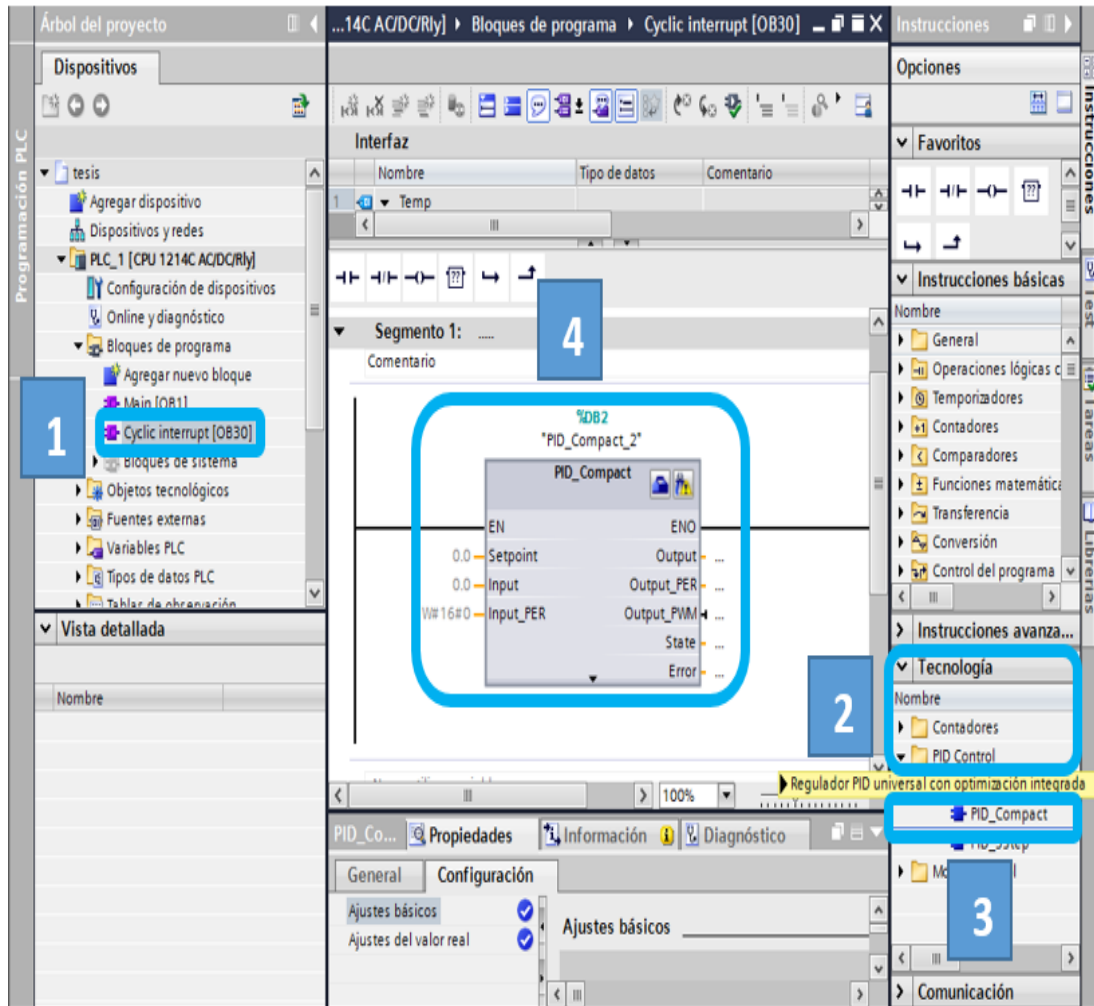


Figura 2.44: Arrastrar un objeto PID a la programación.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

c. CARGAR PROGRAMA

Para cargar los programas realizados tanto del PLC como del HMI, primero se tiene que dar una dirección IP al computador para que pueda estar en la misma red, para ello se tiene que configurar la dirección 192.168.0.5 con máscara de 255.255.255.255 como se indica en la figura 2.45.

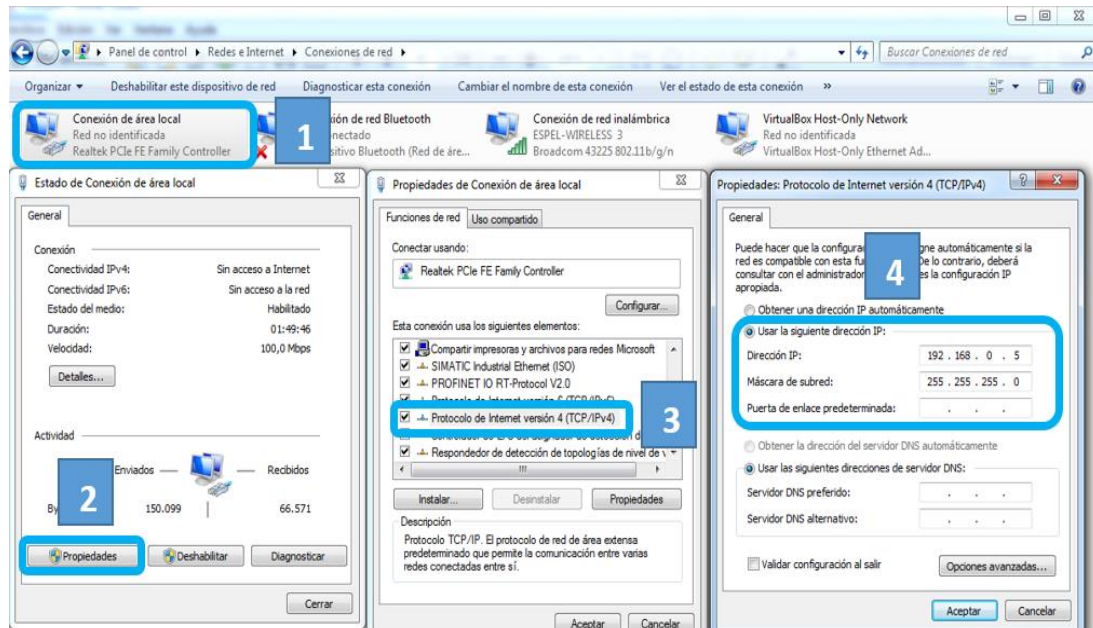


Figura 2.45: Configuración de la dirección IP del computador.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Una vez configurada la dirección IP del computador guarda el proyecto como se indica en la figura 2.46 y proceder a cargar el programa en el PLC y la TOUCH.



Figura 2.46: Guardar Proyecto.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

1. Dar clic en Online/Dispositivos accesibles como se indica en la figura 2.47 y se abre la ventana que se indica en la figura 2.48 en donde se ve si el PLC se encuentra enlazado con el computador de forma correcta a través de una línea verde, para ello previamente se los conecta físicamente los dos equipos, en esta ventana indica el dispositivo conectado con su dirección IP, su MAC y la interface de conexión, además puede dar clic en Parpadear LED si desea que el led del PLC ejecute esta acción.

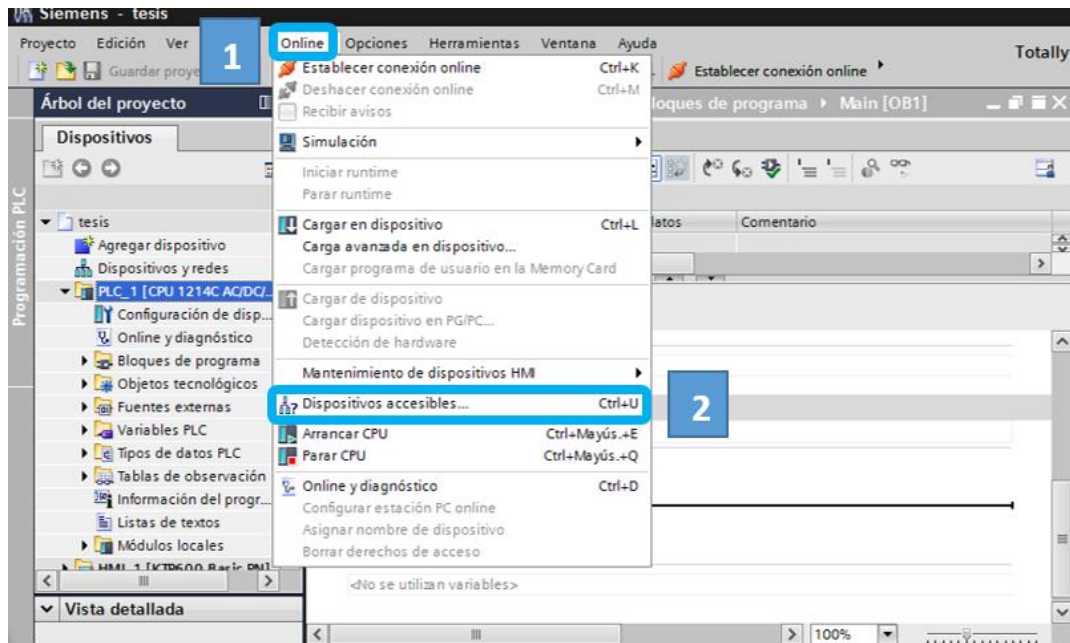


Figura 2.47: Dispositivos accesibles a la interfaz PG/PC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

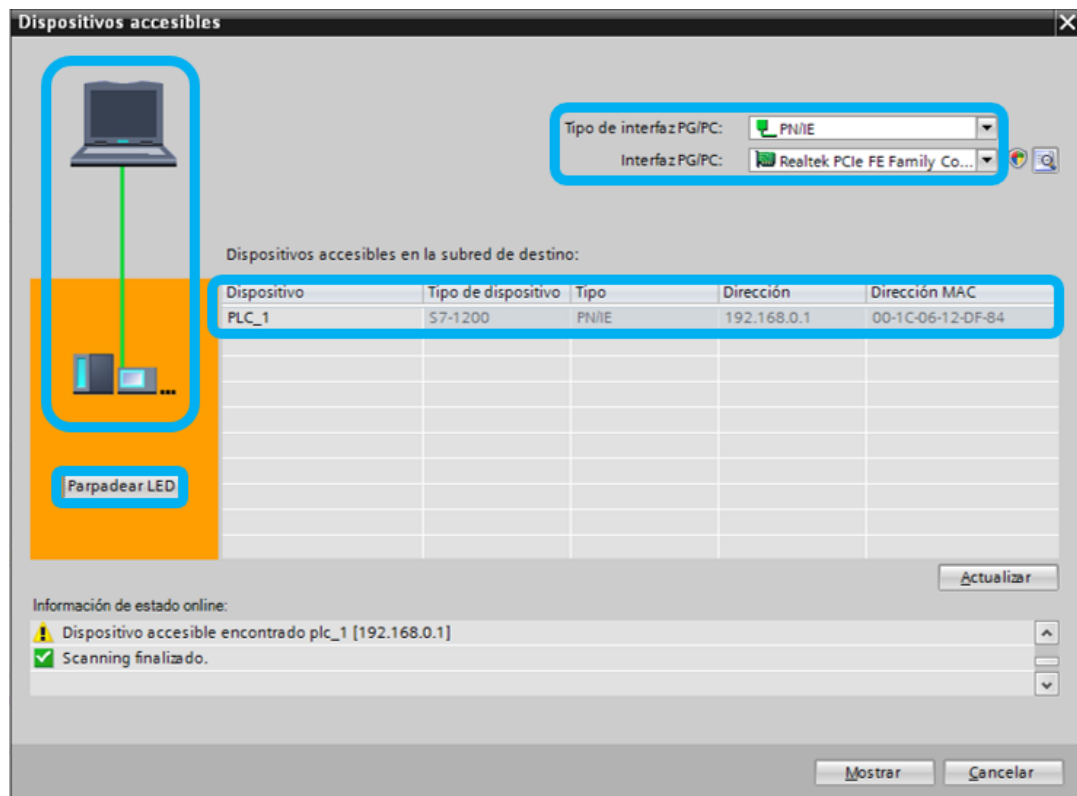


Figura 2.48: PLC accesible a la interfaz PG/PC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2. Dar clic derecho en la carpeta PLC, dirigirse a Compilar y dar clic en Todo como se indica en la figura 2.49.

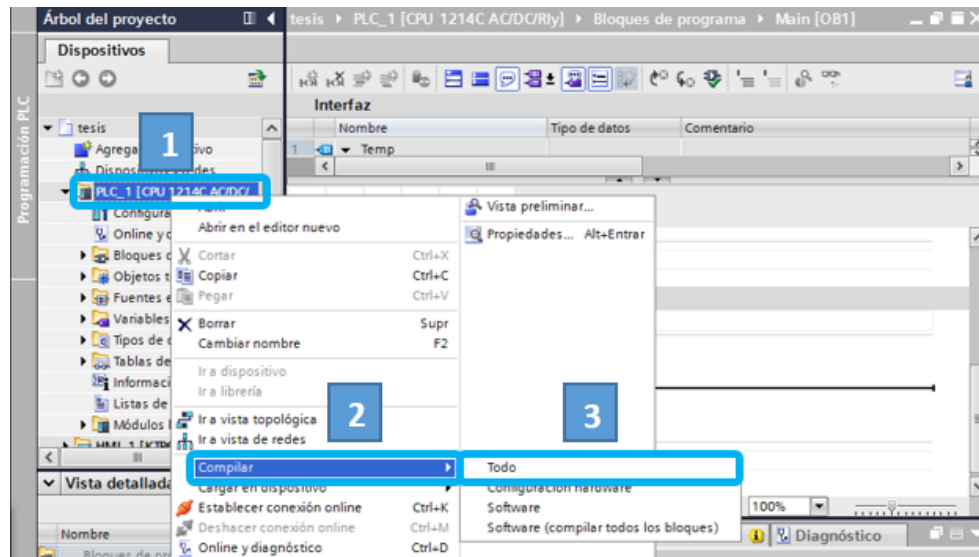


Figura 2.49: Compilar la programación del PLC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3. Dar clic derecho en la carpeta PLC, dirigirse a Cargar y dar clic en Todo como se indica en la figura 2.50.

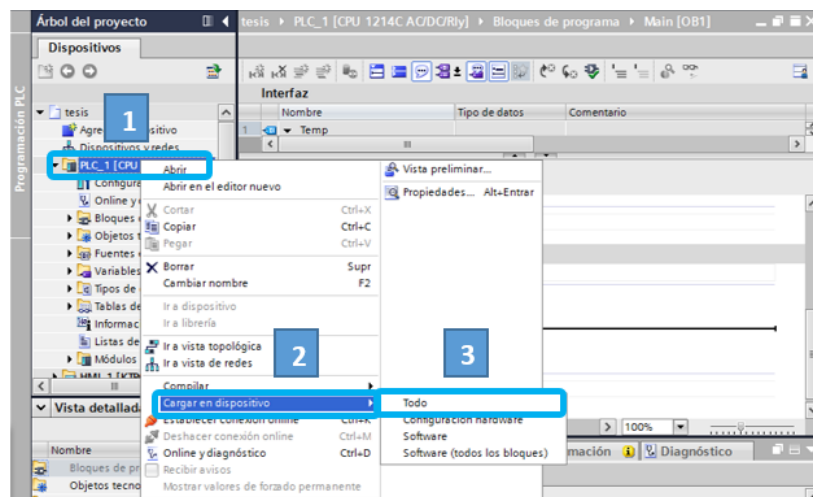


Figura 2.50: Cargar la programación en el PLC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Se abre una ventana en donde se configura el tipo y la Interfaz PG/PC conjuntamente con la Conexión de subred como se indica en la figura 2.51, dar clic en cargar y se despliega otra ventana en donde se elige Aplicar a todos y se carga toda la programación como se indica en la figura 2.52.

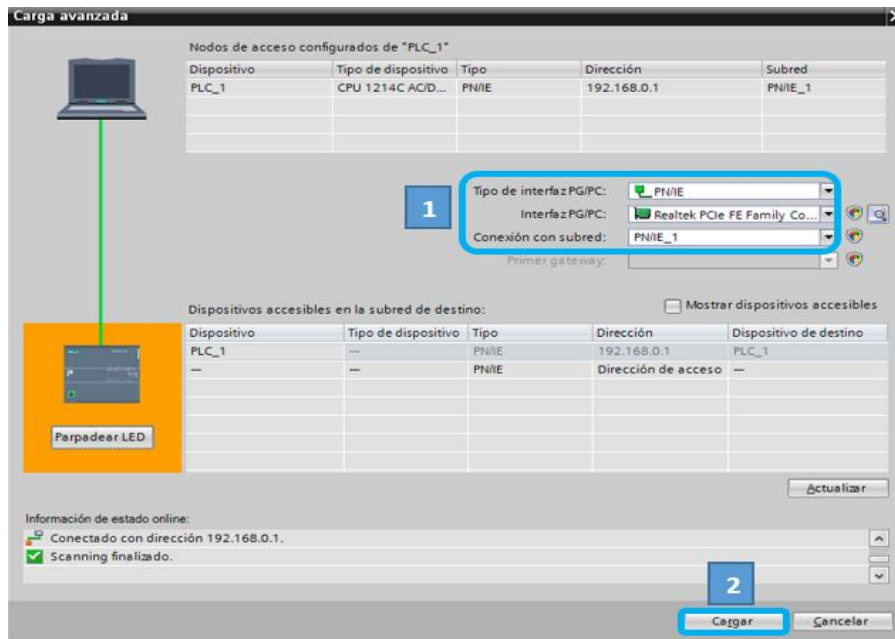


Figura 2.51: Cargar la configuración para el PLC

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

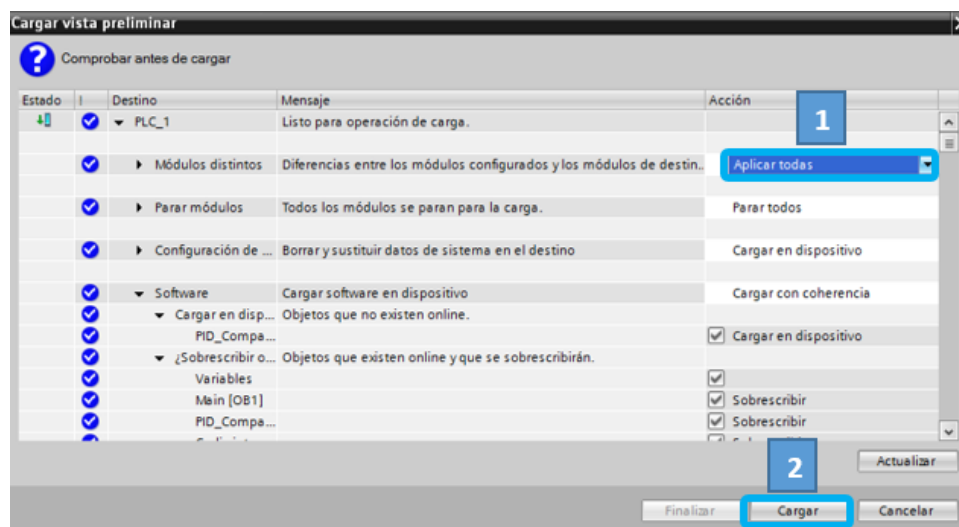


Figura 2.52: Cargar la programación en el PLC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Se abre una nueva ventana, dar clic en Arrancar todos y dar clic en finalizar para comenzar a utilizar al PLC como se indica en la figura 2.53.

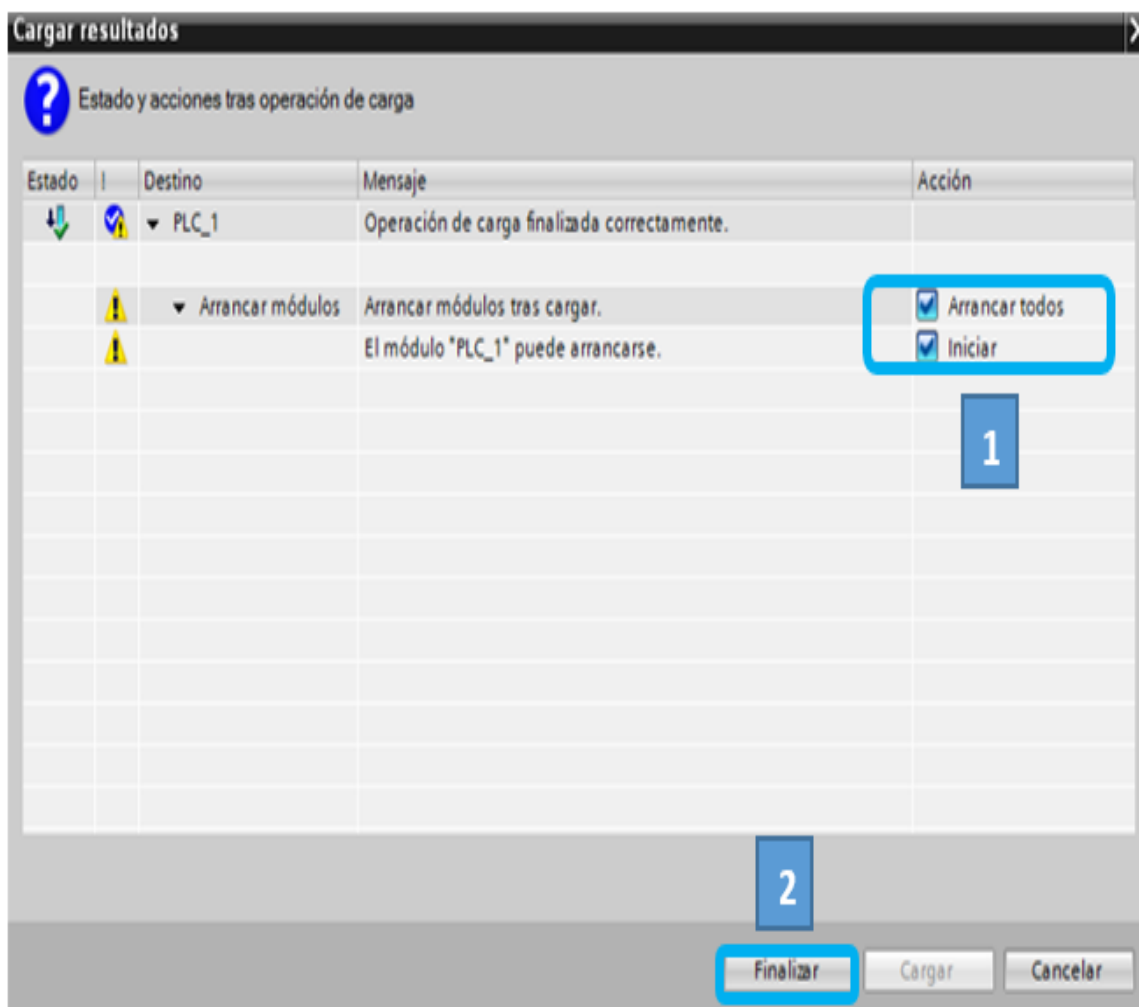


Figura 2.53: Finalizar y arrancar el PLC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

- Seguir el paso uno como indica la figura 2.47 y se abre la ventana que se indica en la figura 2.54 en donde se ve si el TOUCH se encuentra enlazado con el computador de forma correcta a través de una línea verde, para ello previamente se los conecta físicamente los dos equipos, en esta ventana indica el dispositivo conectado con su dirección IP, su MAC y la interface de conexión, además puede dar clic en Parpadear LED si desea que la pantalla de la TOUCH ejecute esta acción.

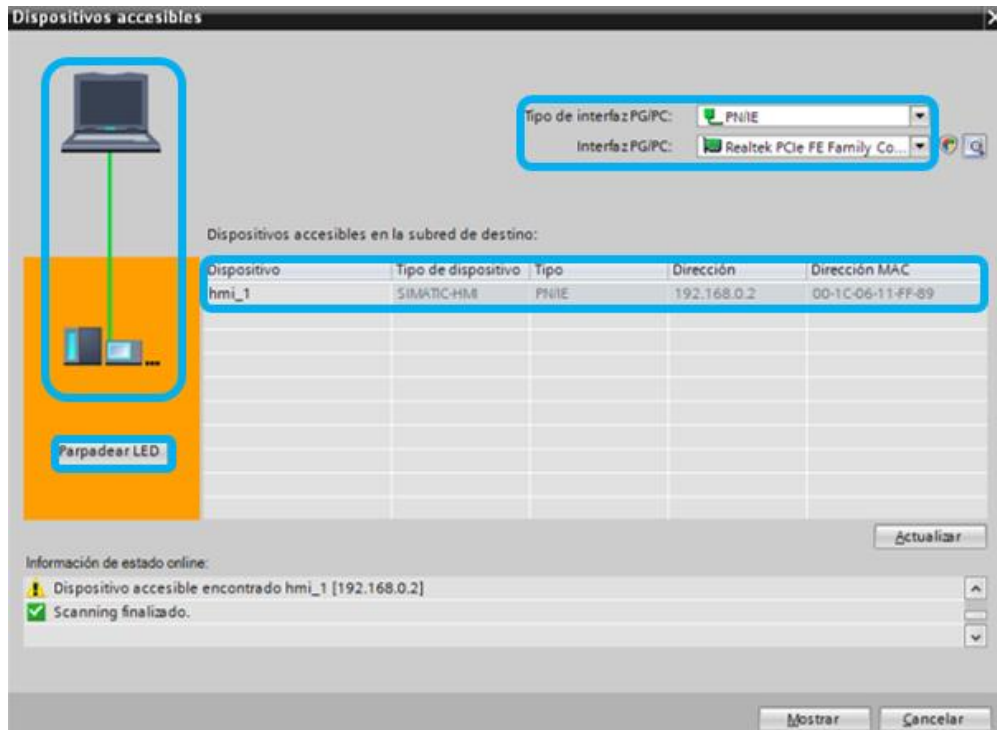


Figura 2.54: HMI accesible a la interfaz PG/PC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

5. Dar clic derecho en la carpeta HMI, dirigirse a Compilar y dar clic en Todo como se indica en la figura 2.55.

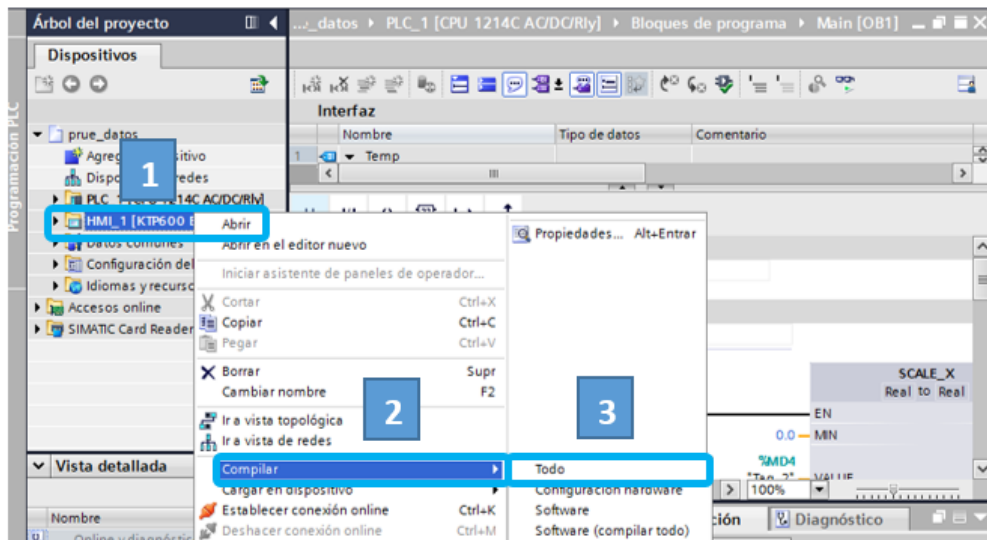


Figura 2.55: Compilar la programación del HMI.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

6. Dar clic derecho en la carpeta HMI, dirigirse a Cargar y dar clic en Software (cargar todo) como se indica en la figura 2.56.

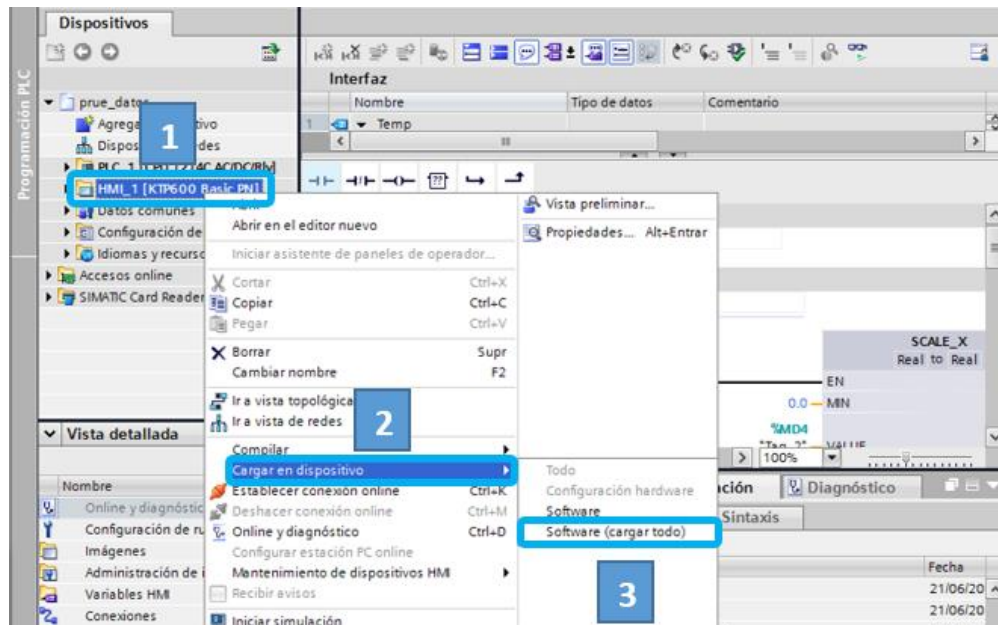


Figura 2.56: Cargar la programación en el HMI.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Se abre una nueva ventana, elegir Sobrescribir todo y dar clic en finalizar como se indica en la figura 2.57.

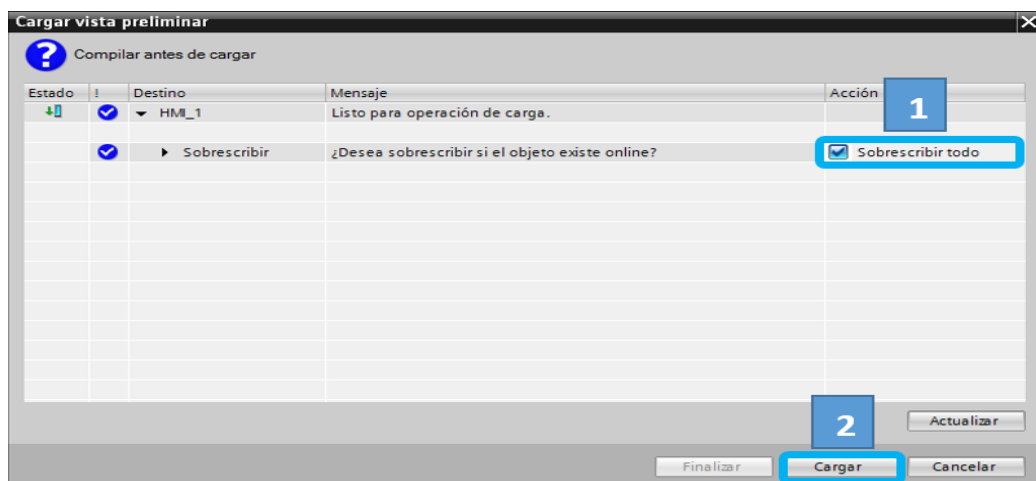


Figura 2.57: Finalizar y cargar la programación en el HMI.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.12.3. PROGRAMACIÓN DE LA TOUCH PANEL KTP600

1. Dirigirse a la carpeta HMI/Imágenes y dar doble clic para abrir la imagen raíz en donde se arrastran los objetos, elementos y controles hacia la pantalla de la TOUCH como se muestra e la figura 2.58.

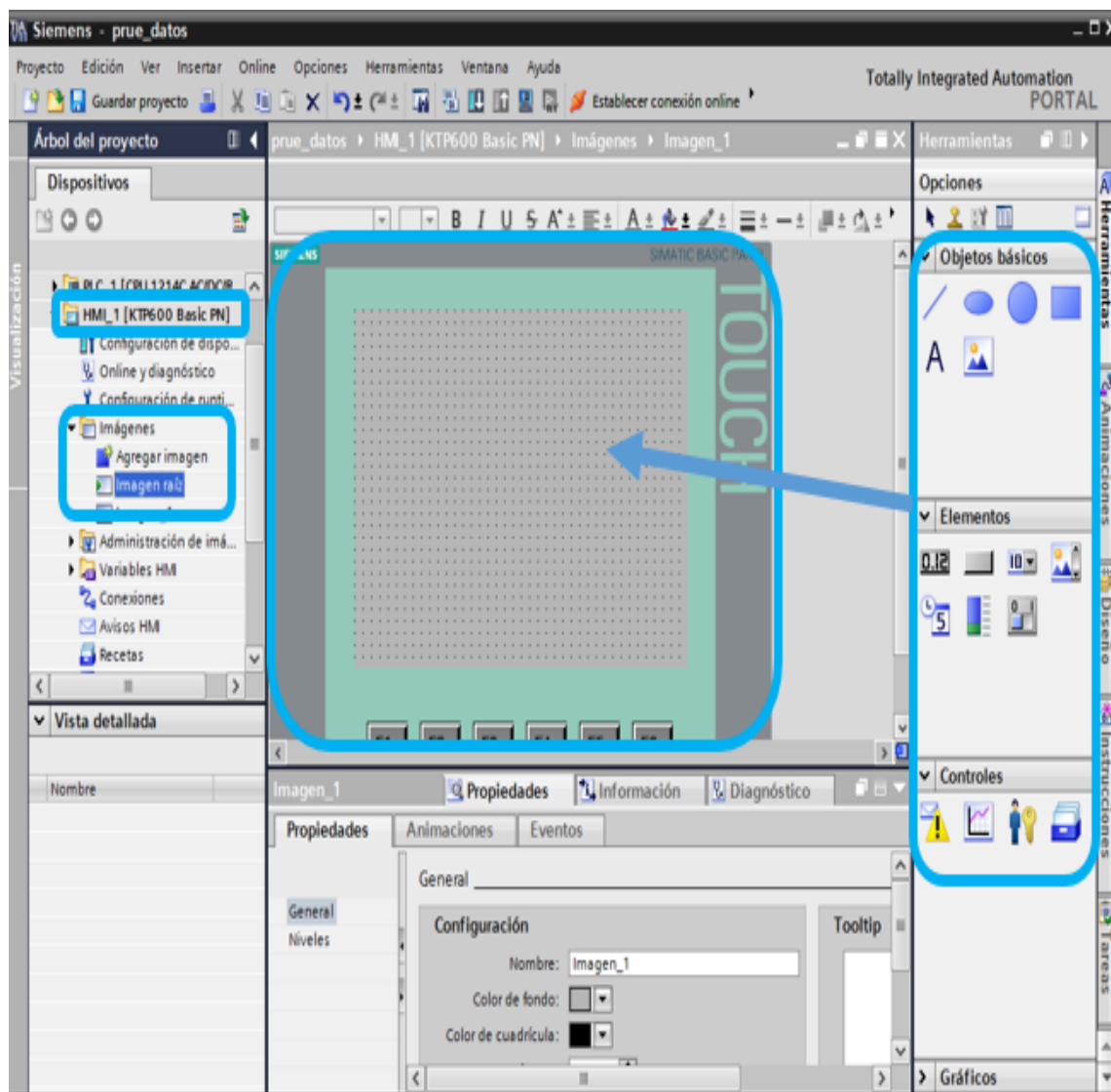


Figura 2.58: Edición del HMI.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2. Dar doble clic sobre la imagen de visor de curvas, dirigirse a Propiedades/Curva, dar clic en Configuración del Origen de datos y dar clic

en los puntos (4) para que se desplieguen las carpetas y dirigirse a las variables del PLC y elegir la que se desea como se indica en la figura 2.59.

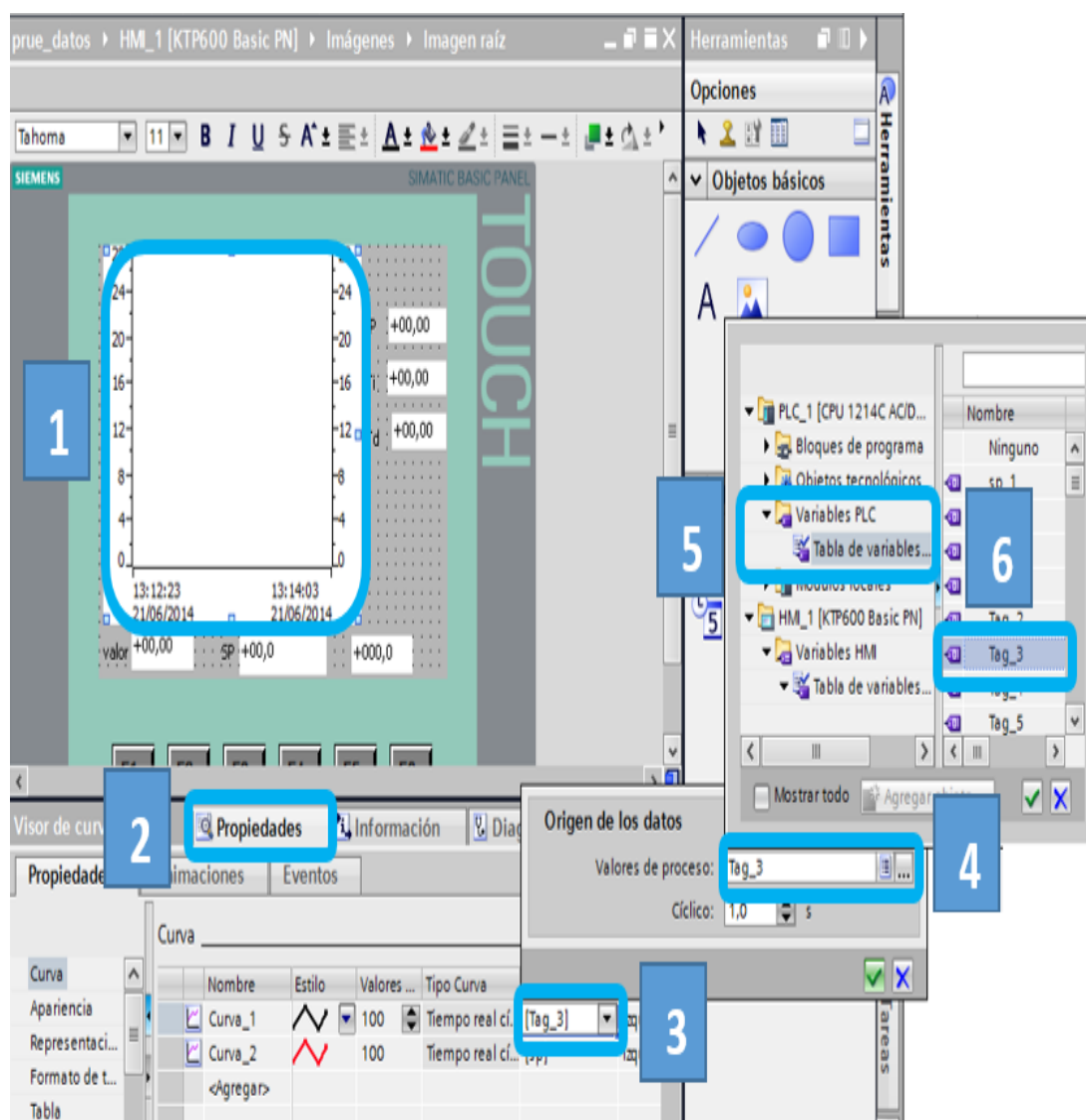


Figura 2.59: Enlazar la variable del PLC con la curva del HMI.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3. Dar doble clic sobre el campo de entrada-salida, dirigirse a Propiedades/General/Proceso, dar clic en los puntos (3) de variable para que se desplieguen las carpetas y dirigirse a las variables del HMI y elegir la que se desea como se indica en la figura 2.60. También se puede configurar el formato de presentación de la variable como se indica en la figura 2.61.

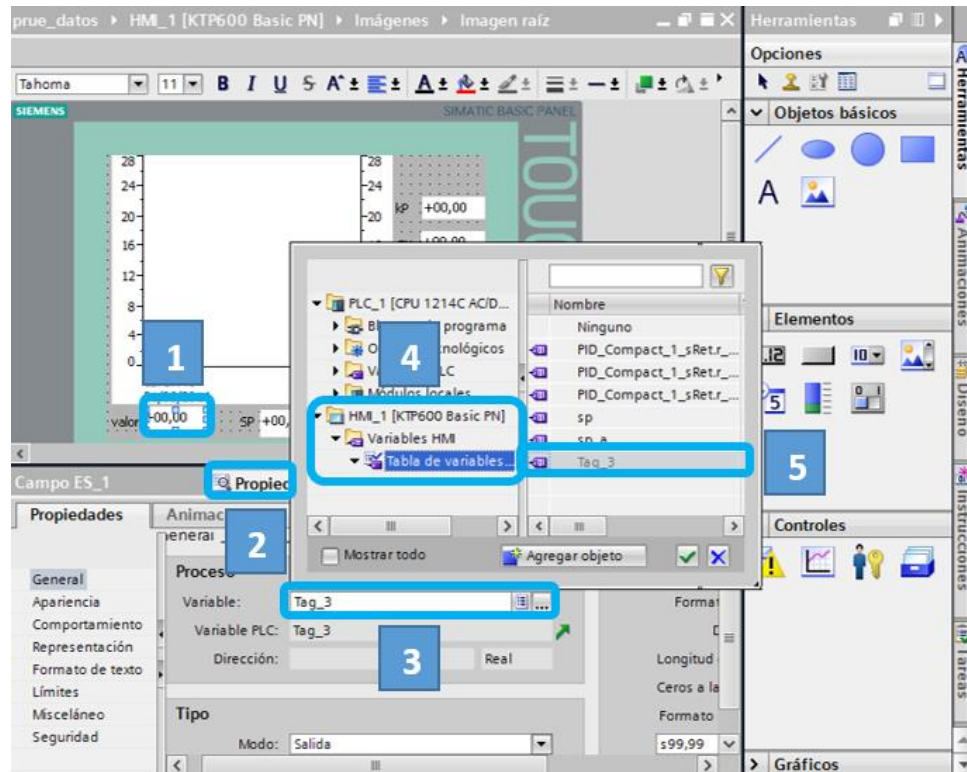


Figura 2.60: Enlazar la variable del HMI el campo de E/S del HMI.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

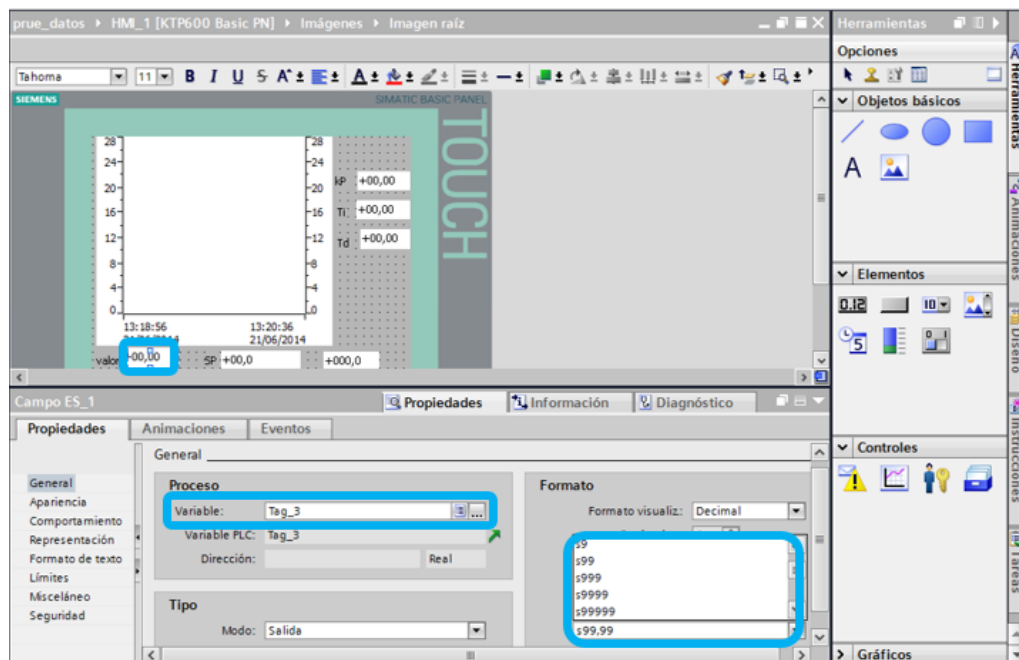


Figura 2.61: Formato de presentación de la variable.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.13. CONFIGURACIÓN DEL OPC

El OPC (OLE for Process Control) permitirá la comunicación de los datos enviados desde el PLC al computador en tiempo real y poder realizar un monitoreo de las variables en LabVIEW.

2.13.1. CONFIGURACIÓN DEL CANAL

1. Abrir el NI OPC Servers como se indica en la figura 2.62, dar doble clic en el ícono de acceso rápido.

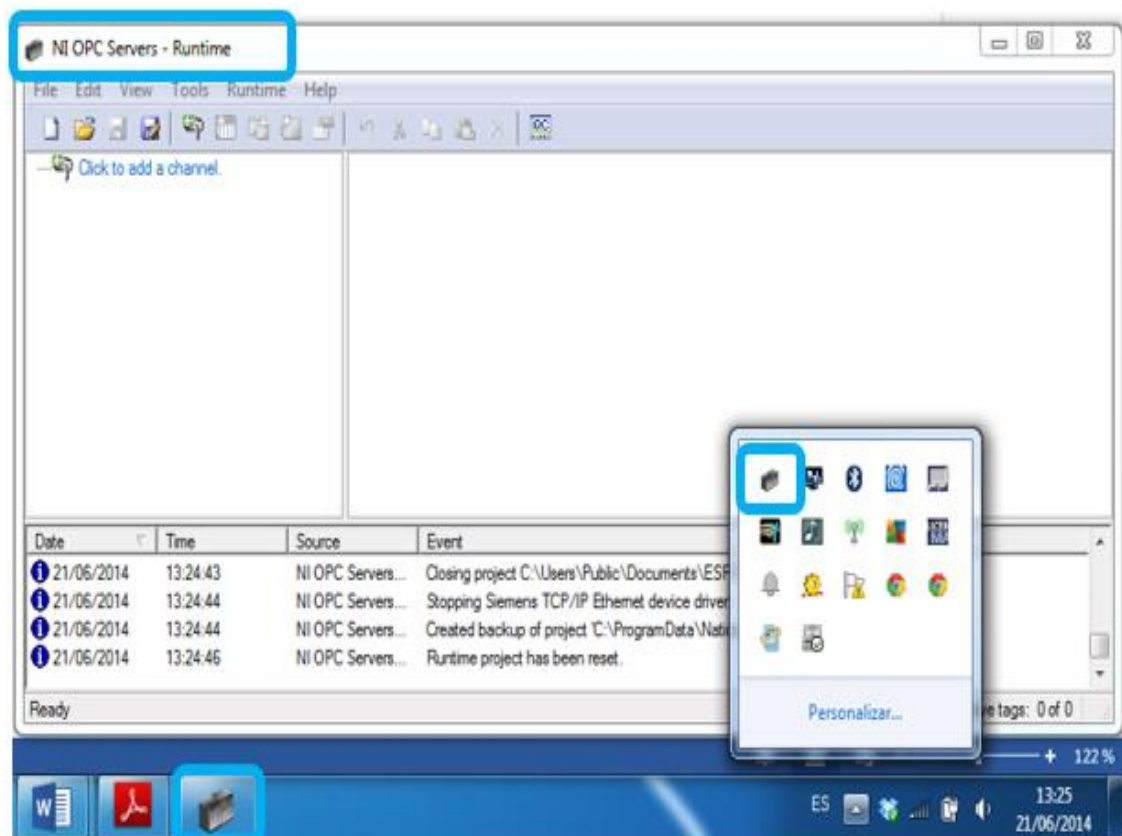


Figura 2.62: Ingreso al NI OPC Servers.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2. Dar clic en añadir un canal, se abre una nueva ventana donde se colocará el nombre del canal y dar clic en siguiente como se indica en la figura 2.63.

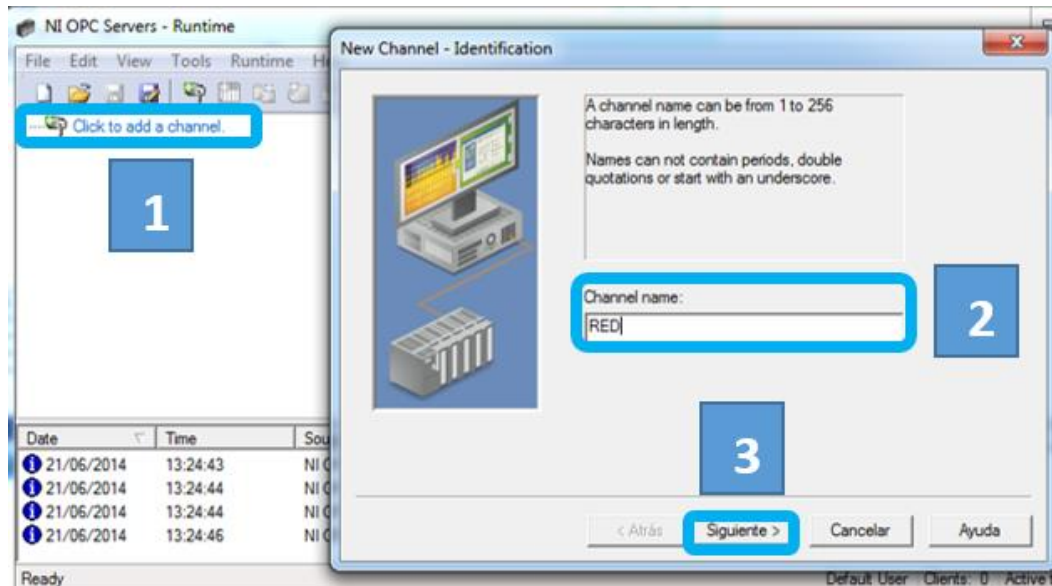


Figura 2.63: Asignar el nombre canal del OPC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

- Elegir el driver del dispositivo Siemens TCP/IP Ethernet como se indica en la figura 2.64, dar clic en siguiente.

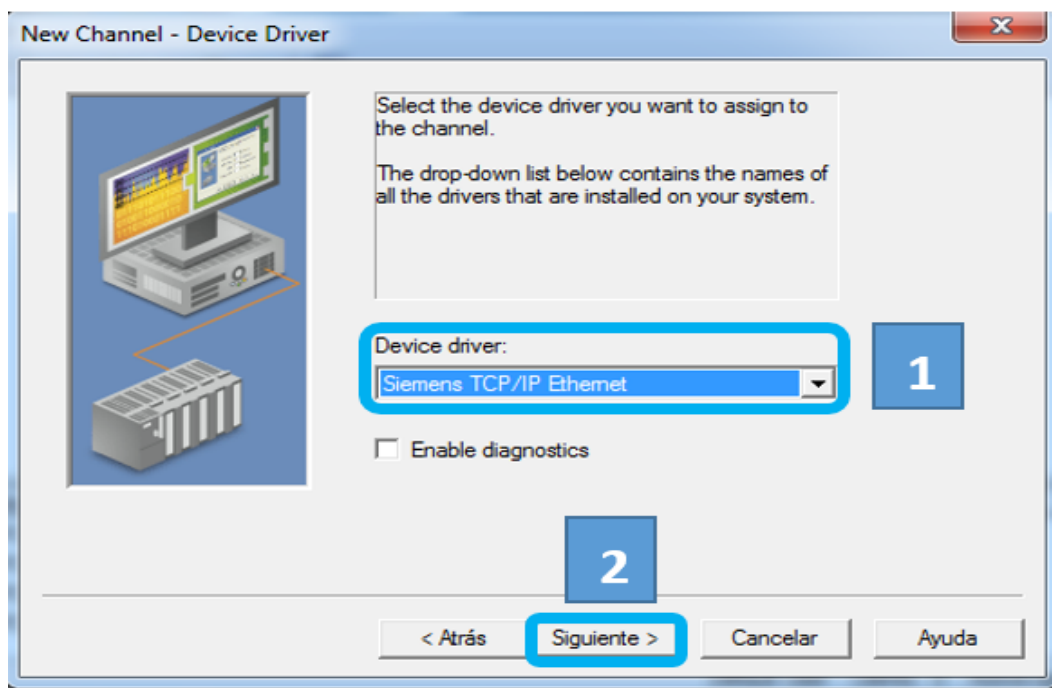


Figura 2.64: Elegir el driver del dispositivo del OPC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

- Elegir el adaptador de red, es la tarjeta de red del computador con su dirección IP como se indica en la figura 2.65, dar clic en siguiente.

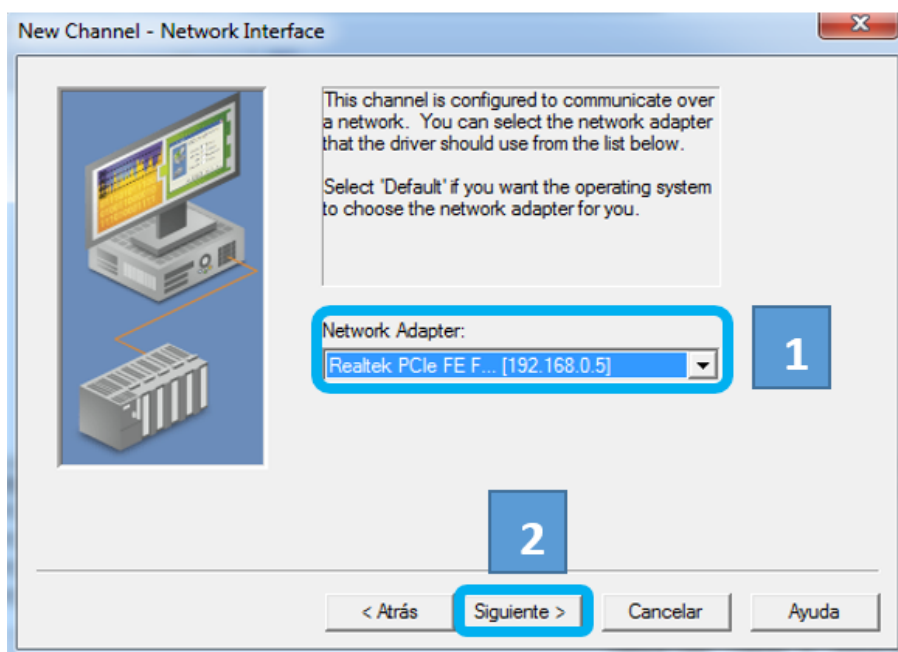


Figura 2.65: Elegir el adaptador de red del OPC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

- En las dos ventanas dar clic en siguiente como se indica en la figura 2.66.

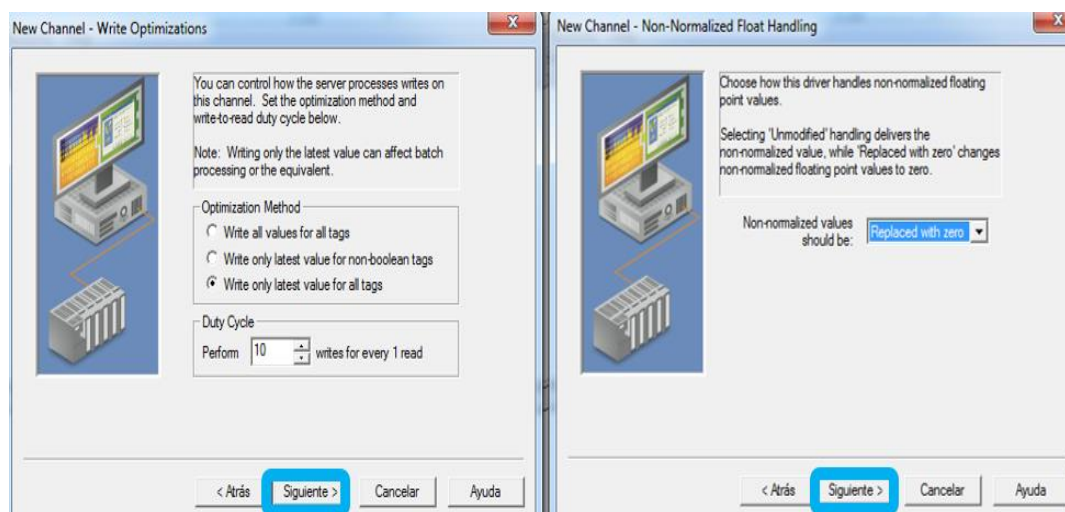


Figura 2.66: Opciones del canal del OPC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

6. Dar clic en finalizar como se indica en la figura 2.67 para terminar la configuración del canal.

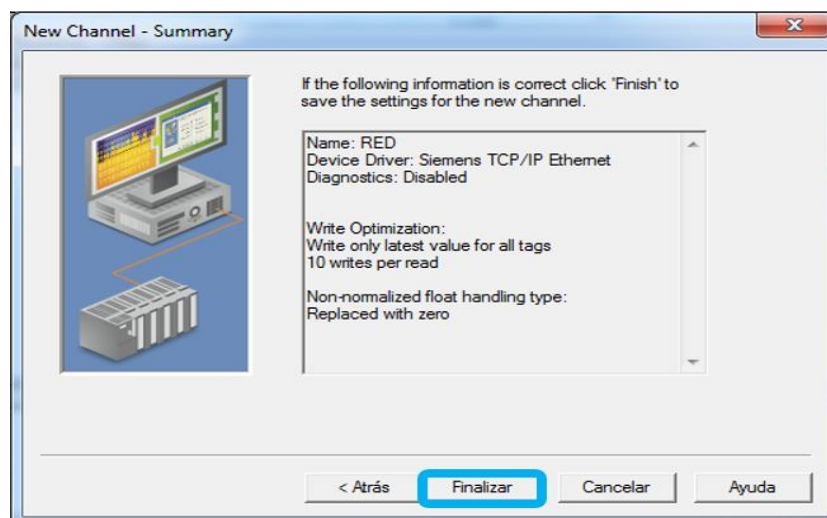


Figura 2.67: Finalizar la configuración del canal del OPC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.13.2. CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO

1. Dar clic en añadir un dispositivo, se abre una nueva ventana donde se colocará el nombre del dispositivo y dar clic en siguiente como se indica en la figura 2.68.

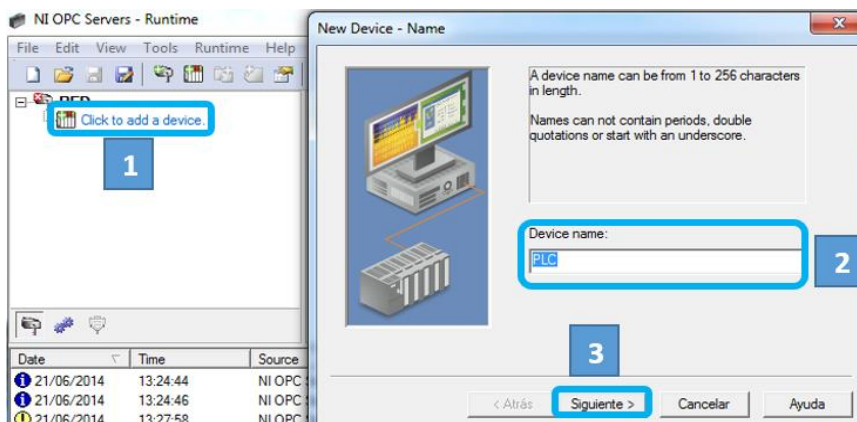


Figura 2.68: Asignar el nombre del dispositivo del canal RED.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2. Elegir el modelo del dispositivo, que es el PLC S7-1200 correspondiente al PLC del banco de pruebas y dar clic en siguiente como se indica en la figura 2.69.

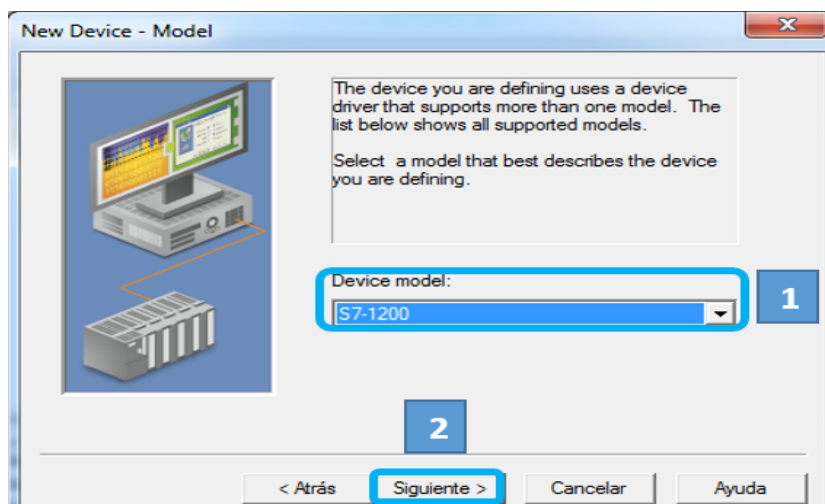


Figura 2.69: Elegir el modelo del dispositivo del canal RED.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3. Elegir el modelo del dispositivo, que es el PLC S7-1200 correspondiente al PLC del banco de pruebas y dar clic en siguiente como se indica en la figura 2.70.

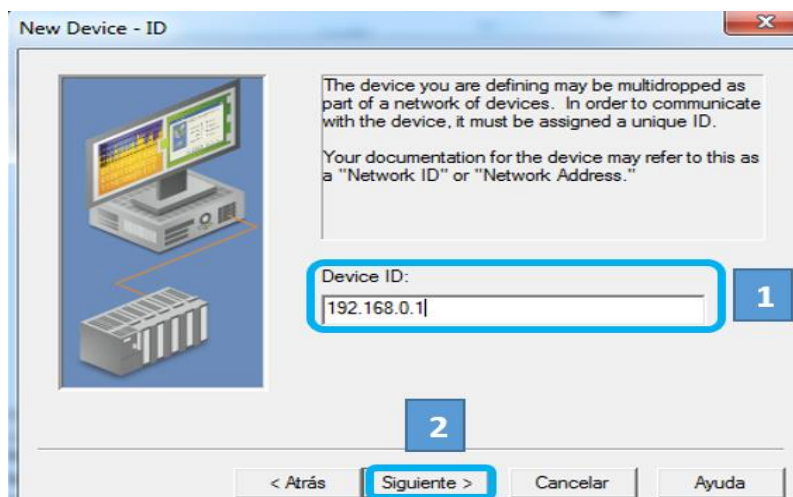


Figura 2.70: Elegir el modelo del dispositivo del canal RED.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

4. En las cinco ventanas dar clic en siguiente como se indica en la figura 2.71.

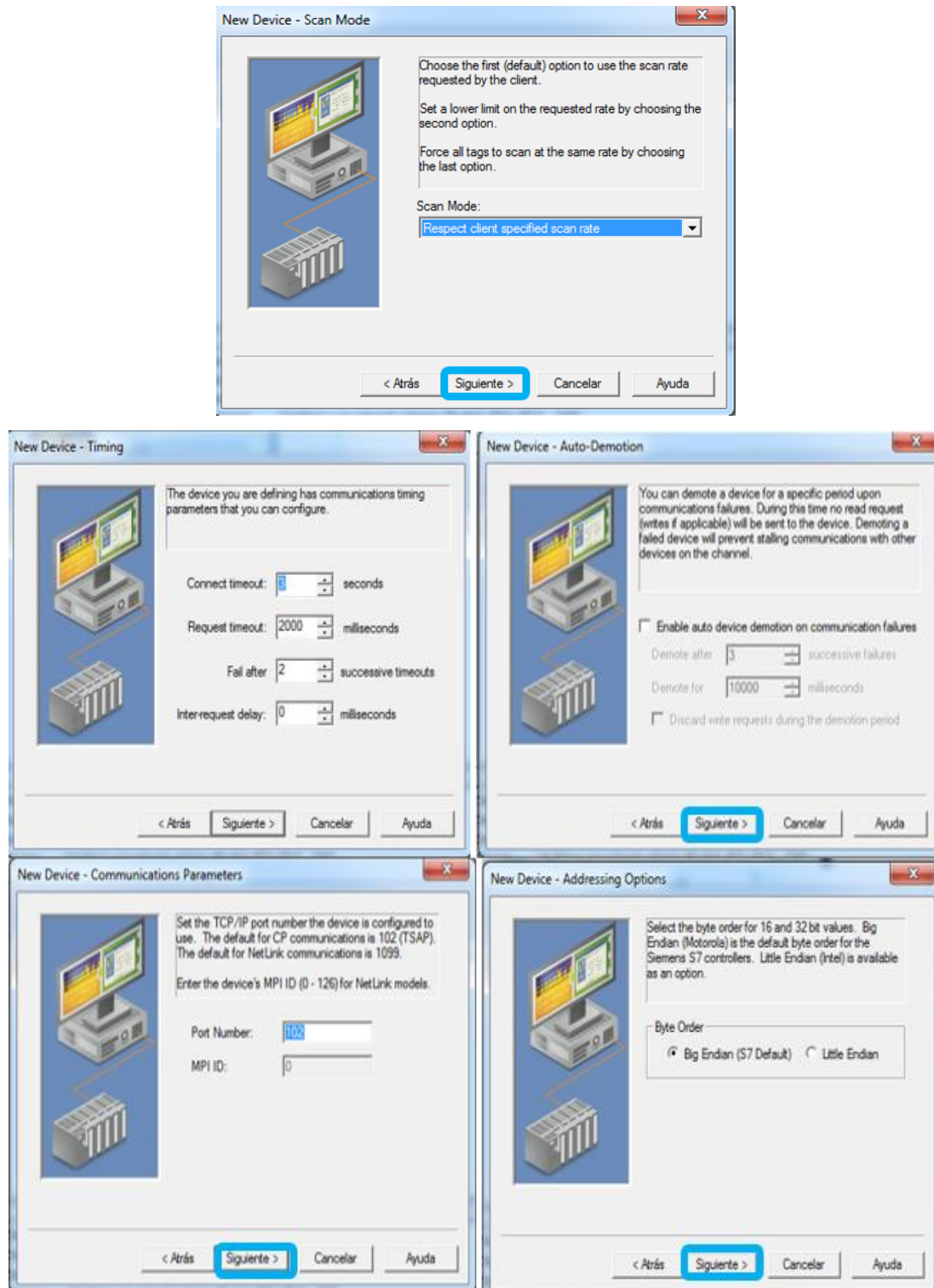


Figura 2.71: Opciones del dispositivo del canal RED.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

5. Dar clic en finalizar como se indica en la figura 2.72 para terminar la configuración del dispositivo.

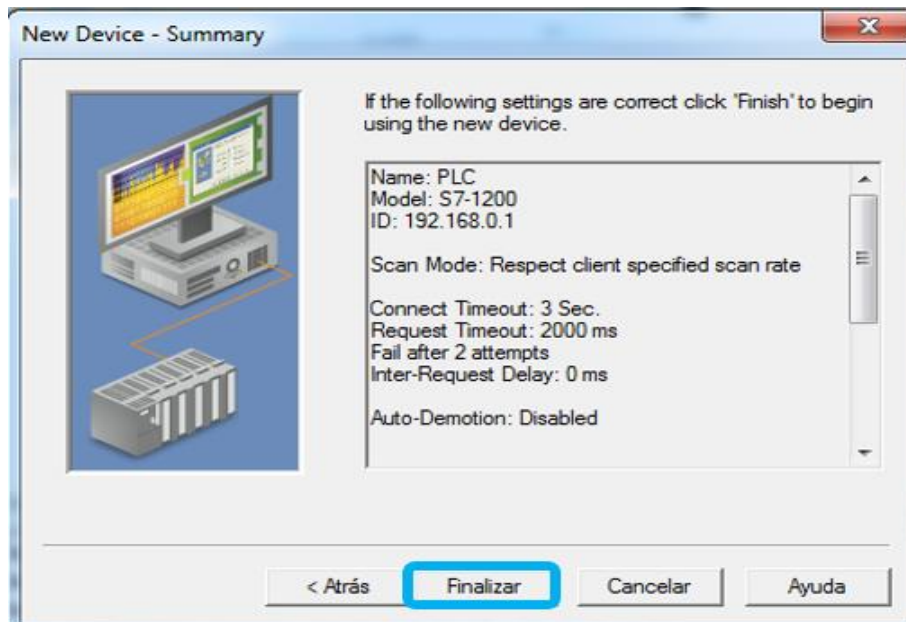


Figura 2.72: Finalizar la configuración del dispositivo del canal RED.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.13.3. CREACIÓN DE TAG

1. Dar clic en añadir un tag como se indica en la figura 2.73.

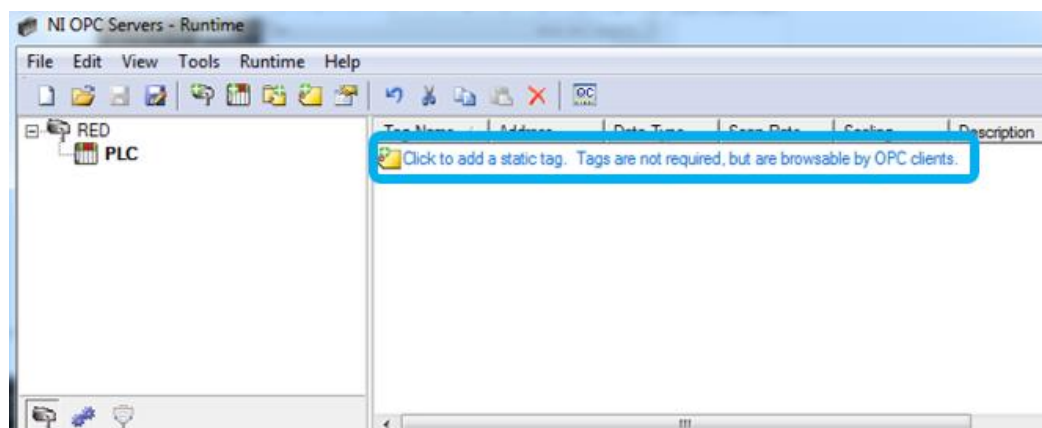


Figura 2.73: Añadir un tag al dispositivo PLC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

- Configurar en identificación el nombre y la dirección del tag, tomar en cuenta la dirección se la toma de una variable del PLC, el tipo de dato se lo selecciona de acuerdo al tipo de dato que envía el PLC como se indica en la figura 2.74.

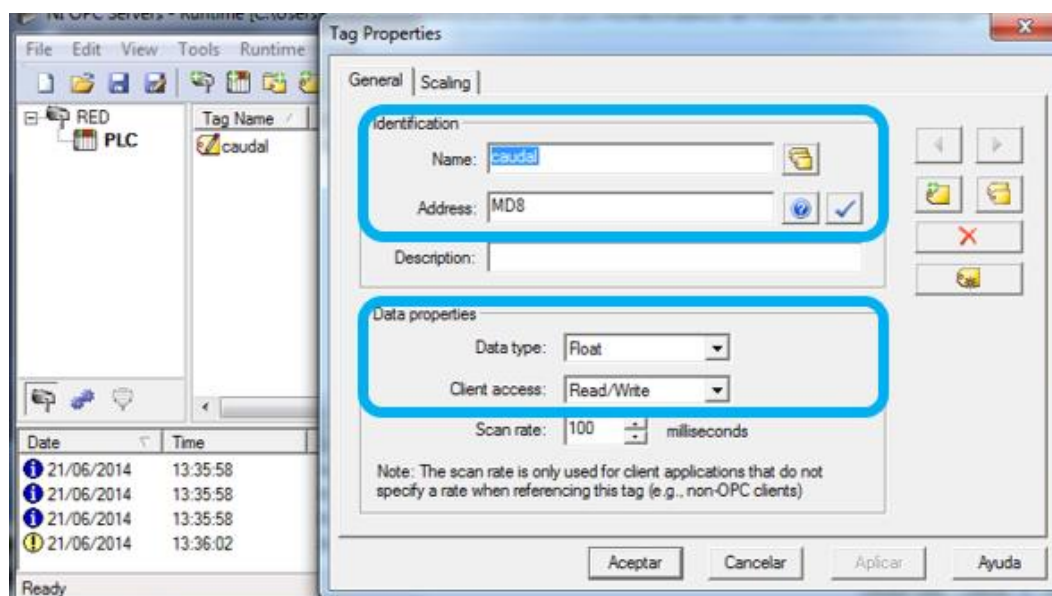


Figura 2.74: Configuración de las propiedades del tag del dispositivo PLC.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

- Dar clic en el ícono QC, se abre una ventana y dar clic en RED.PLC en donde se encuentra el tag enlazada con la variable caudal del PLC como se indica en la figura 2.75.

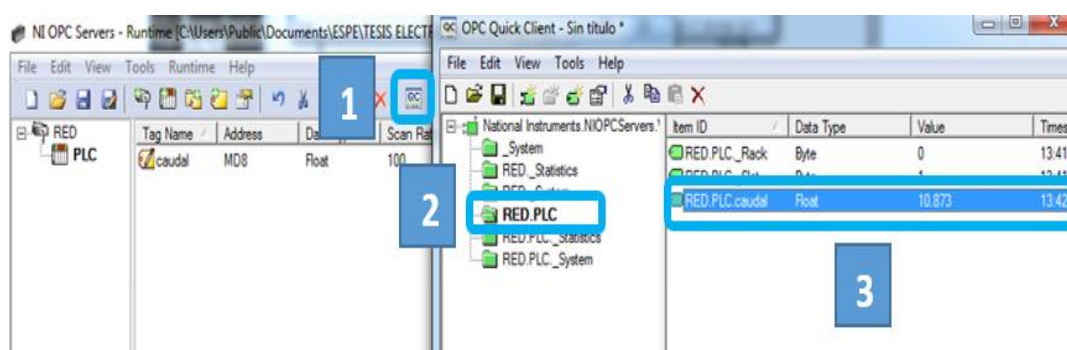


Figura 2.75: Variable caudal del PLC enlazada con el tag.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2.14. PROGRAMACIÓN DE LABVIEW

1. Abrir el software LabView 2013 como se indica en la figura 2.76 ya sea buscando el software o dando clic en el ícono de acceso rápido del mismo.

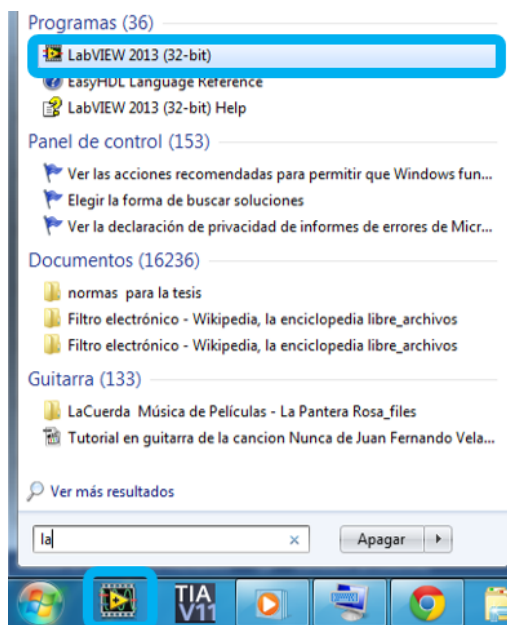


Figura 2.76: Ingreso al software LabView.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

2. Dar clic en crear un nuevo proyecto como se indica en la figura 2.77, se despliega una nueva ventana ahí elegir proyecto en blanco como indica en la figura 2.78 y dar clic en finalizar.

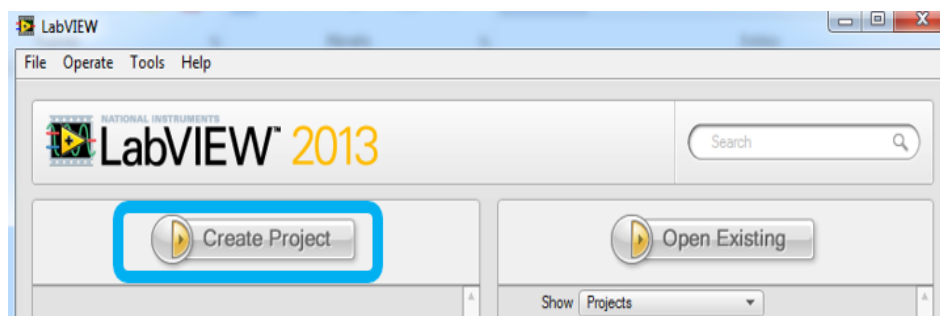


Figura 2.77: Crear un nuevo proyecto en LabView.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

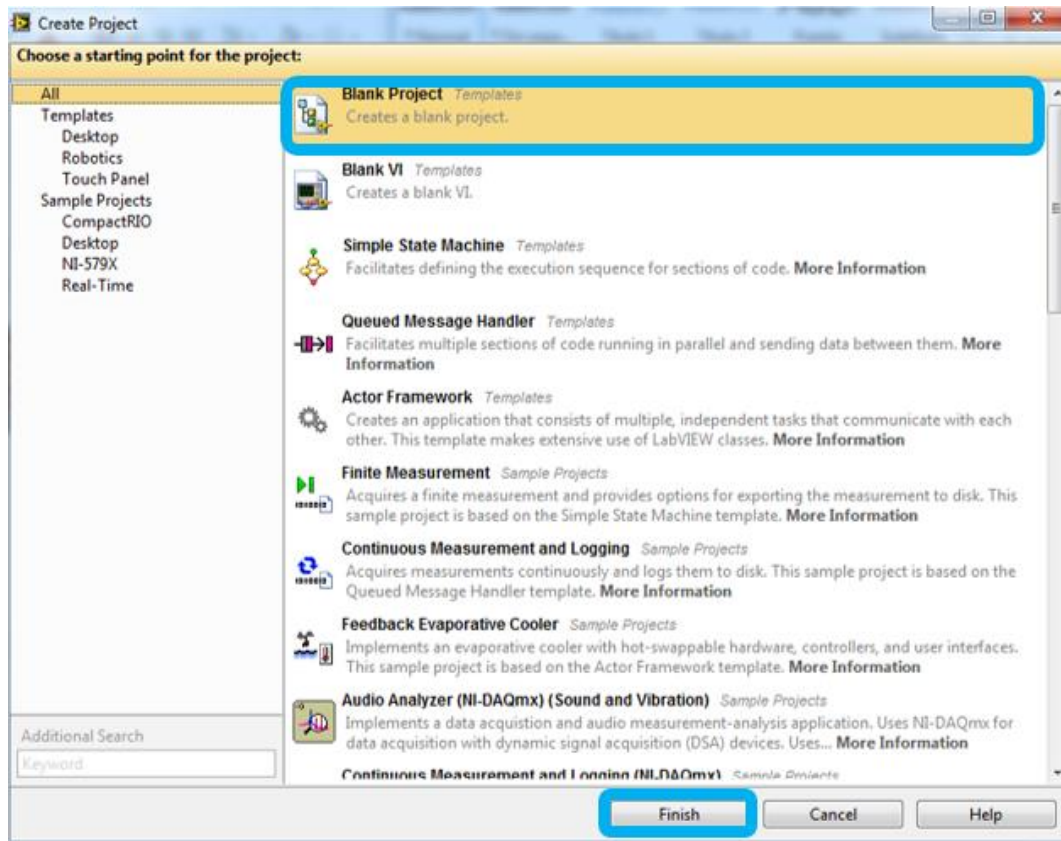


Figura 2.78: Crear un proyecto en blanco en LabView.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Se abre una ventana en donde se encuentra el proyecto creado como se indica en la figura 2.79.

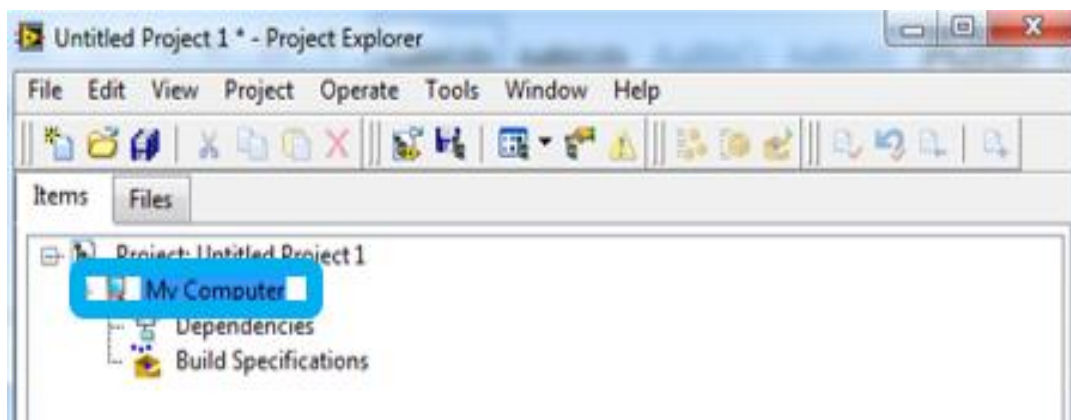


Figura 2.79: Vista de la ventana del proyecto.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3. Dar clic derecho en My Computer y elegir un nuevo VI como indica en la figura 2.80.

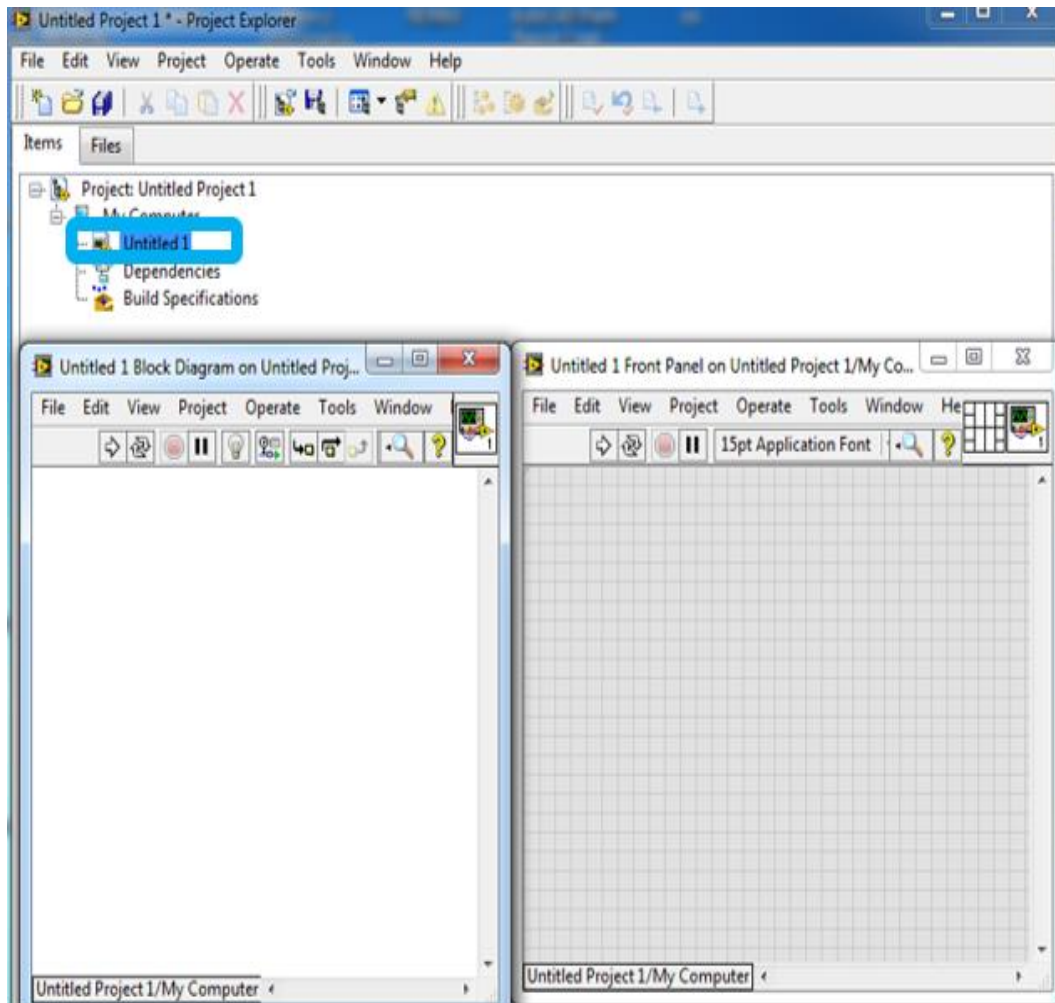


Figura 2.80: Creación del VI.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

4. Arrastra al panel frontal un indicador numérico, dar clic derecho y elegir propiedades como indica la figura 2.81, aquí elegir la pestaña de Data Binding aquí se tiene que elegir Data Socket, el tipo de acceso que es de lectura y en browse elegir DSTP SERVER para poder enlazar el tag con el indicador, dirigirse a NI OPC Server y ahí dirigirse RED/PLC/Caudal como se indica en la figura 2.82 dar clic en ok y en el path se coloca automáticamente la dirección a la que el indicador va a enlazarse como se indica en la figura 2.83, dar clic en ok.

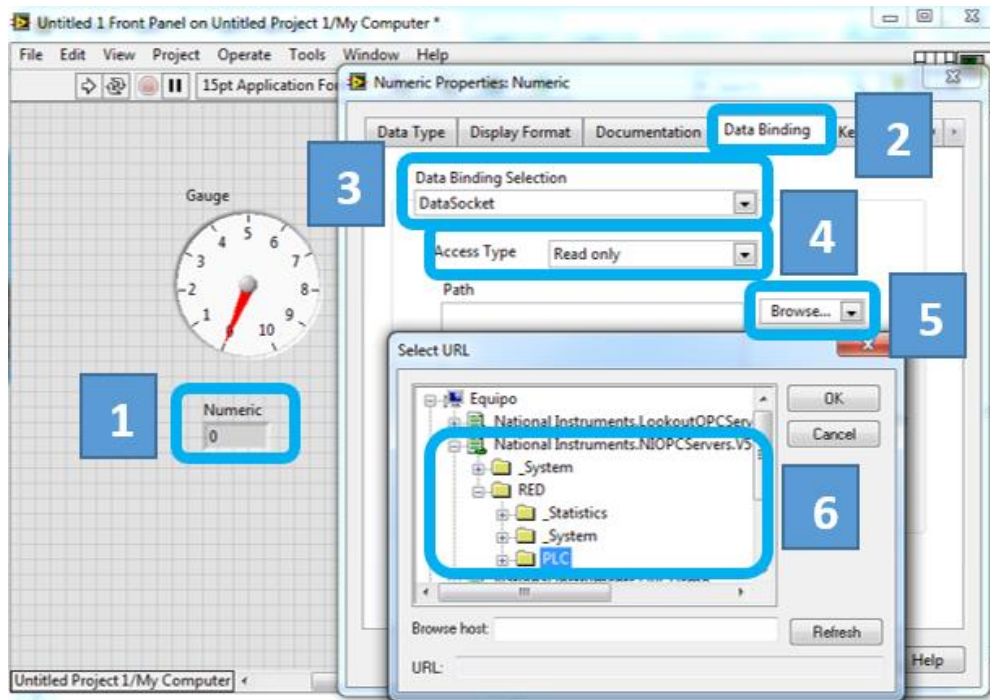


Figura 2.81: Propiedades del indicador.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

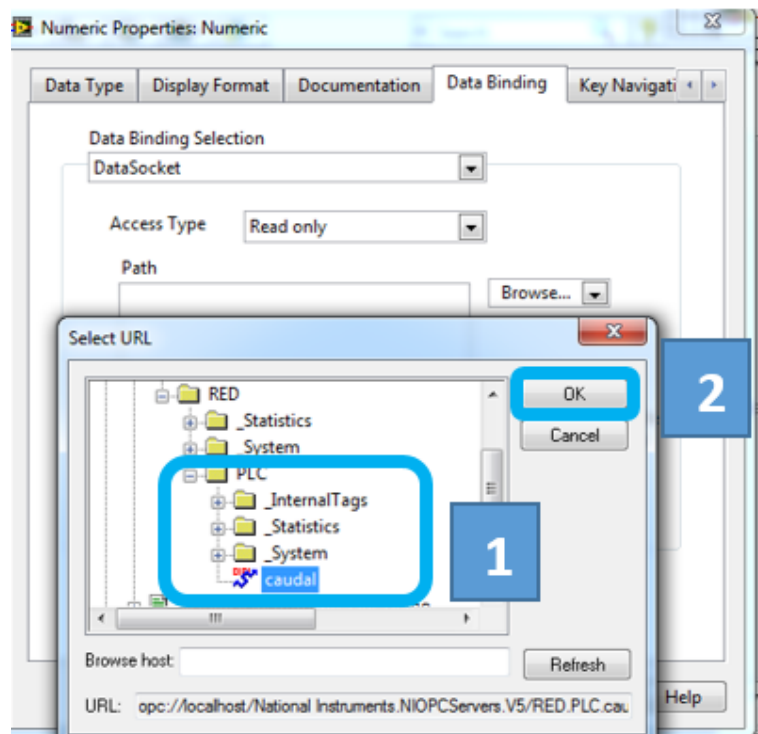


Figura 2.82: Asignación del tag al indicador.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

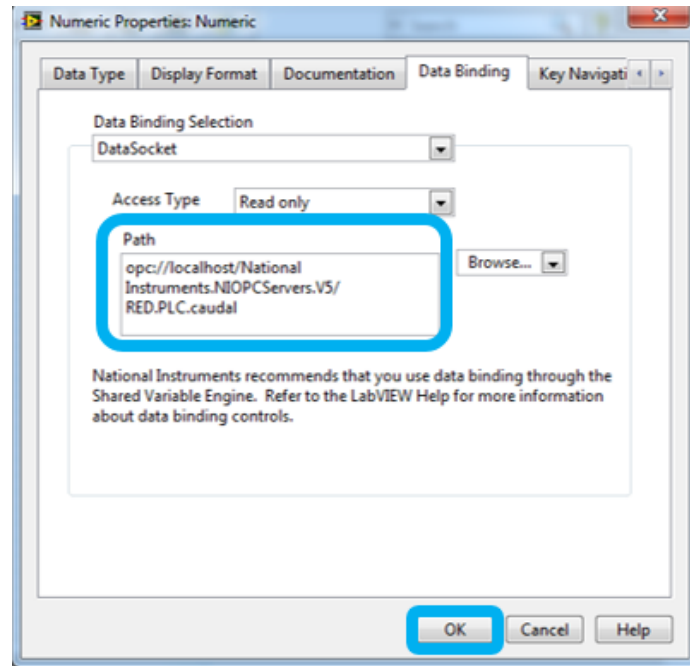


Figura 2.83: Asignación de la dirección al path.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

5. En la ventana de diagrama de bloque realizar un lazo while para tener una secuencia repetitiva y siempre se estén mostrando los datos como indica en la figura 2.84.

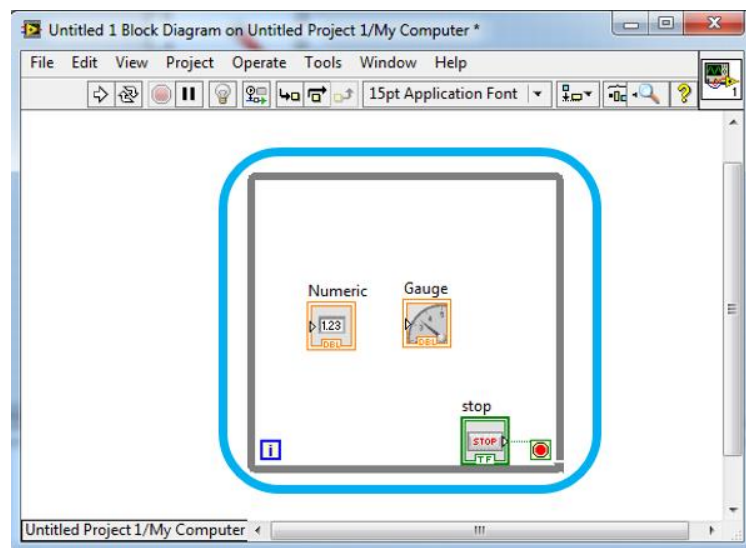


Figura 2.84: Programación del diagrama de bloques de LabView.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo detalla todo acerca de las pruebas realizadas a los transmisores George Fisher y al variador de Frecuencia, también se encuentran todos los cálculos utilizados para la obtención de la curva característica de la bomba, la curva del sistema y su intersección, la cual representa el punto óptimo de operación a diferentes frecuencias, el control de caudal por variador y los alcances y limitaciones del banco de pruebas de bombas centrífugas.

3.2. PRUEBA DE TRANSMISORES

Para obtener resultados confiables se procedió a realizar pruebas de corriente a los transmisores George Fisher colocando un multímetro Techman en serie como amperímetro, para lo cual se tiene que seguir los siguientes pasos:

1. Pulsar la tecla ENTER por 5 segundos para ingresar al menú de opciones como se muestra en la figura 3.1.

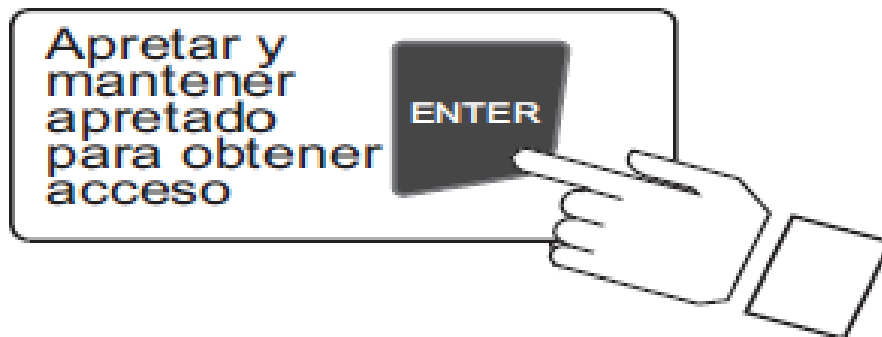


Figura 3.1: Acceso al menú de opciones.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8550-1.

- Ingresar el código secuencial de teclas como se muestra en la figura 3.2, tres flechas arriba y una abajo.

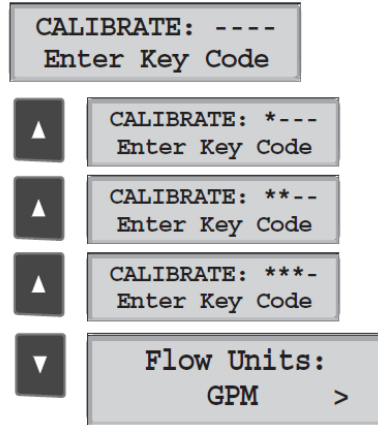


Figura 3.2: Código de ingreso al menú de opciones.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8550-1.

- Pulsar la flecha abajo y dirigirse a Test Loop, pulsar la tecla derecha para ingresar al componente y elegir el valor de corriente que el transmisor va a entregar con las flechas de arriba y abajo para realizar las pruebas y obtener los datos visualizados en el multímetro.
- Pulsar simultáneamente las flechas de arriba y abajo dos veces como se indica en la figura 3.3 para salir del menú de calibración y regresar a la operación normal.



Figura 3.3: Salir del menú de opciones.

Fuente: Manual George Fischer Signet 8550-1.

3.2.1. TRANSMISOR DE FLUJO

Para realizar la prueba del transmisor de flujo es necesario utilizar un amperímetro (Multímetro Techman) que permita verificar la corriente de lazo que genera el transmisor, con el fin de comprobar que la señal eléctrica generada por el transmisor sea la correcta (4 a 20 mA).

La tabla 3.1 muestra las pruebas realizadas al transmisor de flujo y se obtiene como resultado un error del 0.47% para la corriente que entrega el transmisor y la medición del multímetro y un error del 0.37% para el flujo que muestra el transmisor y el flujo acondicionado en el PLC.

Tabla 3.1. Pruebas del transmisor de flujo.

Transmisor de Flujo		Multímetro TECHMAN		PLC	Error (%)	Error (%)
Corriente [mA]	Flujo [GPM]	Corriente [mA]	Flujo [GPM]		Corriente	Flujo
4,00	0,00	3,97	0,00		0,75	0,00
8,00	7,56	7,97	7,48		0,38	1,06
12,00	14,97	11,94	14,98		0,50	0,07
16,00	22,52	15,95	22,49		0,31	0,13
19,84	29,82	19,92	30,00		0,40	0,60
			Total		0,47	0,37

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

La figura 3.4 representa gráficamente la prueba realizada al transmisor de flujo a diferentes corrientes, obteniendo como resultado que la señal de corriente del transmisor entregada es la adecuada para la obtención de datos en el PLC con un mínimo error.

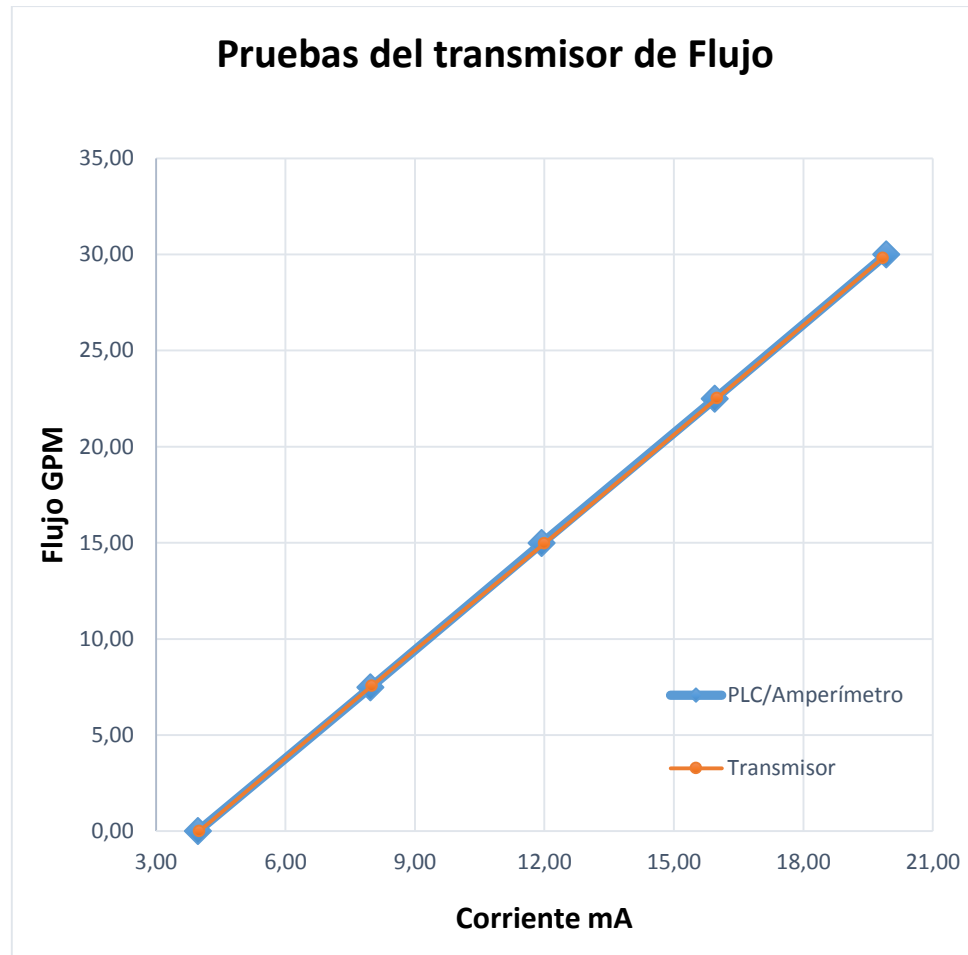


Figura 3.4: Curva de respuesta de la prueba de corriente del transmisor de flujo.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.2.2. TRANSMISOR DE PRESIÓN A LA SUCCIÓN

Para realizar la prueba del transmisor de presión a la succión es necesario utilizar un amperímetro (Multímetro Techman) que permita verificar la corriente de lazo que genera el transmisor, con el fin de comprobar que la señal eléctrica generada por el transmisor sea la correcta (4 a 20 mA).

La tabla 3.2 muestra las pruebas realizadas al transmisor de presión a la succión y se obtiene como resultado un error del 0.38% para la corriente que entrega el transmisor y la medición del multímetro y un error del 0.37% para la presión que muestra el transmisor y la presión acondicionada en el PLC.

Tabla 3.2. Pruebas del transmisor de presión a la succión.

Transmisor de Presión PIT2		Multímetro TECHMAN	PLC	Error (%)	Error (%)
Corriente [mA]	Presión [kPa]	Corriente [mA]	Presión [kPa]	Corriente	Presión
4,00	5,00	3,99	5,00	0,25	0,00
8,00	-11,30	7,97	-11,22	0,38	0,71
12,00	-27,67	11,95	-27,47	0,42	0,72
16,00	-43,83	15,93	-43,71	0,44	0,27
19,15	-56,60	19,07	-56,51	0,42	0,16
			Total	0,38	0,37

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

La figura 3.5 representa gráficamente la prueba realizada al transmisor de presión a la succión a diferentes corrientes, obteniendo como resultado que la señal de corriente del transmisor entregada es la adecuada para la obtención de datos en el PLC con un mínimo error.

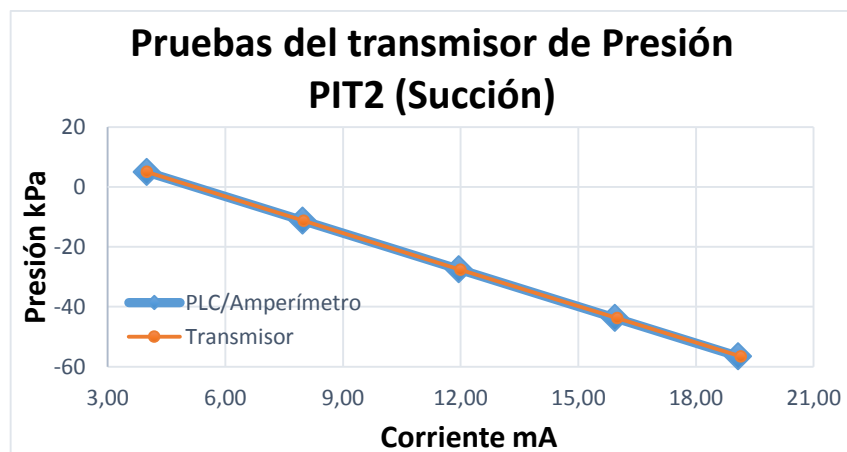


Figura 3.5: Curva de respuesta de la prueba de corriente del transmisor de presión a la succión.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.2.3. TRANSMISOR DE PRESIÓN A LA IMPULSIÓN

Para realizar la prueba del transmisor de presión a la impulsión es necesario utilizar un amperímetro (Multímetro Techman) que permita verificar la corriente de lazo que genera el transmisor, con el fin de comprobar que la señal eléctrica generada por el transmisor sea la correcta (4 a 20 mA).

La tabla 3.3 muestra las pruebas realizadas al transmisor de presión a la impulsión y se obtiene como resultado un error del 0.31% para la corriente que entrega el transmisor y la medición del multímetro y un error del 0.13% para la presión que muestra el transmisor y la presión acondicionada en el PLC.

Tabla 3.3. Pruebas del transmisor de presión a la impulsión.

Transmisor de Presión PIT1		Multímetro TECHMAN		PLC	Error (%)	Error (%)
Corriente [mA]	Presión [kPa]	Corriente [mA]	Presión [kPa]		Corriente	Presión
4,00	-2,00	3,98	-1,94		0,50	0,00
8,00	78,89	7,98	78,59		0,25	0,38
12,00	159,10	11,97	159,18		0,25	0,05
16,00	239,90	15,95	239,76		0,31	0,06
19,80	315,80	19,75	316,30		0,25	0,16
			Total		0,31	0,13

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

La figura 3.6 representa gráficamente la prueba realizada al transmisor de presión a la succión a diferentes corrientes, obteniendo como resultado que la señal de corriente del transmisor entregada es la adecuada para la obtención de datos en el PLC con un mínimo error.

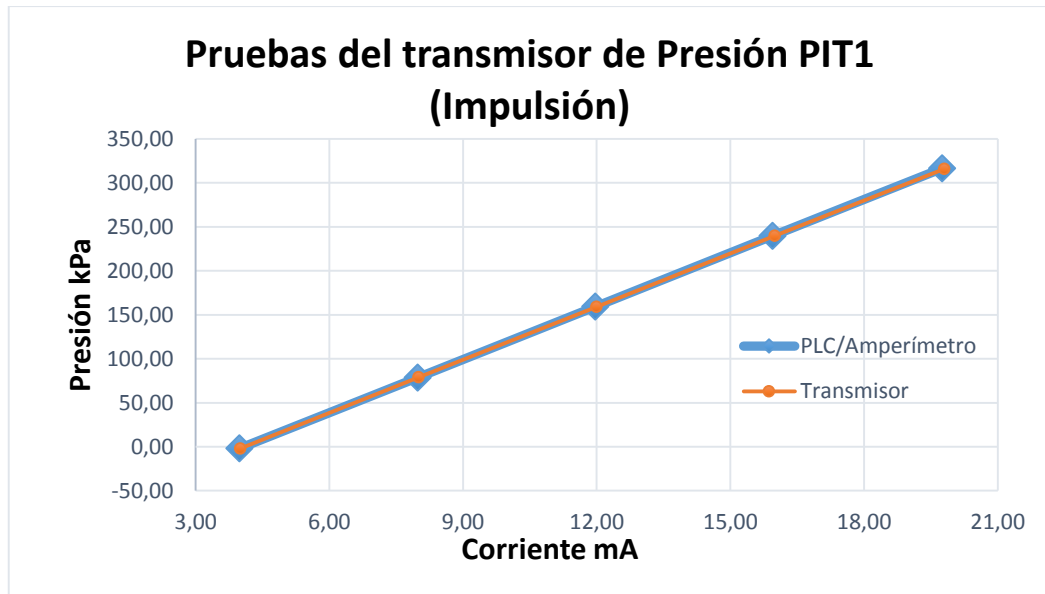


Figura 3.6: Curva de respuesta de la prueba de corriente del transmisor de presión a la impulsión.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.3. PRUEBA DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Para obtener resultados confiables se procedió a realizar pruebas al variador de frecuencia, para ello es necesario utilizar un voltímetro (Multímetro Techman) que permita verificar el voltaje que ingresa al variador, con el fin de comprobar que la frecuencia obtenida en el panel del variador es igual a la frecuencia calculada con la fórmula 3.1:

$$f = \frac{V * 60Hz}{10v} \quad (3.1)$$

Donde:

f = Frecuencia calculada en Hertz

V = Voltaje ingresado al variador en voltios

10v = Voltaje máximo suministrado al variador

60Hz = Frecuencia máxima que suministrado el variador

Para calcular el flujo que circula por la tubería en función de la frecuencia suministrada por el variador se emplea la fórmula 3.2:

$$F = \frac{30 \text{ GPM} * f}{60 \text{ Hz}} \quad (3.2)$$

Donde:

F = Flujo calculado en GPM

f = Frecuencia calculada en Hertz

30 GPM = Flujo máximo suministrado al variador

60 Hz = Frecuencia máxima que suministrado el variador

La tabla 3.4 muestra las pruebas realizadas al variador de frecuencia y se obtiene como resultado un error del 0.72% para la frecuencia que entrega el variador y la frecuencia calculada y un error del 2,68% para el flujo que muestra el transmisor y el flujo calculado.

Tabla 3.4. Pruebas del variador de frecuencia.

Multímetro TECHMAN	Variador de Frecuencia		Transmisor de Flujo		Error (%)	Error (%)
	Voltaje [V]	Frecuencia [Hz] Visualizada	Frecuencia [Hz] Calculado	Flujo [GPM]	Flujo [GPM] Calculado	Frecuencia
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	12,20	12,00	6,00	6,10	1,64	1,67
4,12	24,60	24,72	11,80	12,30	0,49	4,24
5,08	30,60	30,48	14,60	15,30	0,39	4,79
8,10	49,10	48,60	24,00	24,55	1,02	2,29
9,92	60,00	59,52	29,10	30,00	0,80	3,09
Total					0,72	2,68

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

La figura 3.7 representa gráficamente la prueba realizada al variador de frecuencia a diferentes voltajes, obteniendo como resultado que la señal de voltaje entregada al variador es proporcional a la frecuencia que entrega el variador a la bomba con un mínimo error.

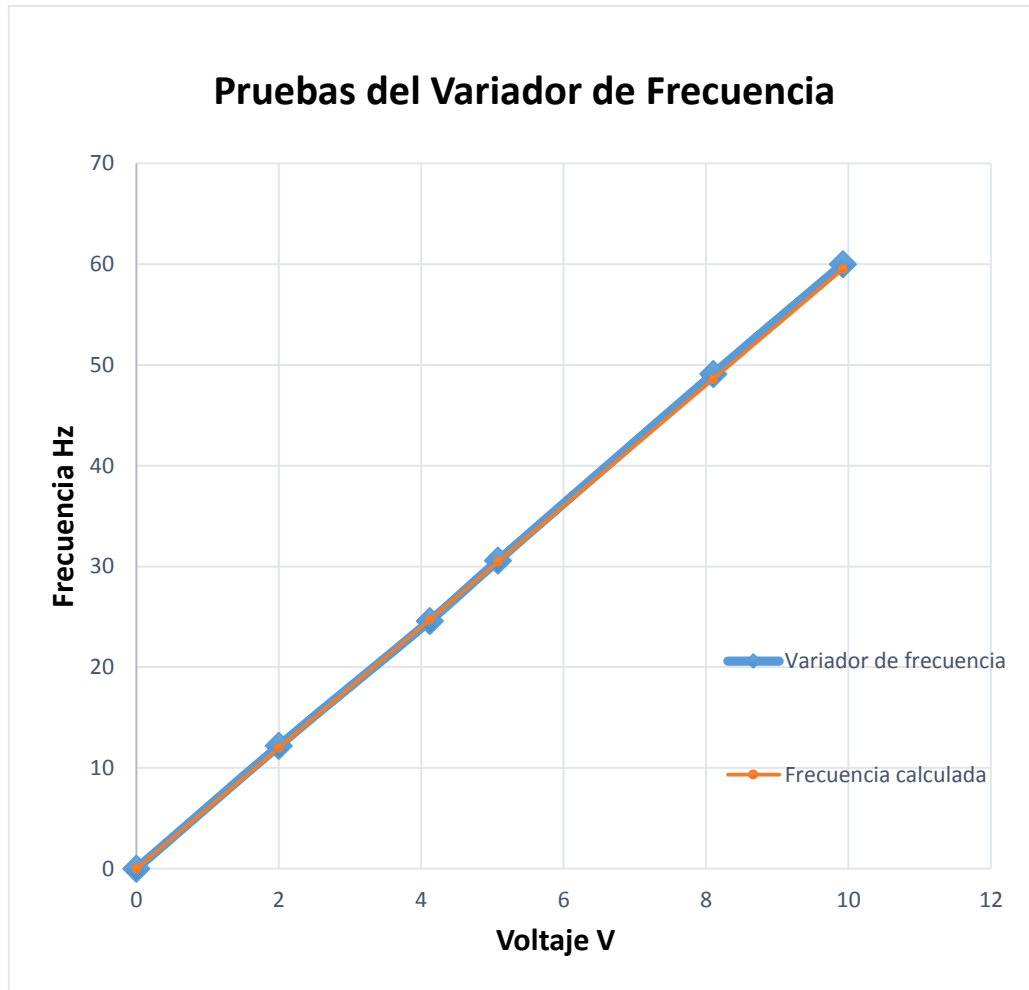


Figura 3.7: Curva de respuesta de la prueba de voltaje del variador de frecuencia.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

La figura 3.8 representa gráficamente la prueba realizada al variador a diferentes frecuencias, obteniendo como resultado que la señal de frecuencia que se entrega a la bomba presenta una leve variación respecto al flujo que circula por la tubería.

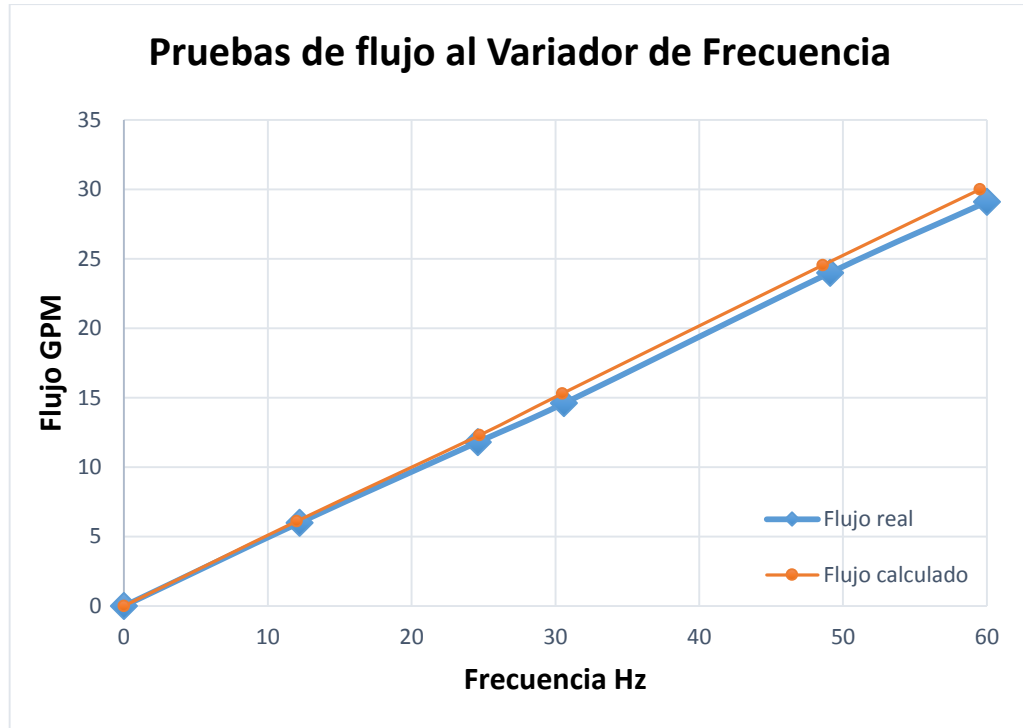


Figura 3.8: Curva de respuesta del flujo a diferentes frecuencias.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.4. CURVA DE LA BOMBA

Las curvas de caudal contra cabeza total (altura) y contra eficiencia son suministradas por los fabricantes de las bombas. Las primeras de estas (Q vs. H_m) se conoce como la curva de la bomba.

Por lo general, la curva de caudal contra cabeza total (H_m) (curva de la bomba) para una bomba centrífuga se puede expresar en la siguiente forma funcional:

$$H_m = AQ^2 + BQ + C \quad (3.3)$$

Los coeficientes A, B y C pueden ser calculados tomando tres puntos (Q, H_m) de la curva del fabricante y resolviendo la ecuación 3.3 para cada uno de ellos. [28]

3.4.1. OBTENCIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA

Para obtener la curva de la bomba se requiere ingresar los valores de flujo y altura (cabeza total) como se indica en la figura 3.9 para poder almacenar los datos en seis vectores a frecuencias de 60, 50 y 40 Hz.

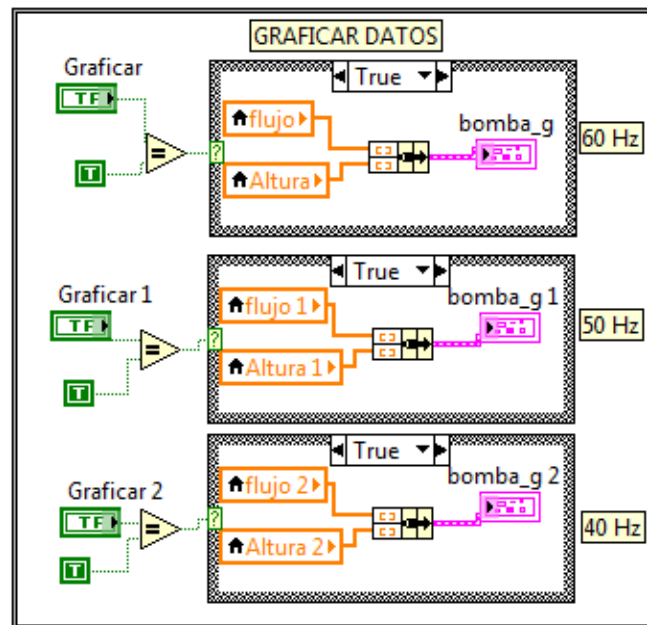


Figura 3.9: Programación de la obtención de datos a diferentes frecuencias.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Para obtener la altura (cabeza total) se requiere realizar una diferencia de presiones entre la impulsión y la succión como se indica en la fórmula 3.4.

$$H_m = \frac{P1 - P2}{\gamma} \quad (3.4)$$

Donde:

P1= Presión a la impulsión

P2= Presión a la succión

γ = Peso específico del agua 9800 N/m³

a. OBTENCIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 60HZ

Los vectores de flujo y altura obtenidos con 15 datos cada uno para la curva de la bomba a 60 Hz que se presentan en la figura 3.10, teniendo en cuenta que para cada aumento de 2 GPM que van circulando por la tubería se obtiene el valor de la altura para luego ser graficada la curva de la bomba como se muestra en la figura 3.11, en donde el flujo en GPM corresponde al eje horizontal y la altura en metros corresponde al eje vertical.

FRECUECIA A 60 HZ	
FLUJO GPM	ALTURA m
0,0013563	32,0003
2,15787	30,7455
4,05398	30,5847
6,01926	30,3238
8,02523	30,0213
10,0095	29,7645
12,0195	29,4945
14,0241	28,9162
16,0423	28,5267
18,0062	28,1449
20,0136	27,5012
22,0087	26,8596
24,0201	25,9288
26,0206	25,1485
28,0225	24,2204

Figura 3.10: Vectores obtenidos para la curva de la bomba a 60Hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

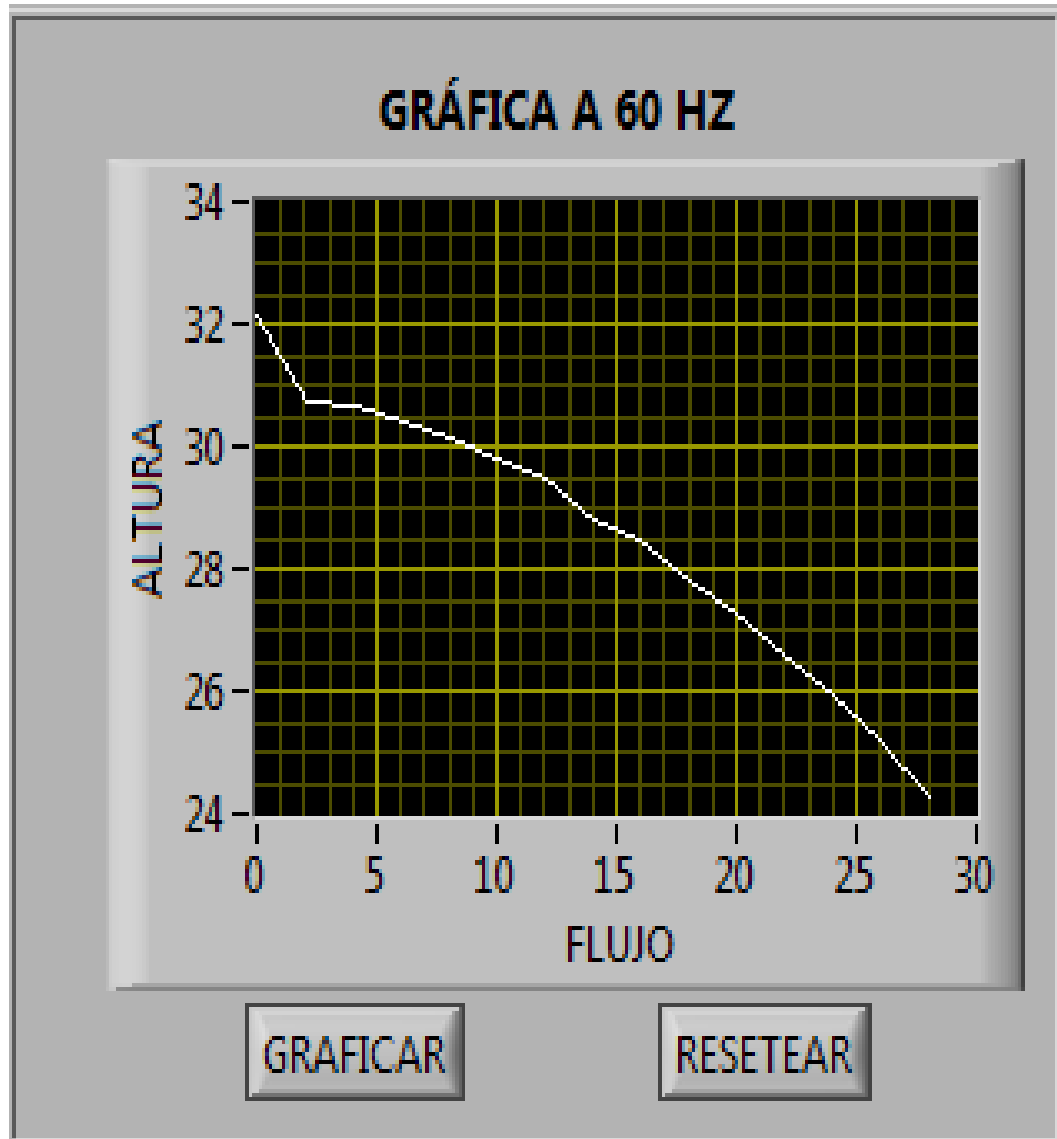


Figura 3.11: Curva obtenida de la bomba a 60Hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

b. OBTENCIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 50HZ

Los vectores de flujo y altura obtenidos con 13 datos cada uno para la curva de la bomba a 50 Hz que se presentan en la figura 3.12, teniendo en cuenta que para cada aumento de 2 GPM que van circulando por la tubería se obtiene el valor de la altura para luego ser graficada la curva de la bomba como se muestra en la figura 3.13, en donde el flujo en GPM corresponde al eje horizontal y la altura en metros corresponde al eje vertical.

FRECUECIA A 50 HZ

FLUJO GPM	ALTURA m
0	22,3243
2,01953	21,5929
4,01194	21,5627
6,00163	21,4188
8,00624	21,2445
10,0109	20,9935
12,0521	20,6282
14,0011	20,414
16,0111	19,9209
18,009	19,4728
20,0149	18,8183
22,006	18,1983
24,0052	17,482

Figura 3.12: Vectores obtenidos para la curva de la bomba a 50hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

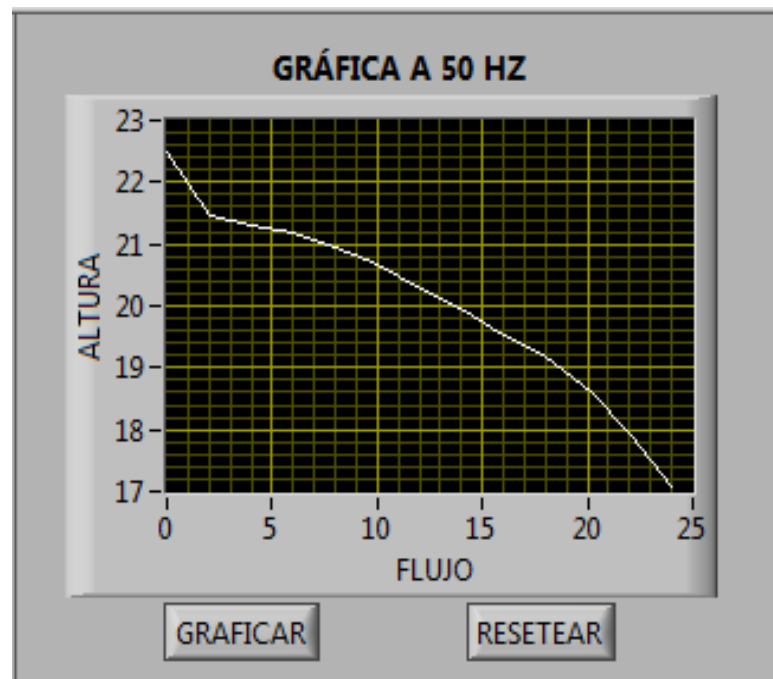


Figura 3.13: Curva obtenida de la bomba a 50hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

c. OBTENCIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 40HZ

Los vectores de flujo y altura obtenidos con 11 datos cada uno para la curva de la bomba a 40 Hz que se presentan en la figura 3.14, teniendo en cuenta que para cada aumento de 2 GPM que van circulando por la tubería se obtiene el valor de la altura para luego ser graficada la curva de la bomba como se muestra en la figura 3.15, en donde el flujo en GPM corresponde al eje horizontal y la altura en metros corresponde al eje vertical.

FRECUECIA A 40 HZ	
FLUJO GPM	ALTURA m
0,0027126	14,4191
2,00054	13,8584
4,00922	13,7504
6,07622	13,5573
8,01166	13,4876
10,0027	13,266
12,0127	12,8952
14,035	12,5586
16,0247	12,0963
18,0741	11,5577
19,7003	11,1287

Figura 3.14: Vectores obtenidos para la curva de la bomba a 40 Hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.



Figura 3.15: Curva obtenida de la bomba a 40hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.4.2. DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA

Para determinar la curva de la bomba se requieren seis valores obtenidos de los vectores de flujo y cabeza total, estos valores son enviados a un Sub VI con la programación que se indica en la figura 3.16, para cada valor de frecuencia se utiliza este Sub Vi.

Para resolver el sistema de ecuaciones se utiliza el método de cramer y una vez obtenidos los valores de las constantes se generan los vectores con los valores del flujo y de cabeza total corregidos, estos vectores son la salida del Sub VI.

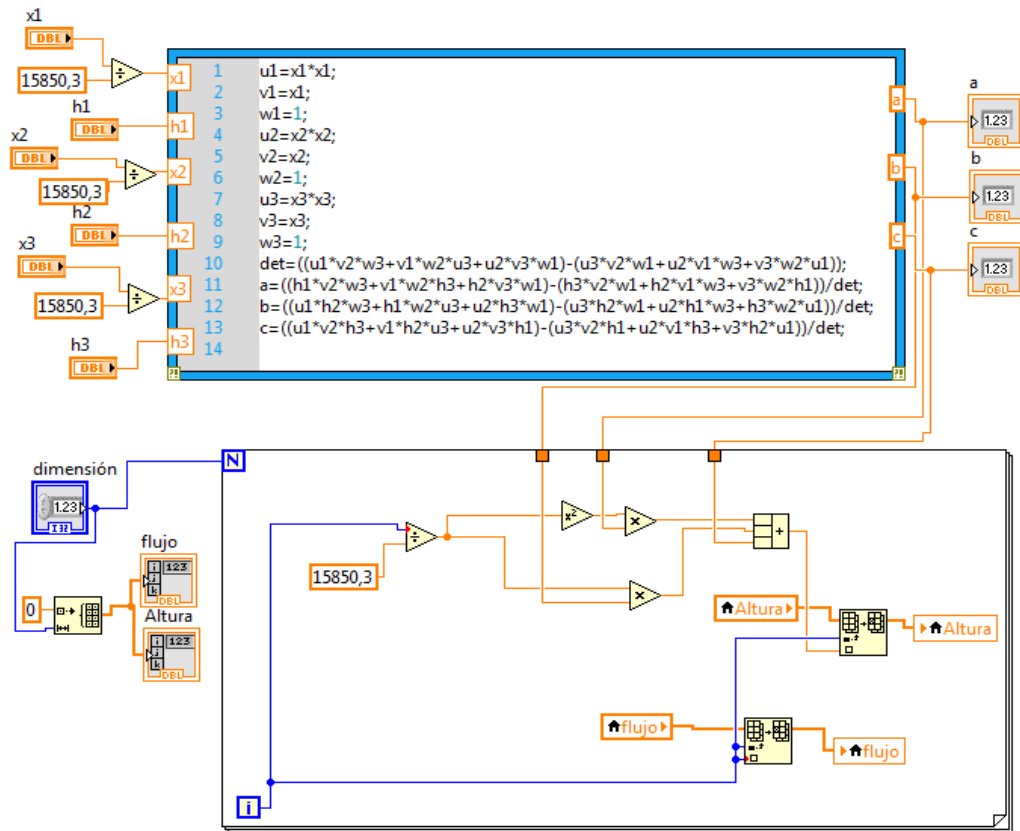


Figura 3.16: Programación de la curva de la bomba.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

a. DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 60HZ

Para determinar la curva de la bomba a 60 Hz se requieren los valores de los vectores de flujo y cabeza total obtenidos a 60 Hz, los cuales se indican en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Datos de la curva de la bomba obtenida a 60 Hz.

Caudal [GPM]	Altura [M]
2,15787	30,7455
16,0423	28,5267
26,0206	25,1485

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Los valores de la tabla 3.5 son enviados al Sub VI como se indica en la figura 3.17, en el cual se genera un sistema de ecuaciones como se indica en la ecuación 3.5.

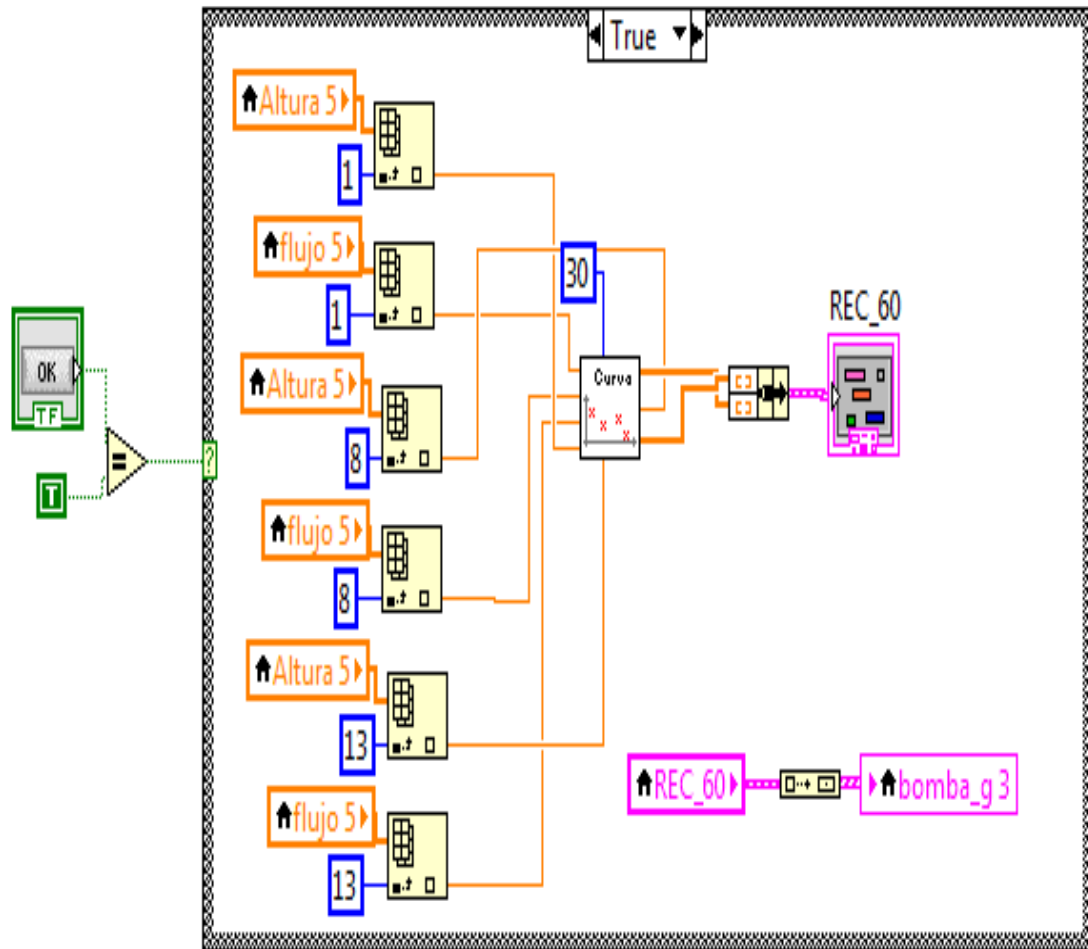


Figura 3.17: Programación de la curva de la bomba a 60 Hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

$$\begin{aligned}
 a(2,15787)^2 + b(2,15787) + c &= 30,7455 \\
 a(16,0423)^2 + b(16,0423) + c &= 28,5267 \\
 a(26,0206)^2 + b(26,0206) + c &= 25,1485
 \end{aligned}
 \tag{3.5}$$

Una vez resuelto el sistema de ecuaciones por el método de cramer se generan los nuevos vectores de flujo y cabecera con 30 datos cada uno para graficar la curva de la bomba a 60 Hz como se indica en la figura 3.18.

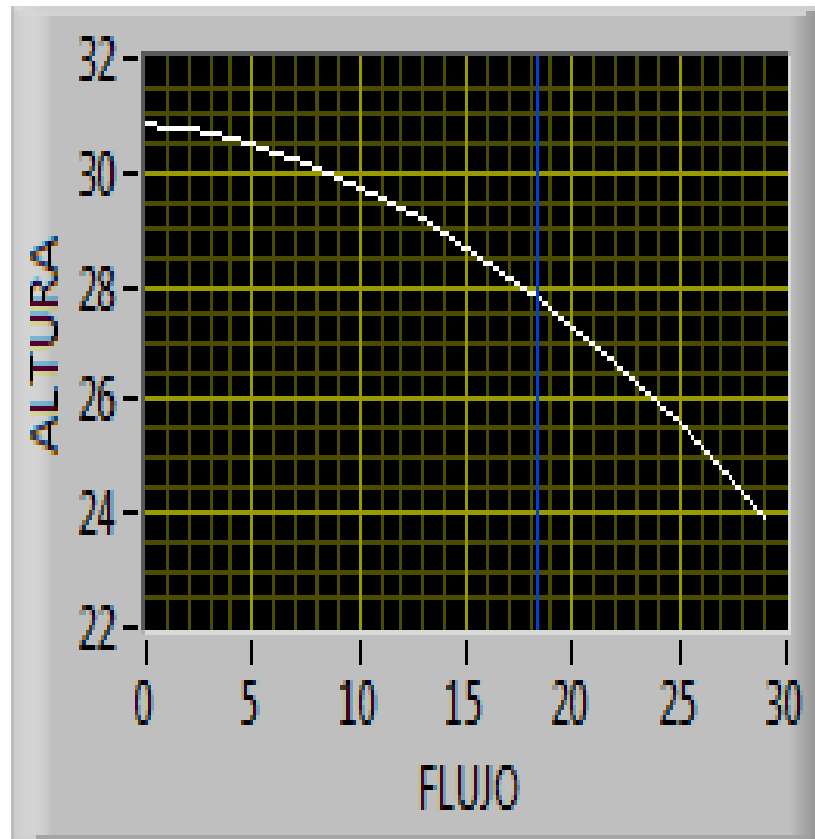


Figura 3.18: Curva determinada de la bomba a 60hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

b. DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 50HZ

Para determinar la curva de la bomba a 50 Hz se requieren los valores de los vectores de flujo y cabeza total obtenidos a 50 Hz, los cuales se indican en la tabla 3.6.

Tabla 3.6. Datos de la curva de la bomba obtenida a 50 Hz.

Caudal [GPM]	Altura [M]
2,01953	21,5929
14,0011	20,4140
22,0060	18,1983

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Los valores de la tabla 3.6 son enviados al Sub VI como se indica en la figura 3.19, en el cual se genera un sistema de ecuaciones como se indica en la ecuación 3.6.

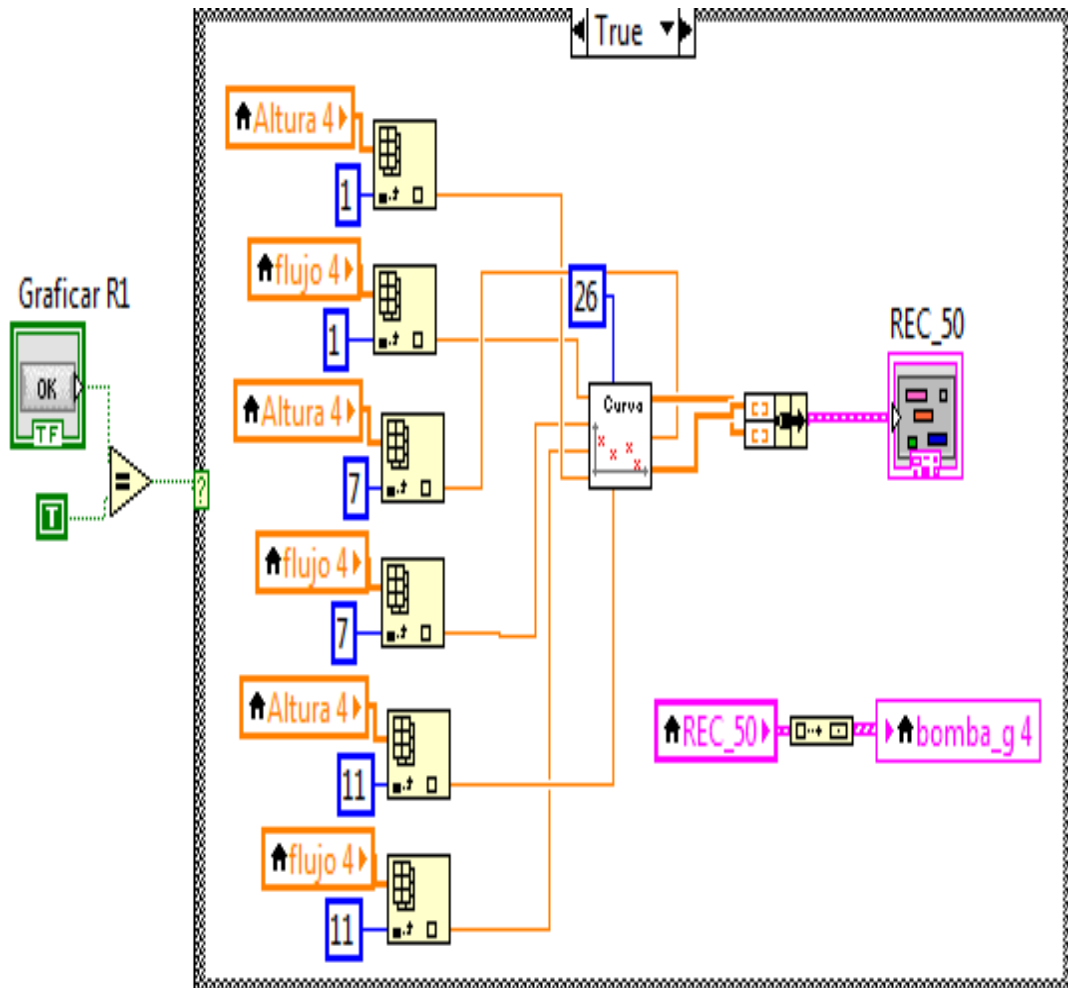


Figura 3.19: Programación de la curva de la bomba a 50 Hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

$$\begin{aligned}
 a(2,01953)^2 + b(2,01953) + c &= 21,5929 \\
 a(14,0011)^2 + b(14,0011) + c &= 20,4140 \\
 a(22,0060)^2 + b(22,0060) + c &= 18,1983
 \end{aligned}
 \tag{3.6}$$

Una vez resuelto el sistema de ecuaciones por el método de cramer se generan los nuevos vectores de flujo y cabecera con 26 datos cada uno para graficar la curva de la bomba a 50 Hz como se indica en la figura 3.20.

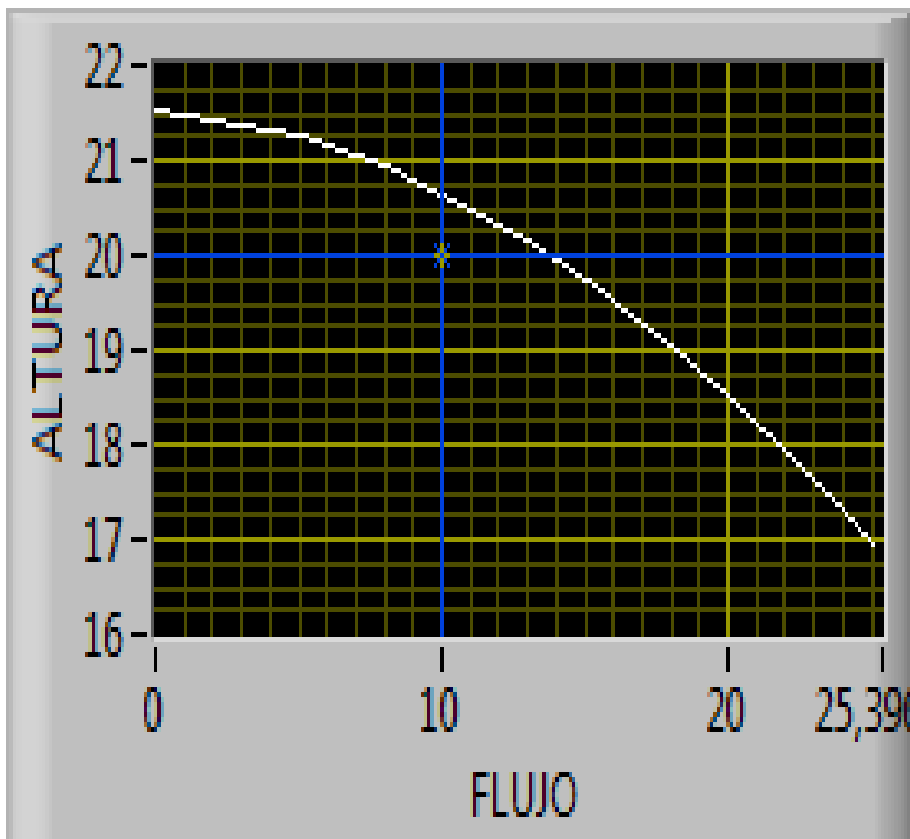


Figura 3.20: Curva determinada de la bomba a 50hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

c. DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LA BOMBA A 40HZ

Para determinar la curva de la bomba a 40 Hz se requieren los valores de los vectores de flujo y cabeza total obtenidos a 40 Hz, los cuales se indican en la tabla 3.7.

Tabla 3.7. Datos de la curva de la bomba obtenida a 40 Hz.

Caudal [GPM]	Altura [M]
2,00054	13,8584
12,0127	12,8952
19,7003	11,1287

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Los valores de la tabla 3.7 son enviados al Sub VI como se indica en la figura 3.21, en el cual se genera un sistema de ecuaciones como se indica en la ecuación 3.7.

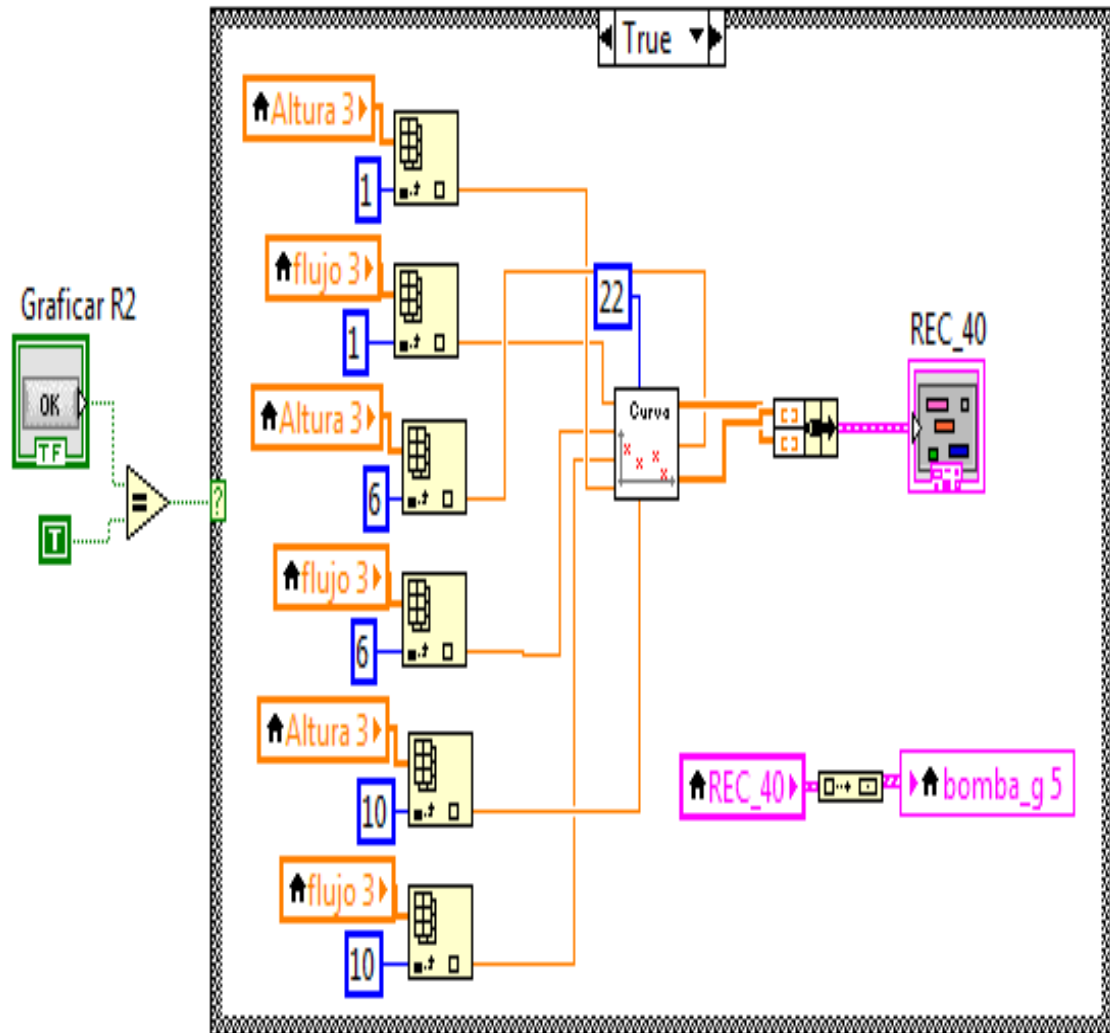


Figura 3.21: Programación de la curva de la bomba a 40 Hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

$$\begin{aligned}
 a(2,00054)^2 + b(2,00054) + c &= 13,8584 \\
 a(12,0127)^2 + b(12,0127) + c &= 12,8952 \\
 a(19,7003)^2 + b(19,7003) + c &= 11,1287
 \end{aligned}
 \tag{3.7}$$

Una vez resuelto el sistema de ecuaciones por el método de cramer se generan los nuevos vectores de flujo y cabecera con 22 datos cada uno para graficar la curva de la bomba a 40 Hz como se indica en la figura 3.22.

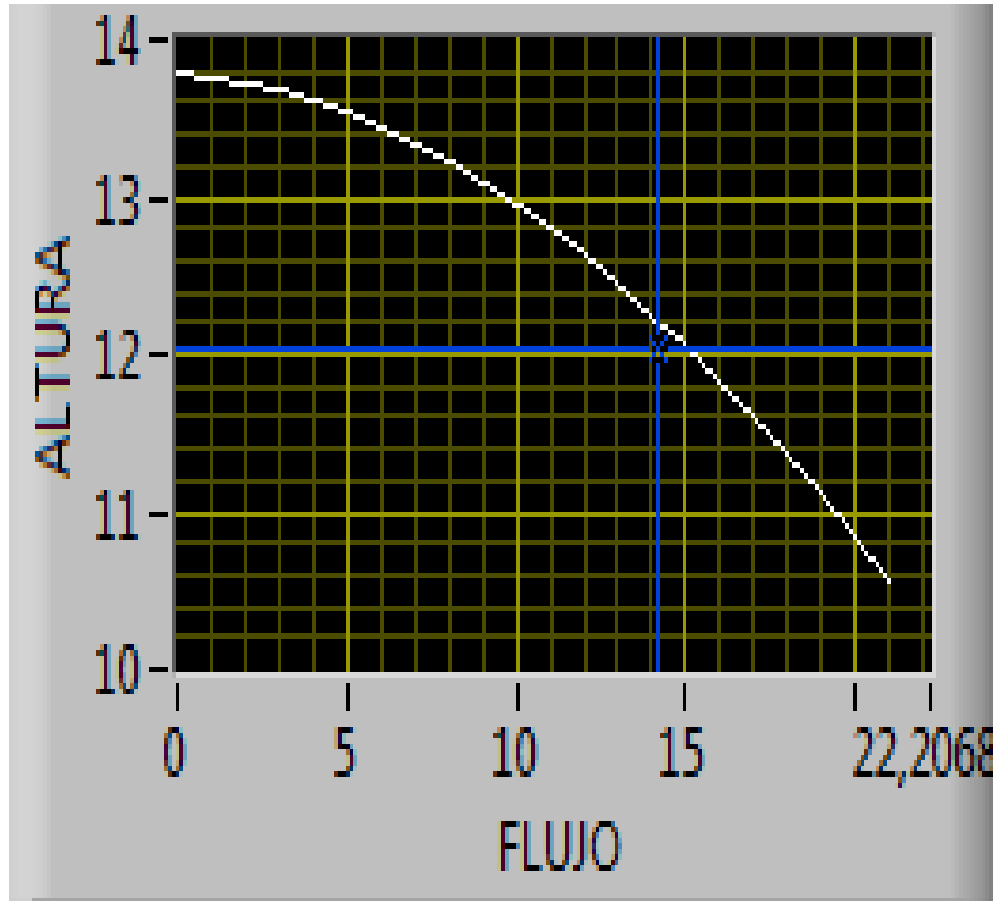


Figura 3.22: Curva determinada de la bomba a 40hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.4.3. COMPARACIÓN ENTRE LA CURVA DE LA BOMBA OBTENIDA Y DETERMINADA

La curva de la bomba obtenida en todas las frecuencias examinadas al cerrar la válvula manual presenta un pico de altura superior debido a que la bomba trata de succionar al máximo el agua y las presiones también suben, una vez que se comienza a abrir la válvula para el paso del agua la presión se comienza a regular de mejor manera y los datos que se van obteniendo se grafican cada 2 GPM con su respectiva altura.

Para mejorar la curva se realizó el procesamiento de los datos para determinar la curva de la bomba a partir de los datos obtenidos siempre tomando

como primer valor para el procesamiento el segundo dato de flujo y altura, con ello se evita el pico de altura que se genera al iniciar las pruebas, además como es un cálculo matemático se obtiene como resultado dos vectores que tienen el doble de datos que los vectores obtenidos permitiendo una mejor construcción de la gráfica para la curva de la bomba (se grafica cada 1 GPM con su respectiva altura).

En las figuras 3.23, 3.24 y 3.25 se pueden comparar las curvas de la bomba teniendo como resultado una mejor construcción de la curva de la bomba con el procesamiento de los datos sin alterar su tendencia.

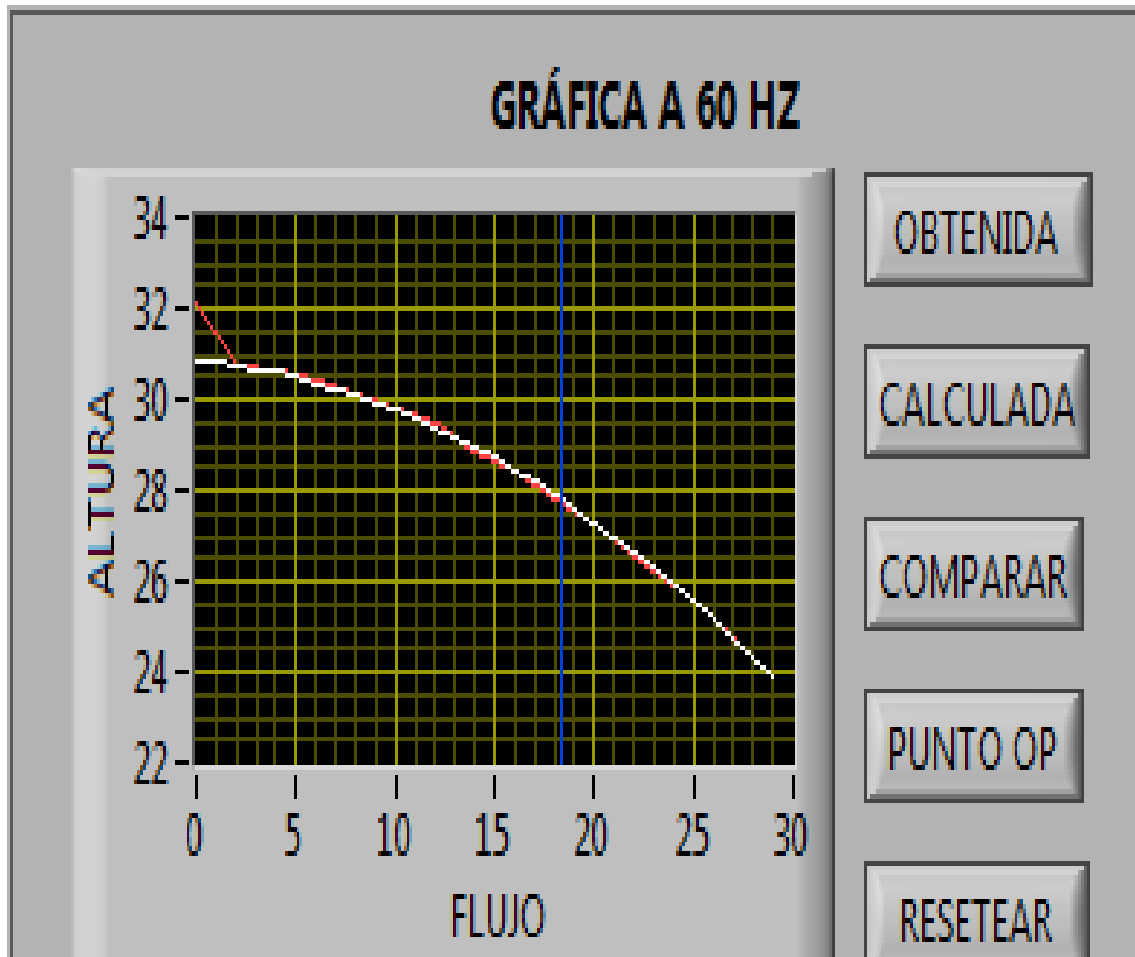


Figura 3.23: Comparación de la curva de la bomba obtenida y determinada a 60hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

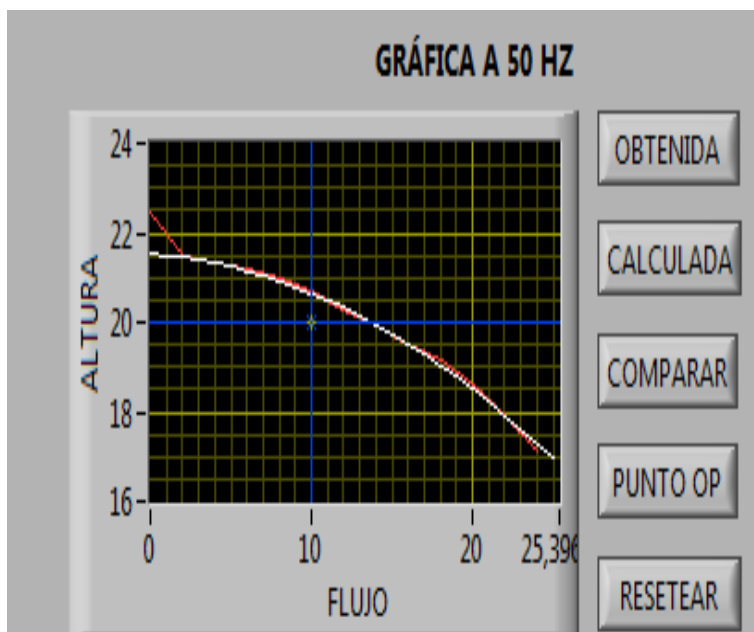


Figura 3.24: Comparación de la curva de la bomba obtenida y determinada a 50hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

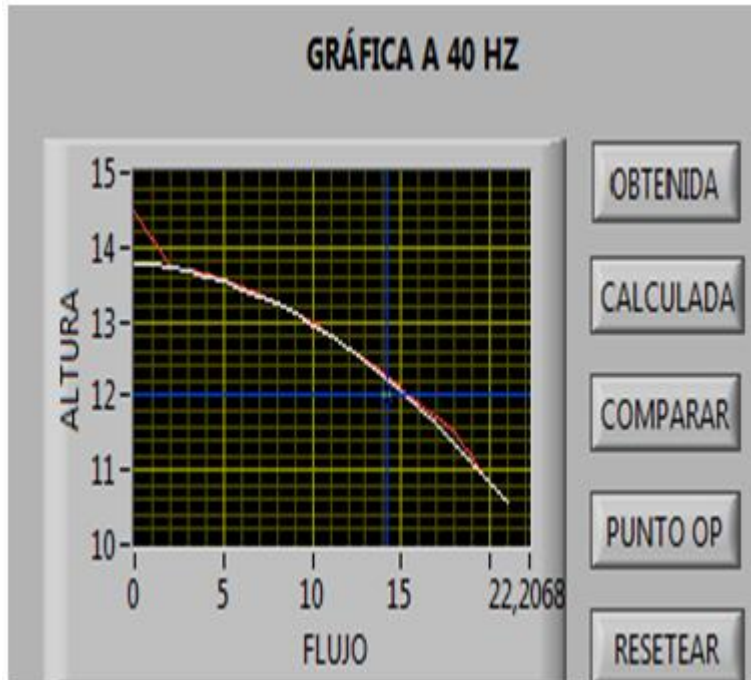


Figura 3.25: Comparación de la curva de la bomba obtenida y determinada a 40hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.5. CURVA DEL SISTEMA

Para la obtención de la curva del sistema se parte de la conservación de energía teniendo en cuenta la ecuación 3.8.

$$H_m = H_T = \left(\sum f_i \frac{l_i}{d_i} + \sum k_{mi} \right) \frac{Q^2}{2gA^2} \quad (3.8)$$

Donde:

H_T = desnivel geométrico total

f = Factor fricción

l = Distancia de la tubería

k_m = Pérdidas en tubería y accesorios.

Q = Caudal.

g = Gravedad.

A = Área de la tubería.

La ecuación indica que el caudal crece con la raíz cuadrada de H_m . La forma final de la ecuación depende de las características físicas de la tubería (longitud accesorios diámetro, rugosidad absoluta, etc.). La pareja de puntos que se lleva a una gráfica es de H_m vs. Q . [28]

3.5.1. CÁLCULO DE LA FRICCIÓN

El coeficiente f recibe el nombre de factor de fricción, que depende por un lado de las condiciones hidrodinámicas del flujo, expresadas a través del número de Reynolds y por otro lado depende del estado de la superficie de la conducción que está en contacto con el fluido, a través de la rugosidad relativa.

Para el cálculo de la fricción se utiliza la fórmula de Swamee y Jain (1976) que se muestra en la ecuación 3.9.

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{5,74}{Re^{0,9}} + \frac{\varepsilon_r}{3,7} \right) \right]^2} \quad (3.9)$$

Donde:

Re= Número de Reynolds

ε_r = Rugosidad relativa

Para calcular la rugosidad relativa se utiliza la ecuación 3.10 y para el número de Reynolds la ecuación 3.11. [29]

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} \quad (3.10)$$

Donde:

ε = Rugosidad absoluta (1,5E – 6 m)

D = Diámetro

$$Re = \frac{Q \times D}{A \times \nu} \quad (3.11)$$

Donde:

Q= Caudal

D= Diámetro

A= Área

ν = Viscosidad del agua (1,007E-6 m²/s)

La programación realizada en LabVIEW se muestra en la figura 3.26 en donde se calcula la fricción en base a la rugosidad y a número de Reynolds, la fórmula se la ingresa como se indica en la figura 3.27.

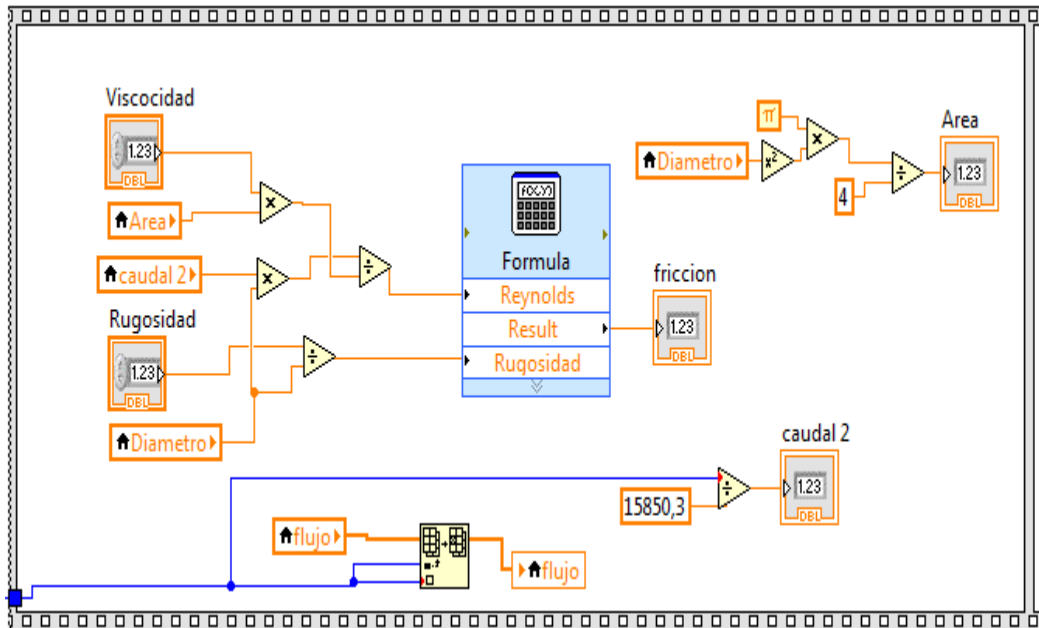


Figura 3.26: Programación del cálculo de la fricción.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

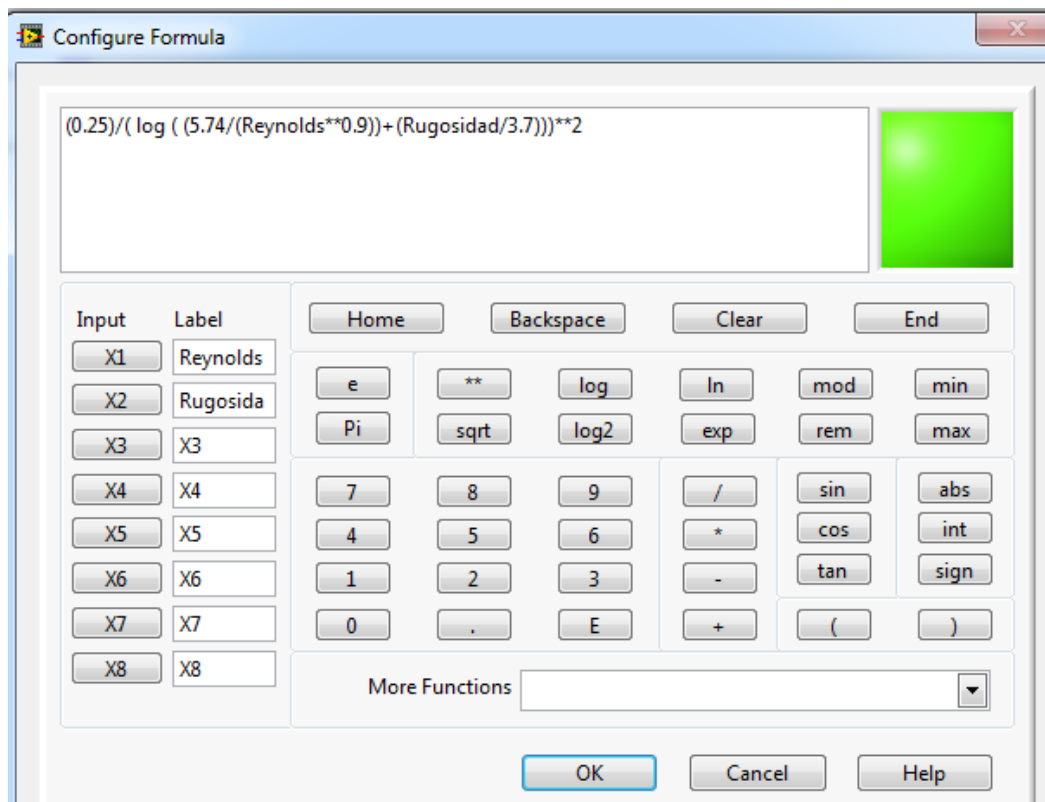


Figura 3.27: Fórmula del cálculo de la fricción en LabVIEW.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.5.2. CÁLCULO DE PÉRDIDAS

Los elementos accesorios son imprescindibles en toda red de tuberías, entre ellos se incluyen los que permiten acomodar el trazado de toda red a los accidentes topográficos del terreno (codos, juntas), otros que permiten empalmar y derivar tuberías (tes, collarines, uniones en Y), o bien acoplar los cambios de geometría en la sección (conos) y también los dispositivos de control del flujo (válvulas de compuerta, lenteja o mariposa, estrechamientos).

Los elementos mencionados producen pérdidas de carga que, al estar originadas por dispositivos concretos se conocen con el nombre de pérdidas localizadas, locales, singulares o menores. [29]

Para obtener los coeficientes de pérdidas k se utiliza los siguientes valores y fórmulas dadas:

Codo 90°: $k=1,8$.

Válvula de Globo y compuerta: $k=0,2$.

Tee: $k=1,8$

Entrada de depósito: $k=1$

Ensanchamiento brusco:

$$k = \left[1 - \left(\frac{D1}{D2} \right)^2 \right]^2$$

Contracción brusca:

$$k = 0,5 \left[1 - \left(\frac{D2}{D1} \right)^2 \right]$$

$D1$ = Diámetro inicial y $D2$ = Diámetro final

En la tabla 3.8 se encuentran todos los cálculos de las pérdidas en el sistema obteniendo como pérdida total por accesorios el valor de k_m igual a 21,738, para ingresar este valor a LabVIEW se aproximó al valor de k_m igual a 22.

Tabla 3.8. Pérdidas en los accesorios.

CANTIDAD	ACCESORIO	DIÁMETRO (PULGADAS)		K_m	K_m Total
		INICIAL	FINAL		
7	Codos	3/4	3/4	1,800	12,600
2	Válvula de Globo	3/4	3/4	0,200	0,400
1	Válvula de Compuerta	3/4	3/4	0,200	0,200
1	Tee	1 1/4	1 1/4	1,800	1,800
2	Entrada al tanque	3/4	3/4	1,000	2,000
1	Ensanchamiento brusco	3/4	1 1/2	0,563	0,563
1	Ensanchamiento brusco	3/4	1 1/4	0,410	0,410
1	Contracción brusca	1	3/4	0,605	0,605
1	Contracción brusca	1 1/4	3/4	3,160	3,160
				TOTAL	21,738

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.5.3. OBTENCIÓN DE LA CURVA DEL SISTEMA

Para obtener la curva del sistema se requiere ingresar los datos de desnivel geométrico total de 0.63 que es la altura que existe desde la succión hasta donde regresa el agua al tanque, longitud y diámetro de la tubería (3.615 m y 3/4 de pulgada), pérdidas ($K_m = 22$), rugosidad absoluta y la viscosidad del agua como se indica en la figura 3.28.

CÁLCULO CURVA DEL SISTEMA			
DATOS			
ALTURA	0,63 (m)	PÉRDIDAS	22 ()
DIAMETRO	0,01905 (m)	RUGOSIDAD	1,5E-6 (m)
LONGITUD	3,615 (m)	VISCOSIDAD	1,007E-6 (m ² /s)

Figura 3.28: Ingreso de datos para la curva del sistema en LabVIEW.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

La programación para el cálculo de la curva del sistema tiene dos partes, el programa principal para ingresar los datos como se indica en la figura 3.29 y el sub VI para realizar los cálculos como se indica en la figura 3.30.

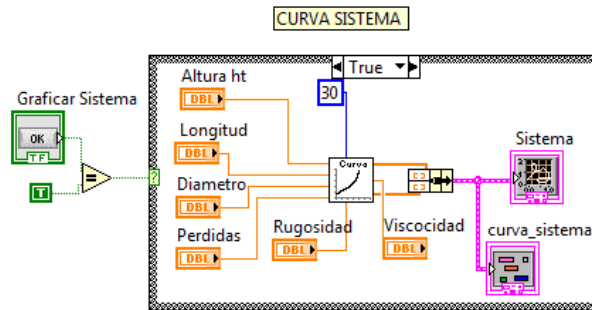


Figura 3.29: Programa principal de la curva del sistema.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

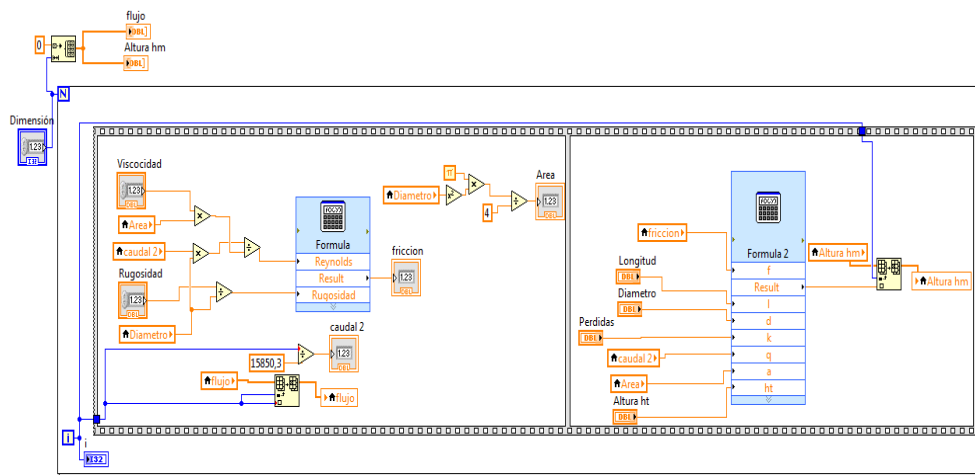


Figura 3.30: Programación del sub VI para el cálculo de la curva del sistema.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

La curva obtenida al ingresar todos los datos se muestra en la figura 3.31, esta gráfica parte desde el valor del desnivel geométrico (altura).



Figura 3.31: Gráfica de la curva del sistema.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.6. PUNTO DE OPERACIÓN ENTRE BOMBA Y SISTEMA

Una vez construidas las curvas de la bomba y del sistema es fácil encontrar el punto de operación de ésta, es decir, el caudal que está siendo enviado y la cabeza suministrada por la bomba. Dicho punto de operación es el corte de las curvas de la bomba vs sistema, tal como se muestra en la figura 3.32.

La curva de la bomba describe el funcionamiento de la bomba centrífuga durante su operación. La altura total entregada por la bomba disminuye a medida que el caudal aumenta, la curva de la bomba es una gráfica que muestra la energía total desarrollada por la bomba en función del caudal entregado por la misma. Para cada valor de frecuencia se genera una curva diferente de la bomba centrífuga, ya que se analiza el cambio de caudal y altura, a una velocidad de giro constante (frecuencia constante).

La curva del sistema muestra la altura de bombeo en función del caudal. La altura de bombeo requerida por el sistema es igual a la elevación que la bomba le debe proporcionar al fluido más las pérdidas de carga en todo el sistema. La altura total requerida por el sistema aumenta a medida que el caudal aumenta.

Sobre la curva del sistema se pueden tener distintos puntos de operación si se cambia la velocidad de funcionamiento de la bomba, ya que se modifica la curva de la bomba y se desplaza la intersección de las curvas

El punto de operación de la bomba centrífuga es la intersección entre las curvas del sistema y de la bomba, en donde el comportamiento de la bomba y del caudal se acoplan de mejor manera. El punto de operación se lo determina para tener una mayor eficiencia en el funcionamiento de la misma, un ahorro de energía y prolongar la vida útil de la bomba.

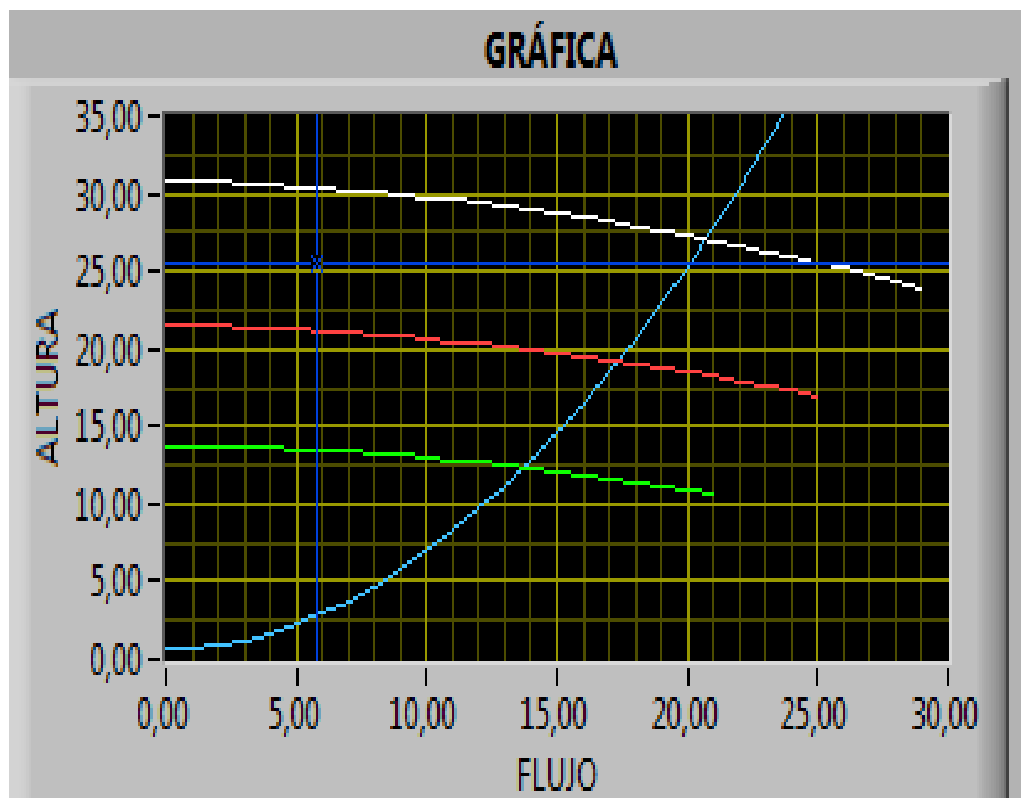


Figura 3.32: Punto de operación de la bomba a 60, 50 y 40 Hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.6.1. PUNTO DE OPERACIÓN ENTRE BOMBA Y SISTEMA A 60HZ

La bomba centrífuga a 60 Hz trabaja con un flujo de 28 GPM y una altura de 24 m, al encontrar el punto de operación el flujo es de 20,8 GPM y la altura es de 27 m como se muestra en la figura 3.33.

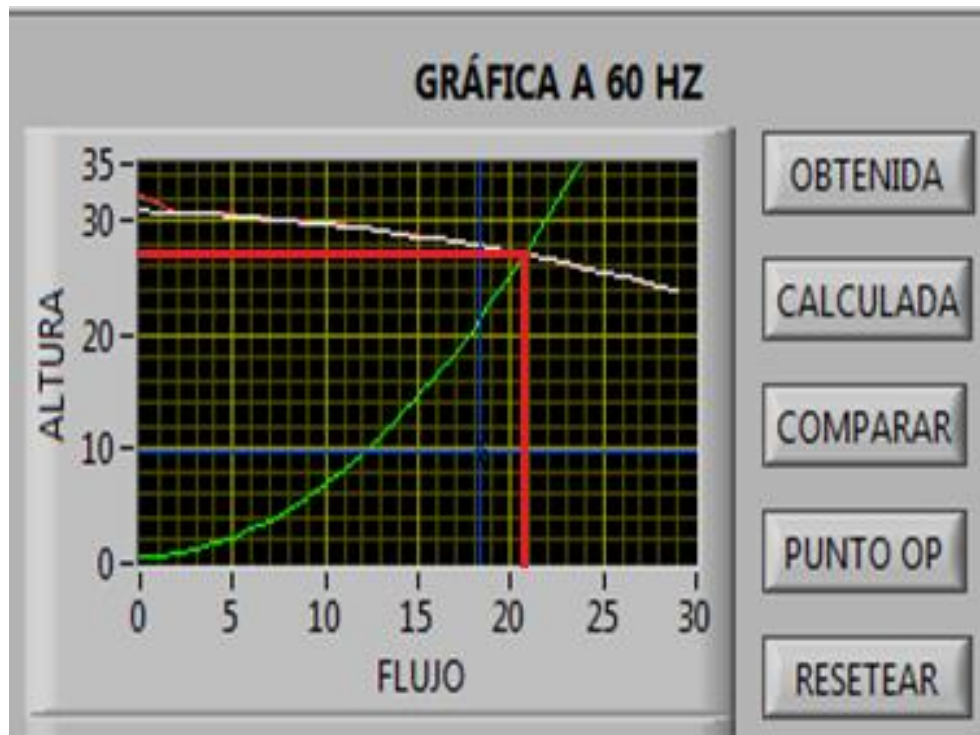


Figura 3.33: Punto de operación de la bomba a 60 Hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Para que la bomba centrífuga trabaje a su máximo rendimiento se tiene que cerrar la válvula V 2.1 o V 2.2 hasta llegar a tener un flujo de 20,8 GPM circulando por la tubería.

3.6.2. PUNTO DE OPERACIÓN ENTRE BOMBA Y SISTEMA A 50HZ

La bomba centrífuga a 50 Hz trabaja con un flujo de 24 GPM y una altura de 17,5 m, al encontrar el punto de operación el flujo es de 17,2 GPM y la altura es de 19 m como se muestra en la figura 3.34.

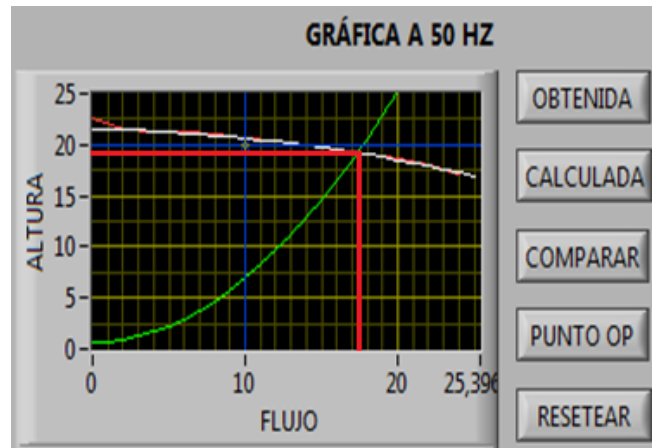


Figura 3.34: Punto de operación de la bomba a 50 Hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Para que la bomba centrífuga trabaje a su máximo rendimiento se tiene que cerrar la válvula V 2.1 o V 2.2 hasta llegar a tener un flujo de 17,2 GPM circulando por la tubería.

3.6.3. PUNTO DE OPERACIÓN ENTRE BOMBA Y SISTEMA A 40HZ

La bomba centrífuga a 40 Hz trabaja con un flujo de 20 GPM y una altura de 11 m, al encontrar el punto de operación el flujo es de 13,9 GPM y la altura es de 12,4 m como se muestra en la figura 3.35.

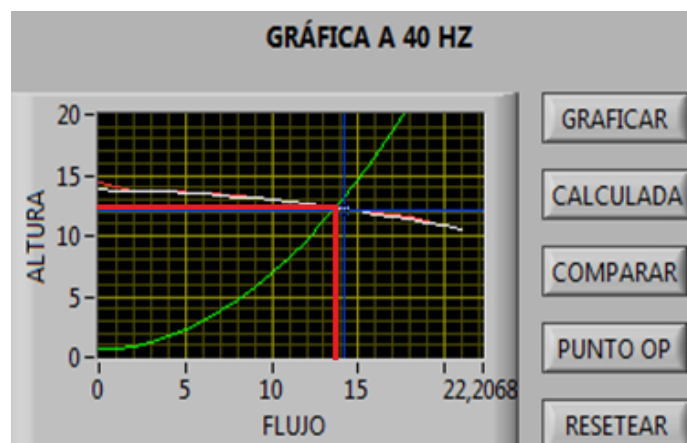


Figura 3.35: Punto de operación de la bomba a 40 Hz.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Para que la bomba centrífuga trabaje a su máximo rendimiento se tiene que cerrar la válvula V 2.1 o V 2.2 hasta llegar a tener un flujo de 13,9 GPM circulando por la tubería.

3.7. CONTROL DE CAUDAL POR VARIADOR

El control proporcional integral derivativo PID fue utilizado para llevar la variable caudal a un set point deseado, se debe ingresar el valor de la ganancia proporcional K_p , el tiempo integral T_i y el tiempo derivativo T_d en la ventana de Parámetros de Control de la TOUCH Panel, se puede cargar los valores encontrados o ir sintonizándolo.

La respuesta de la variable al cambio de set point de 18 GPM se muestra en la figura 3.36, donde la variable tiende a seguir el valor de set point establecido.

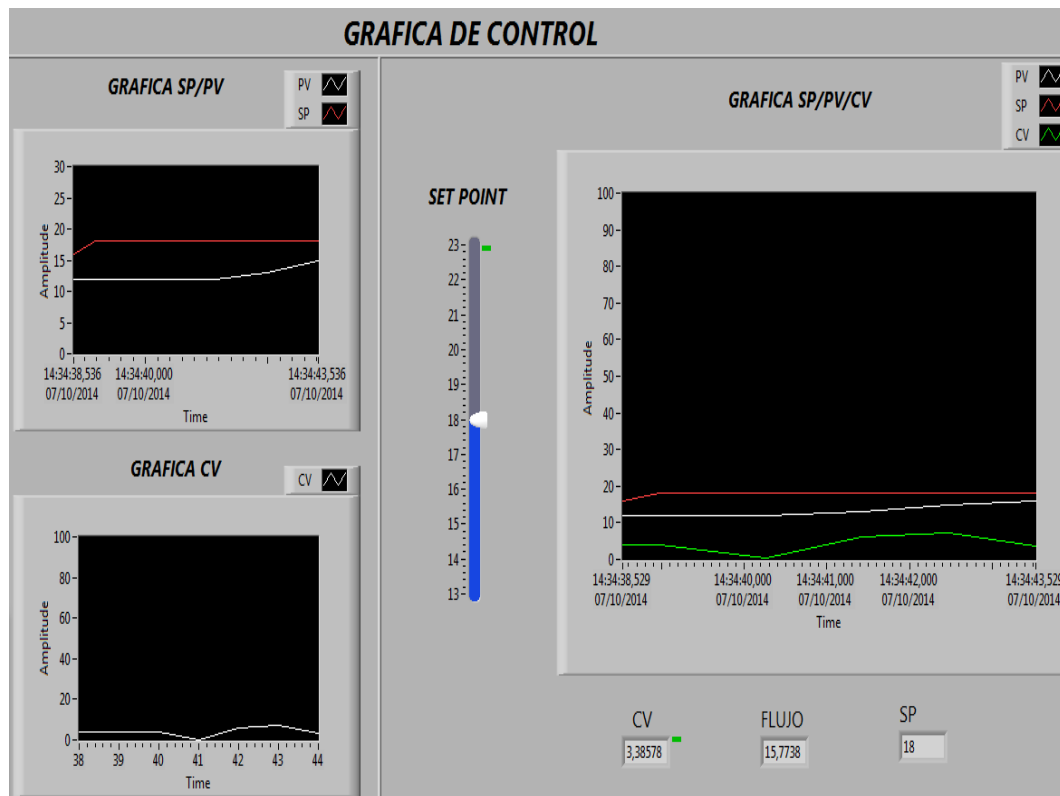


Figura 3.36: Control de caudal a set point de 18 GPM.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

Para un set point de 21 GPM la variable caudal se estabiliza rápidamente como se indican en las figuras 3.37 y 3.38, y el valor de control tiene una pequeña oscilación

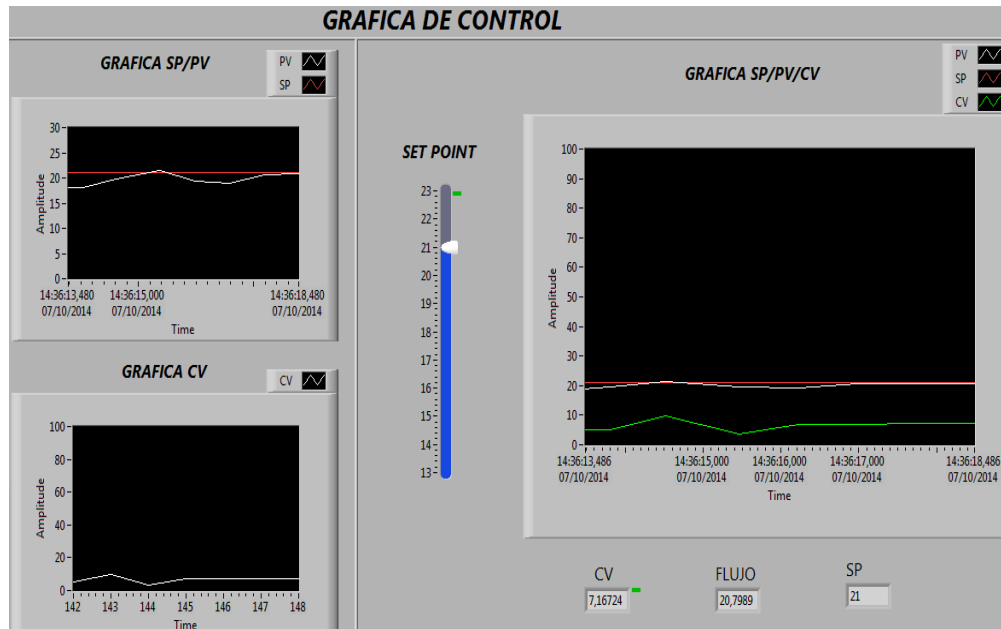


Figura 3.37: Control de caudal a set point de 21 GPM y visualización en LabVIEW.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

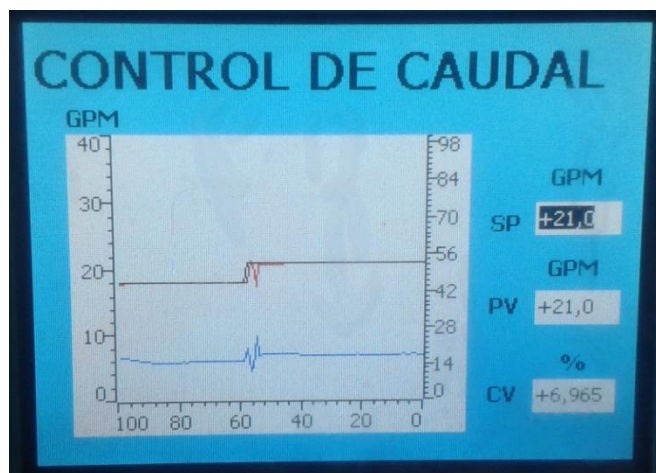


Figura 3.38: Control de caudal a set point de 21 GPM y visualización en la TOUCH Panel.

Elaborado por: Guano, A. y Jijón, F.

3.8. ALCANCES

Los alcances que presenta el banco de pruebas de bombas centrífugas analizados durante la implementación, funcionamiento y análisis de resultados son los siguientes:

- El banco de pruebas de bombas centrífugas presenta gran flexibilidad en cambios y mejoras en la programación del PLC y la TOUCH Panel.
- Se pueden compartir los datos colocando en una red Ethernet al PLC, TOUCH Panel y computador con la ayuda de un switch.
- El monitoreo de las variables del banco de pruebas de bombas centrífugas es en tiempo real desde el panel de los transmisores industriales, desde el computador o desde la TOUCH Panel.
- El cambio de set point y el monitoreo de la curva del caudal se los puede realizar desde la TOUCH Panel o desde el computador para realizar el control.
- Es posible modificar el valor de las constantes K_p , T_i y T_d del controlador directamente desde la TOUCH PANEL sin la necesidad de establecer una comunicación del PLC con el computador.
- La curva del sistema se puede graficar directamente ya que los parámetros se encuentran cargados como valores predeterminados y si se pueden editar para observar el cambio la curva del sistema conforme aumenten o disminuyan las pérdidas.
- La curva de la bomba puede ser analizada con los datos obtenidos o con el procesamiento de los datos de la curva reconstruida.

- Se puede tener como entrada análoga una señal de voltaje de 1-5V o una señal de corriente de 4-20mA, dependiendo de la posición del interruptor ubicado en el panel lateral del banco de pruebas de bombas centrífugas.

3.9. LIMITACIONES

Las limitaciones que presenta el banco de pruebas de bombas centrífugas analizados durante la implementación, funcionamiento y análisis de resultados son los siguientes:

- La Programación de LabVIEW no puede ser editada en el archivo ejecutable.
- Si se cierra por completo las válvulas v-1, v-2.1 ó v-2.2 por un tiempo prolongado puede existir desperfecto en la bomba centrífuga.
- El banco de pruebas de bombas centrífugas no puede trabajar con una alimentación eléctrica monofásica de (110 Vac) ya que no le suministraría la suficiente energía al variador de frecuencia para su funcionamiento y el de la bomba centrífuga.
- Se trabaja con normalidad por dos horas después de ello se termina la versión de prueba del OPC y se requiere reiniciar al computador.
- Al tener una válvula manual y obtener los datos de la curva de la bomba, en cada prueba que se realice los datos van a variar levemente ya que no siempre se va a abrir la válvula al flujo requerido exactamente.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se ha implementado un banco de pruebas para bombas centrifugas en el laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE extensión Latacunga, para la obtención del punto óptimo de operación en la interacción bomba-sistema a tres valores de frecuencia, como resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación académica como profesionales de la carrera de Electrónica e Instrumentación.
- En el banco de pruebas para bombas centrifugas desarrollado intervienen algunos campos de la ingeniería como son: Control de Procesos, Sistemas SCADA, Redes Industriales, Instrumentación Virtual e Instrumentación Industrial.
- Mediante el uso de la guía de prácticas propuesta del banco de pruebas para bombas centrifugas, el estudiante tendrá una mejor comprensión y entendimiento sobre el funcionamiento de las bombas centrifugas y transmisores industriales; y de esta manera afianzar sus conocimientos en éstas aplicaciones tan importantes en el ámbito industrial.
- La bomba centrífuga es controlada por el Variador de Frecuencia Sinamics G110, el cuál varía la frecuencia de acuerdo a la señal análoga ingresada ya sea desde el potenciómetro o el PLC.

- La utilización de los transmisores George Fischer facilita las operaciones de calibración y ajuste de los rangos de medición de las variables, ya que posee un menú en donde se realizan estas operaciones.
- Los transmisores industriales entregan señales estándar de corriente de 4-20 mA al módulo de entradas y salidas analógicas SM 1234 del PLC s7 1200, para su escalamiento de acuerdo al rango que fueron ajustados los transmisores.
- La presión manométrica es registrada en los transmisores Signet Pressure tanto en la succión como en la impulsión, dando como resultados una presión negativa a la succión y una presión positiva a la impulsión, se debe tomar en cuenta que al encender el banco de pruebas la presión de succión es positiva y la de impulsión es negativa.
- La variable caudal es registrada por el transmisor de flujo Signet Flow, su medición es proporcional a la frecuencia del variador, es decir a mayor frecuencia mayor caudal y a menor frecuencia menor caudal.
- Para comunicar los datos entre el PLC S7-1200, la TOUCH PANEL KTP600 y el computador, es necesario crear una red Ethernet y subir los tag's a un servidor OPC.
- Al disminuir la frecuencia en el variador, el caudal disminuye al igual que la cabeza total (altura) en la curva de la bomba, la curva del sistema permanece constante.
- Al aumentar la frecuencia en el variador, el caudal aumenta al igual que la cabeza total (altura) en la curva de la bomba, la curva del sistema permanece constante.

- Al cerrar completamente la válvula V 2.1 ó V 2.2 la presión ejercida sobre los sensores aumenta considerablemente ya que la bomba trabaja a su máxima potencia intentando impulsar al caudal, esto genera un desvío en la curva de la bomba, para lo cual se realizó el procesamiento de los datos generando una curva con un mayor número de puntos y eliminando el desvío del primer valor de la curva.
- El punto de intersección entre la curva de la bomba y la curva del sistema (punto de operación), en las tres frecuencias experimentas de 40, 50 y 60 Hz, indica que el banco de pruebas de bombas centrífugas debe funcionar a un menor caudal del que se encuentra operando, para ello se tiene que cerrar la válvula V 2.1 o V 2.1 hasta que el caudal se encuentre en el punto de operación.

4.2. RECOMENDACIONES

- Para utilizar el banco de pruebas de bombas centrífugas y entender cómo se obtienen las curvas de las bombas, se requiere leer temas sobre bombas centrífugas y sus curvas características, además seguir la guía de prácticas para que las conexiones sean óptimas, también se requiere leer el manual de fallas que se encuentra en los anexos para poder resolver posibles fallos que se generen.
- Verificar que todas las válvulas se encuentren abiertas ya que si están cerradas se está forzando a la bomba.
- Verificar que el Relé térmico se encuentre activado para poder encender el banco de pruebas de bombas centrífugas.

- Después de encender la red se tiene que esperar un lapso de 10 segundos para encender el interruptor de bomba, debido a que el variador de frecuencia se demora ese tiempo en iniciar y reconocer sus entradas.
- Realizar correctamente las conexiones del panel lateral, ya que si los transmisores no se encuentra en un lazo de alimentación, estos no se encenderán y se generara una falla en el módulo de entradas y salidas analógicas SM 1234.
- Realizar cambios ocasionales del agua en el tanque ya que por estar sometido a pruebas se pueden generar impurezas (oxidación y desgaste de tubería) que a su vez puedan ocasionar el mal funcionamiento del banco de pruebas de bombas centrífugas.
- Para realizar la toma de datos de la curva de la bomba, al cerrar completamente la válvula V 2.1 o V 2.2, se requiere desconectar y conectar instantáneamente al transmisor de flujo para que la medición se ponga rápidamente en cero, ya que si no se lo realiza, el transmisor está configurado para realizar el promediado de los datos y se demora en ponerse en el valor de cero a pesar que el sensor no detecte ningún cambio en el caudal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] M. Marcos, «INTRODUCCION A LA INSTRUMENTACION,» 2003. [En línea]. Available: http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/15212/TEMA_2_IntroduccionInstrumentacion.pdf. [Último acceso: 2012 Febrero 2014].
- [2] Mavinsa, «Instrumentacion,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r81666.PDF>. [Último acceso: 16 mayo 2014].
- [3] V. D. Montenegro, «Transmisores Electronicos,» 21 Agosto 2012. [En línea]. Available: <http://proton.ucting.udg.mx/~cruval/apunintro.pdf>. [Último acceso: 16 mayo 2014].
- [4] W. P. Chicaiza Laica y E. J. Amaya Oñate, «Diseño E Implementacion de un modulo didactico para el contol automatico de un sistema de flujo de agua, para el laboratorio de redes industriales y control de procesos de la escuela politecnica del ejercito sede Latacunga,» Abril 2011. [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4035/1/T-ESPEL-0797.pdf>. [Último acceso: 18 mayo 2014].
- [5] C. Utilites Supply, «Industrial Plastic Fluid Handling,» 2011. [En línea]. Available: <http://products.uscosupply.com/viewitems/gories-flowmeters-process-controls-gf-signet-flow-/8550-flow-transmitter>. [Último acceso: 18 Mayo 2014].
- [6] S. G. Fischer, «Signet 8510,» 05 febrero 2013. [En línea]. Available: <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CDIQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.gfps.com%2F>. [Último acceso: 18 mayo 2014].

- [7] Siemens, «Sinamics G110,» 2011. [En línea]. Available: http://www.fra.utn.edu.ar/download/carreras/ingenierias/electrica/materias/planestudio/quintonivel/electronicall/apuntes/variadores_de_frecuencia.pdf. [Último acceso: 18 mayo 2014].
- [8] F. S. Calvo, «Dto. ELECTRICIDAD-ELECTRÓNICA,» 2011. [En línea]. Available: http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf. [Último acceso: 27 mayo 2014].
- [9] UNT, 2012. [En línea]. Available: http://www.fra.utn.edu.ar/download/carreras/ingenierias/electrica/materias/planestudio/quintonivel/electronicall/apuntes/variadores_de_frecuencia.pdf. [Último acceso: 18 mayo 2014].
- [10] Catedu, «CARACTERISTICAS Y MONTAJE DEL SIMULADOR,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>. [Último acceso: 18 Mayo 2014].
- [11] Siemens, «SIMATICS HMI KTP600 BASIC COLOR PN,» 30 Marzo 2009. [En línea]. Available: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=28426427&nodeid0=28426379&load=content&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csview&extranet=standard&viewreg=WW>. [Último acceso: 30 mayo 2014].
- [12] UCEValpo, 2011. [En línea]. Available: biblioagora.ucevalpo.cl/docs/1045/Apuntes%20III%20BOMBAS.pdf. [Último acceso: 2 junio 2014].

- [13] Climatizacion, «bombas Centrifugas,» 2011. [En línea]. Available: biblioagora.ucevalpo.cl/docs/1045/Apuntes%20III%20BOMBAS.pdf. [Último acceso: 30 mayo 2014].
- [14] D. B. & G. L. E. Lorenzo, 2009. [En línea]. Available: http://www.fing.edu.uy/imfia/imfiaweb/sites/default/files/Teo8_09_b.pdf. [Último acceso: 03 junio 2014].
- [15] CBT collage, 2014. [En línea]. Available: <http://www.cbt.edu/cbt-connect/cbt-forum/7-hvac-forum/827-modos-de-control-automatico>. [Último acceso: 05 junio 2014].
- [16] Grupo de Investigacion SUPRESS, [En línea]. Available: <http://ira.unileon.es/es/book/export/html/268>. [Último acceso: 05 junio 2014].
- [17] Mavinsa, «Control de Procesos,» Marzo 2011. [En línea]. Available: http://pastranamoreno.files.wordpress.com/2011/03/control_procesos_valvulas.pdf. [Último acceso: 10 junio 2014].
- [18] Catedu, «Controlador de accion proporcional e integral,» 2013. [En línea]. Available: http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//4750/4926/html/13_controlador_de_accin_proporcional_e_integral_pi.html. [Último acceso: 10 junio 2014].
- [19] Grupo de Investigacion SUPRESS, «EL CONTROLADOR PID BASICO,» 2008. [En línea]. Available: <http://ira.unileon.es/es/book/export/html/268>. [Último acceso: 11 junio 2014].
- [20] S. Alberino, P. Folino y C. Verrastro, «VARIANTE EN EL ALGORITMOPID PARA EVITAR EL USO DE UN GENERADOR DE TRAYECTORIA TRAPEZOIDAL,» 2010. [En línea]. Available:

- <http://www.secyt.frba.utn.edu.ar/gia/SDC12.pdf>. [Último acceso: 12 junio 2014].
- [21] M. Améstegui Moreno, «Apuntes de Control PID,» enero 2011. [En línea]. Available: <http://www.info-transistor.info/biblioteca/Control%20Pid.pdf>. [Último acceso: 12 junio 2014].
- [22] A. Creus Sole, «Instrumentos industriales, su ajuste y calibración,» Barcelona, Marcombo S.A, 2009, pp. 159-161.
- [23] S. M. López, «SINTONIA DE REGULADORES PID,» 2009. [En línea]. Available: <http://web.usal.es/~sebas/PRACTICAS/PRACTICA%207.pdf>. [Último acceso: 13 junio 2014].
- [24] SIEMENS, «TIA Portal,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.industry.siemens.com/topics/global/es/tia-portal/hmi-sw-tia-portal/Pages/Default.aspx>. [Último acceso: 15 junio 2014].
- [25] I. VISION, «labVIEW,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.ni.com/pdf/manuals/371007a.pdf>. [Último acceso: 16 junio 2014].
- [26] A. Romero y J. Carrillo, julio 2008. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/154/1/Indice.pdf>. [Último acceso: 16 junio 2014].
- [27] Pascual, «OPC,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.infoplcn.net/foro/showthread.php?43-Que-es-OPC>. [Último acceso: 13 junio 2014].
- [28] J. Saldarriaga, Hidráulica de tuberías, Colombia: Mc Graw Hill, 2003.
- [29] P. Rafael, I. Pedro y F. Vicente, Flujo estacionario de fluidos incompresibles en tuberías, Valencia: UPV, 2009.

ANEXOS

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A: Glosario de Términos

ANEXO B: Hojas de Especificaciones Técnicas

ANEXO C: Programación del PLC S7-1200

ANEXO D: Programación de LabView

ANEXO E: Manual técnico de posibles fallas y soluciones

ANEXO A

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

AC. Es la abreviatura de corriente alterna.

ACONDICIONAR. Consiste en la manipulación electrónica de una señal, con los dispositivos adecuados, para obtener rangos de voltajes o corrientes adecuados a las características del diseño.

ACTUADOR. Es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

AJUSTAR. Operación destinada a llevar un aparato de medición a un funcionamiento y exactitud conveniente para su utilización.

ALGORITMO. Secuencia finita de instrucciones para calcular un valor de salida en función de los valores de entrada aplicando alguna relación matemática entre ellas.

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

AUTOCROSSING. Es una función de los puertos RJ45 en la cual no es necesario diferenciar entre cables directos y cables cruzados.

B

BOP. (Basic Operator Panel) Panel de operador Básico.

C

CALIBRAR.- Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición, o los valores representados por una medida patrón y el valor convencionalmente verdadero de la magnitud a medir.

CAUDAL. En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que avanza en una unidad de tiempo.

CONFIGURAR. Adaptar una aplicación software o un elemento hardware al resto de los elementos del entorno y a las necesidades específicas del usuario.

CONTROL. Se define el termino control como la “regulación, manual o automática, sobre un sistema”. Es decir, desde el punto de vista de ingeniería, el control es la acción o conjunto de acciones que permiten mantener un o varias variables de un proceso dentro de ciertos rangos deseados.

D

DIAFRAGMA. Elemento sensible formado por una membrana colocada entre dos volúmenes, la membrana es deformada por la presión diferencial que le es aplicada.

DISPOSITIVO. Aparato o mecanismo que desarrolla determinadas acciones. Su nombre está vinculado a que dicho artificio está dispuesto para cumplir con su objetivo.

E

ELEMENTO DE CONTROL FINAL. Es el instrumento que recibe las señales del sistema tomadas por el controlador y las ejecuta directamente sobre la variable controlada.

ERROR. Es la diferencia entre el valor leído del instrumento y el valor real de la variable.

ETHERNET. Es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD).

G

GPM. (Galones por minuto) es una unidad de caudal.

H

HMI. (Human Machine Interface) Interfaz Hombre Máquina.

I

INSTRUMENTO. Es un dispositivo que se encarga de interpretar señales proporcionales a la magnitud de la variable.

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

M

MEDICIÓN. Conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud.

P

PROFINET. Es una red estandarizada por PROFIBUS Internacional, surgió como resultado de la tendencia de la tecnología de automatización para máquinas reutilizables y modulares en fábricas con inteligencia distribuida. Sus características satisfacen puntos-claves de las demandas de la tecnología de automatización

PERTURBACIONES. Señal que afecta la respuesta real del sistema produciendo un error en la medida, ejemplo los campos magnéticos, la inductancia etc. según la sensibilidad individual.

PRESIÓN MANOMÉTRICA. Diferencia entre la presión absoluta o real y la presión atmosférica.

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

PROMEDIO. Suministra la respuesta más instantánea a cambios en la variable del proceso. Ésta es la opción preferida en sistemas caracterizados por una medición muy estable.

PID. Acción de control Proporcional-Integral-Derivativo.

PLC. Programmable Logic Controller .Controlador Lógico Programable.

R

RANGO. Conjunto de valores de la variable que puede medir el instrumento. Se especifica mediante el límite inferior y el superior.

REGISTRADOR. Aparato, máquina o caja que sirve para anotar o grabar automáticamente una serie de datos u operaciones.

RESISTENCIA ELÉCTRICA. Se define como la oposición que ofrece un cuerpo a un flujo de corriente que intente pasar a través de sí.

RETROALIMENTACIÓN. Información sobre la variable controlada que puede compararse con el valor de referencia para llevar a cabo la acción correctiva en el lazo cerrado.

RUNTIME. Es el intervalo de tiempo en el que un programa de computadora se ejecuta en un sistema operativo.

S

SENSIBILIDAD. Es la razón entre la respuesta en la salida a un estímulo en la entrada, funciona junto con el promediado para equilibrar el tiempo de respuesta con la estabilidad de la señal.

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

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

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

SOFTWARE. Conjunto de programas que ejecuta un computador o PLC.

T

TRANSDUCTOR. Elemento o dispositivo el cual recibe información en una forma de energía y la convierte en una información de la misma forma de energía o en otra forma de energía.

TIA. (Totally Integrated Automation) Integración total de automatización, software de SIMATIC.

V

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

VARIABLE CONTROLADA. Es la variable directa a regular, sobre la que constantemente estamos pendientes ya que afecta directamente al sistema del proceso, es decir, es la que dentro del bucle de control es captada por el transmisor para originar una señal de retroalimentación.

ANEXO B

HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY

SIMATIC S7-1200

SIEMENS



Version 11/2011 ©2011 Siemens AG

1

Sinopsis del producto

1.1 Introducción al PLC S7-1200

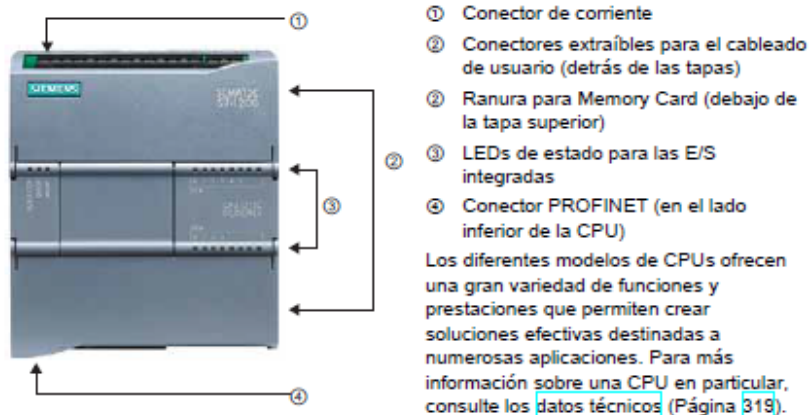
El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control:

- Toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones.
- Es posible utilizar la "protección de know-how" para ocultar el código de un bloque específico. Encontrará más detalles en el capítulo "Principios básicos de programación" (Página 99).

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.



*Sinopsis del producto**1.1 Introducción al PLC S7-1200*

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario <ul style="list-style-type: none"> • Memoria de trabajo • Memoria de carga • Memoria remanente 	<ul style="list-style-type: none"> • 25 KB • 1 MB • 2 KB 		<ul style="list-style-type: none"> • 50 KB • 2 MB • 2 KB
E/S integradas locales <ul style="list-style-type: none"> • Digitales • Analógicas 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 entradas/4 salidas • 2 entradas 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 entradas/6 salidas • 2 entradas 	<ul style="list-style-type: none"> • 14 entradas/10 salidas • 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos <ul style="list-style-type: none"> • Fase simple • Fase en cuadratura 	3 <ul style="list-style-type: none"> • 3 a 100 kHz • 3 a 80 kHz 	4 <ul style="list-style-type: none"> • 3 a 100 kHz • 1 a 30 kHz • 3 a 80 kHz • 1 a 20 kHz 	6 <ul style="list-style-type: none"> • 3 a 100 kHz • 3 a 30 kHz • 3 a 80 kHz • 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

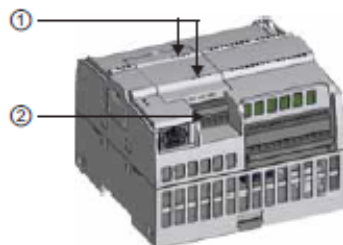
La gama S7-1200 ofrece una gran variedad de módulos de señales y Signal Boards que permiten ampliar las prestaciones de la CPU. También es posible instalar módulos de comunicación adicionales para soportar otros protocolos de comunicación. Para más información sobre un módulo en particular, consulte los [datos técnicos](#) (Página 319).

Módulo		Sólo entradas	Sólo salidas	Entradas y salidas
Módulo de señales (SM)	Digital	8 entradas DC	8 salidas DC 8 salidas de relé	8 entradas DC/8 salidas DC 8 entradas DC/8 salidas de relé
		16 entradas DC	16 salidas DC 16 salidas de relé	16 entradas DC/16 salidas DC 16 entradas DC/16 salidas de relé
	Analógico	4 entradas analógicas 8 entradas analógicas	2 salidas analógicas 4 salidas analógicas	4 entradas analógicas/2 salidas analógicas
Signal Board (SB)	Digital	-	-	2 entradas DC/2 salidas DC
	Analógico	-	1 salida analógica	-
Módulo de comunicación (CM)				
<ul style="list-style-type: none"> • RS485 • RS232 				

1.2 Signal Boards

Una Signal Board (SB) permite agregar E/S a la CPU. Es posible agregar una SB con E/S digitales o analógicas. Una SB se conecta en el frente de la CPU.

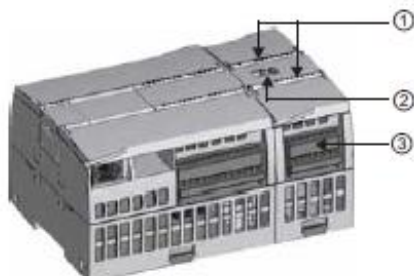
- SB con 4 E/S digitales (2 entradas DC y 2 salidas DC)
- SB con 1 entrada analógica



- ① LEDs de estado en la SB
- ② Conector extraíble para el cableado de usuario

1.3 Módulos de señales

Los módulos de señales se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU. Los módulos de señales se conectan a la derecha de la CPU.

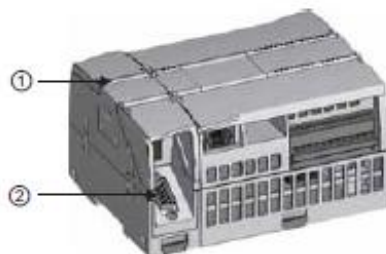


- ① LEDs de estado para las E/S del módulo de señales
- ② Conector de bus
- ③ Conector extraíble para el cableado de usuario

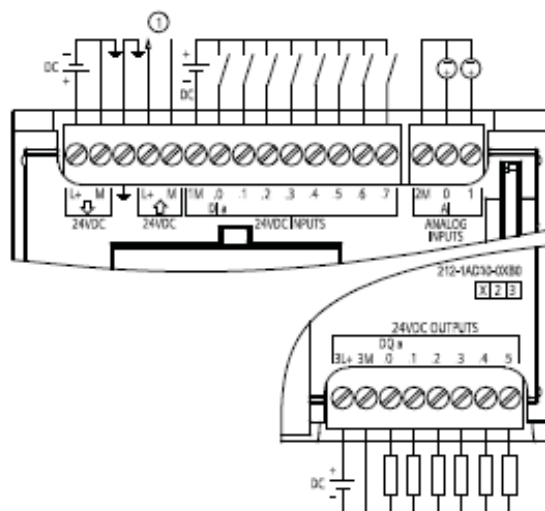
1.4 Módulos de comunicación

La gama S7-1200 provee módulos de comunicación (CMs) que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y RS485.

- La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM)



- ① LEDs de estado del módulo de comunicación
- ② Conector de comunicación



① Alimentación de sensores 24 V DC

Figura A-6 CPU 1212C DC/DC/DC (6ES7 212-1AD30-0XB0)

A.2.3 Datos técnicos de la CPU 1214C

Datos técnicos			
Modelo	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC
Referencia	6ES7 214-1BE30-0XB0	6ES7 214-1HE30-0XB0	6ES7 214-1AE30-0XB0
General			
Dimensiones A x A x P (mm)	110 x 100 x 75		
Peso	475 gramos	435 gramos	415 gramos
Disipación de potencia	14 W	12 W	
Intensidad disponible (SM y bus CM)	1600 mA máx. (5 V DC)		
Intensidad disponible (24 V DC)	400 mA máx. (alimentación de sensores)		
Consumo de corriente de las entradas digitales (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada		
Características de la CPU			
Memoria de usuario	50 KB de memoria de trabajo / 2 MB de memoria de carga / 2 KB de memoria remanente		
E/S digitales integradas	14 entradas/10 salidas		
E/S analógicas integradas	2 entradas		
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes de entradas (I)/1024 bytes de salidas (Q)		
Área de marcas (M)	8192 bytes		
Ampliación con módulos de señales	8 SMs máx.		

Datos técnicos			
Modelo	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC
Ampliación con Signal Boards	1 SB máx.		
Ampliación con módulos de comunicación	3 CMs máx.		
Contadores rápidos	6 en total Fase simple: 3 a 100 kHz y 3 a 30 kHz de frecuencia de reloj Fase en cuadratura: 3 a 80 kHz y 3 a 20 kHz de frecuencia de reloj		
Salidas de impulsos	2		
Entradas de captura de impulsos	14		
Alarmas de retardo/cíclicas	4 en total con resolución de 1 ms		
Alarmas de flanco	12 ascendentes y 12 descendentes (14 y 14 con Signal Board opcional)		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Precisión del reloj en tiempo real	+/- 60 segundos/mes		
Tiempo de respaldo del reloj en tiempo real	10 días típ./6 días mín. a 40°C (condensador de alto rendimiento sin mantenimiento)		
Rendimiento			
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución de transferencia de palabras	12 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Comunicación			
Número de puertos	1		
Tipo	Ethernet		
Conexiones	<ul style="list-style-type: none"> • 3 para HMI • 1 para la programadora • 8 para instrucciones Ethernet en el programa de usuario • 3 para CPU a CPU 		
Transferencia de datos	10/100 Mb/s		
Aislamiento (señal externa a lógica del PLC)	Aislado por transformador, 1500 V DC		
Tipo de cable	CAT5e apantallado		
Fuente de alimentación			
Rango de tensión	85 a 264 V AC	20,4 a 28,8 V DC	
Frecuencia de línea	47 a 63 Hz	--	
Intensidad de entrada CPU sólo a carga máx.	100 mA a 120 V AC 50 mA a 240 V AC	500 mA a 24 V DC	
CPU con todos los accesorios de ampliación a carga máx.	300 mA a 120 V AC 150 mA a 240 V AC	1500 mA a 24 V DC	
Corriente de irrupción (máx.)	20 A a 264 V AC	12 A a 28,8 V DC	
Aislamiento (potencia de entrada a lógica)	1500 V AC	Sin aislamiento	
Corriente de fuga a tierra, línea AC a tierra funcional	0,5 mA máx.	-	

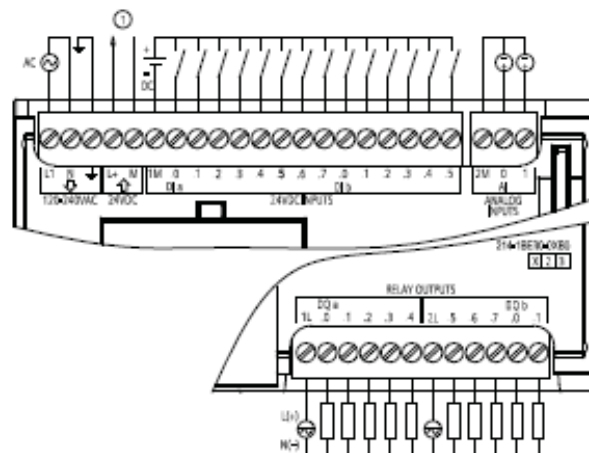
Datos técnicos			
Modelo	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC
Tiempo de mantenimiento (pérdida de potencia)	20 ms a 120 V AC 80 ms a 240 V AC	10 ms a 24 V DC	
Fusible interno, no reemplazable por el usuario	3 A, 250 V, de acción lenta		
Alimentación de sensores			
Rango de tensión	20,4 a 28,8 V DC	L+ menos 4 V DC mín.	
Intensidad de salida nominal (máx.)	400 mA (protegido contra cortocircuito)		
Ruido de rizado máx. (<10 MHz)	< 1 V de pico a pico	Igual a la línea de entrada	
Aislamiento (lógica de la CPU a alimentación de sensores)	Sin aislamiento		
Entradas digitales			
Número de entradas	14		
Tipo	Sumidero/fuente (tipo 1 IEC sumidero)		
Tensión nominal	24 V DC a 4 mA, nominal		
Tensión continua admisible	30 V DC, máx.		
Sobretensión transitoria	35 V DC durante 0,5 seg.		
Señal 1 lógica (mín.)	15 V DC a 2,5 mA		
Señal 0 lógica (máx.)	5 V DC a 1 mA		
Aislamiento (campo a lógica)	500 V AC durante 1 minuto		
Grupos de aislamiento	1		
Tiempos de filtro	0,2, 0,4, 0,8, 1,6, 3,2, 6,4 y 12,8 ms (seleccionable en grupos de 4)		
Frecuencias de entrada de reloj HSC (máx.) (señal 1 lógica = 15 a 26 V DC)	Fase simple: 100 KHz (Ia.0 a Ia.5) y 30 KHz (Ia.6 a Ib.5) Fase en cuadratura: 80 KHz (Ia.0 a Ia.5) y 20 KHz (Ia.6 a Ib.5)		
Número de entradas ON simultáneamente	14		
Longitud de cable (metros)	500 apantallado, 300 no apantallado, 50 apantallado para entradas HSC		
Entradas analógicas			
Número de entradas	2		
Tipo	Tensión (asimétrica)		
Rango	0 a 10 V		
Rango total (palabra de datos)	0 a 27648 (consulte Representación de entradas analógicas para tensión (Página 346))		
Rango de sobreimpulso (palabra de datos)	27.649 a 32.511 (consulte Representación de entradas analógicas para tensión (Página 346))		
Desbordamiento (palabra de datos)	32.512 a 32767 (consulte Representación de entradas analógicas para tensión (Página 346))		
Resolución	10 bits		
Tensión de resistencia al choque máxima	35 V DC		
Aislamiento	Ninguno, débil, medio o fuerte (consulte los tiempos de respuesta de las etapas en Tiempos de respuesta de las entradas analógicas (Página 346))		

Datos técnicos

A.2 CPUs

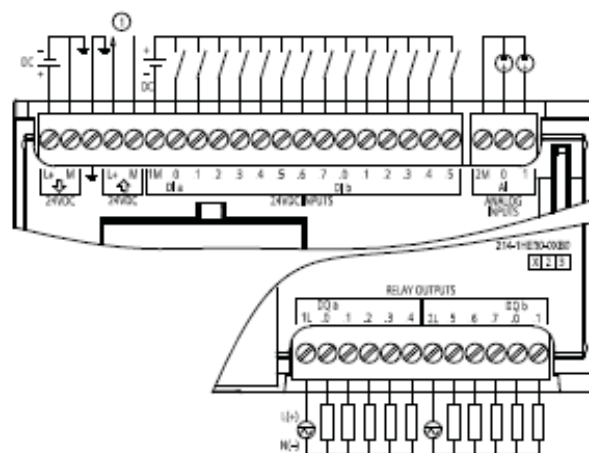
Datos técnicos			
Modelo	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC
Rechazo de interferencias	10, 50 ó 60 Hz (consulte las frecuencias de muestreo en Tiempos de respuesta de las entradas analógicas (Página 346))		
Impedancia	≥100 KΩ		
Aislamiento (campo a lógica)	Ninguno		
Precisión (25°C / 0 a 55°C)	3,0% / 3,5% de rango máximo		
Rechazo en modo común	40 dB, DC a 60 Hz		
Rango de señales operativo	La tensión de señal más la tensión en modo común debe ser menor que +12 V y mayor que -12 V		
Longitud de cable (metros)	10 trenzado y apantallado		
Salidas digitales			
Número de salidas	10		
Tipo	Relé, contacto seco		Estado sólido - MOSFET
Rango de tensión	5 a 30 V DC ó 5 a 250 V AC		20,4 a 28,8 V DC
Señal 1 lógica a intensidad máx.	--		20 V DC mín.
Señal 0 lógica con carga de 10 KΩ	--		0,1 V DC máx.
Intensidad (máx.)	2,0 A		0,5 A
Carga de lámparas	30 W DC/200 W AC		5 W
Resistencia en estado ON	Máx. 0,2 Ω (si son nuevas)		0,6 Ω máx.
Corriente de fuga por salida	--		10 μA máx.
Sobrecorriente momentánea	7 A si están cerrados los contactos		8 A durante máx. 100 ms
Protección contra sobrecargas	No		
Aislamiento (campo a lógica)	1500 V AC durante 1 minuto (bobina a contacto) Ninguno (bobina a lógica)		500 V AC durante 1 minuto
Resistencia de aislamiento	100 MΩ mín. si son nuevas		--
Aislamiento entre contactos abiertos	750 V AC durante 1 minuto		--
Grupos de aislamiento	2		1
Tensión de bloqueo inductiva	--		L+ menos 48 V DC, disipación de 1 W
Retardo de conmutación (Qa.0 a Qa.3)	10 ms máx.		1,0 μs máx., OFF a ON 3,0 μs máx., ON a OFF
Retardo de conmutación (Qa.4 a Qb.1)	10 ms máx.		50 μs máx., OFF a ON 200 μs máx., ON a OFF
Frecuencia de tren de impulsos (Qa.0 y Qa.2)	No recomendado		100 KHz máx., 2 Hz mín.
Vida útil mecánica (sin carga)	10.000.000 ciclos abiertos/cerrados		--
Vida útil de los contactos bajo carga nominal	100.000 ciclos abiertos/cerrados		--
Reacción al cambiar de RUN a STOP	Último valor o valor sustitutivo (valor predeterminado: 0)		
Número de salidas ON simultáneamente	10		
Longitud de cable (metros)	500 apantallado, 150 no apantallado		

Diagramas de cableado



① Alimentación de sensores 24 V DC

Figura A-7 CPU 1214C AC/DC/relé (6ES7 214-1BE30-0XB0)

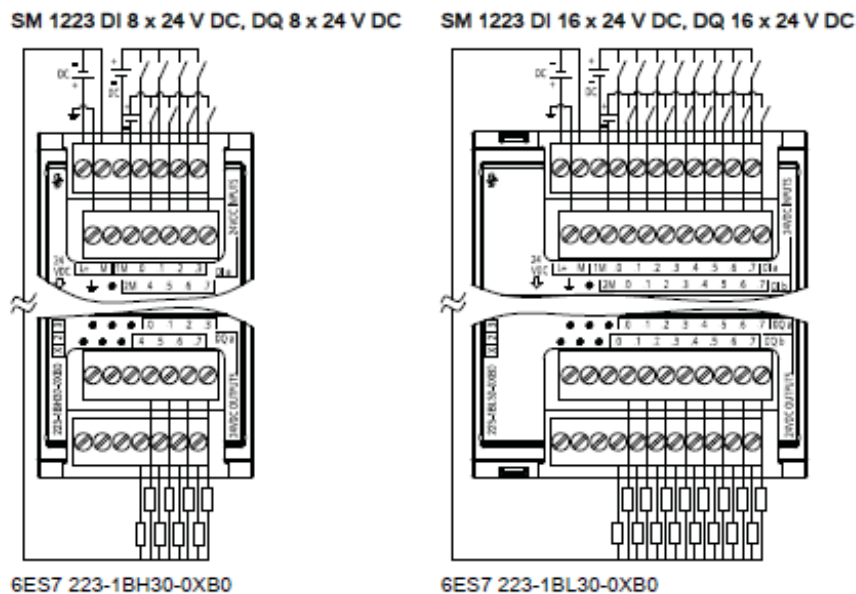


① Alimentación de sensores 24 V DC

Figura A-8 CPU 1214C DC/DC/relé (6ES7 214-1HE30-0XB0)

MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS SM 1234

A.4 Módulos de señales analógicas (SMs)



A.4 Módulos de señales analógicas (SMs)

A.4.1 Datos técnicos de los módulos de señales analógicas SM 1231, SM 1232, SM 1234

Datos técnicos			
Modelo	SM 1231 AI 4x13bit	SM 1231 AI 8x13bit	SM 1234 AI 4x13bit AQ 2x14bit
Referencia	6ES7 231-4HD30-0XB0	6ES7 231-4HF30-0XB0	6ES7 234-4HE30-0XB0
General			
Dimensiones A x A x P (mm)	45 x 100 x 75	45 x 100 x 75	45 x 100 x 75
Peso	180 gramos	180 gramos	220 gramos
Disipación de potencia	1,5 W	1,5 W	2,0 W
Consumo de corriente (bus SM)	80 mA	90 mA	80 mA
Consumo de corriente (24 V DC)	45 mA	45 mA	60 mA (sin carga)
Entradas analógicas			
Número de entradas	4	8	4
Tipo	Tensión o intensidad (diferencial): Seleccionable en grupos de 2		
Rango	±10 V, ±5 V, ±2,5 V ó 0 a 20 mA		

A.4 Módulos de señales analógicas (SMs)

Datos técnicos			
Modelo	SM 1231 AI 4x13bit	SM 1231 AI 8x13bit	SM 1234 AI 4x13bit AQ 2x14bit
Rango total (palabra de datos)	-27.648 a 27.648		
Rango de sobreimpulso/subimpulso (palabra de datos)	Tensión: 32.511 a 27.649 / -27.649 a -32.512 Intensidad: 32.511 a 27.649 / 0 a -4864 (Consulte Representación de entradas analógicas para tensión, representación de entradas analógicas para intensidad (Página 346))		
Rebase por exceso/defecto (palabra de datos)	Tensión: 32.767 a 32.512 / -32.513 a -32.768 Intensidad: 32.767 a 32.512 / -4865 a -32.768 (Consulte Representación de entradas analógicas para tensión, representación de entradas analógicas para intensidad (Página 346))		
Resolución	12 bits + bit de signo		
Tensión/intensidad de resistencia al choque máxima	±35 V / ±40 mA		
Alisamiento	Ninguno, débil, medio o fuerte (consulte los tiempos de respuesta de paso en Tiempos de respuesta de las entradas analógicas (Página 346))		
Rechazo de interferencias	400, 60, 50 ó 10 Hz (consulte las frecuencias de muestreo en Tiempos de respuesta de las entradas analógicas (Página 346))		
Impedancia	≥ 9 MΩ (tensión) / 250 Ω (intensidad)		
Aislamiento (campo a lógica)	Ninguno		
Precisión (25°C / 0 a 55°C)	±0,1% / ±0,2% de rango máximo		
Tiempo de conversión analógica/digital	625 μs (rechazo de 400 Hz)		
Rechazo en modo común	40 dB, DC a 60 Hz		
Rango de señales operativo	La tensión de señal más la tensión en modo común debe ser menor que +12 V y mayor que -12 V		
Longitud de cable (metros)	100 metros, trenzado y apantallado		
Diagnóstico			
Rebase por exceso/defecto	Sí ¹	Sí ¹	Sí ¹
Cortocircuito a tierra (sólo en modo de tensión)	No aplicable	No aplicable	Sí en las salidas
Rotura de hilo (sólo en modo de intensidad)	No aplicable	No aplicable	Sí en las salidas
24 V DC, baja tensión	Sí	Sí	Sí

¹ Si se aplica una tensión superior a +30 V DC o inferior a -15 V DC a la entrada, el valor resultante se desconocerá y es posible que no se active el rebase por exceso o por defecto correspondiente.

Datos técnicos			
Modelo	SM 1232 AQ 2x14bit	SM 1232 AQ 4x14bit	SM 1234 AI 4x13bit AQ 2x14bit
Referencia	6ES7 232-4HB30-0XB0	6ES7 232-4HD30-0XB0	6ES7 234-4HE30-0XB0
General			
Dimensiones A x A x P (mm)	45 x 100 x 75	45 x 100 x 75	45 x 100 x 75
Peso	180 gramos	180 gramos	220 gramos
Disipación de potencia	1,5 W	1,5 W	2,0 W

Datos técnicos

A.4 Módulos de señales analógicas (SMs)

Datos técnicos			
Modelo	SM 1232 AQ 2x14bit	SM 1232 AQ 4x14bit	SM 1234 AI 4x13bit AQ 2x14bit
Consumo de corriente (bus SM)	80 mA	80 mA	80 mA
Consumo de corriente (24 V DC)	45 mA (sin carga)	45 mA (sin carga)	60 mA (sin carga)
Salidas analógicas			
Número de salidas	2	4	2
Tipo	Tensión o intensidad		
Rango	±10 V ó 0 a 20 mA		
Resolución	Tensión: 14 bits; intensidad: 13 bits		
Rango total (palabra de datos)	Tensión: -27.648 a 27.648; intensidad: 0 a 27.648 (Consulte Representación de entradas analógicas para tensión y representación de entradas analógicas para intensidad) (Página 346)		
Precisión (25°C / 0 a 55°C)	±0,3% / ±0,6% de rango máximo		
Tiempo de estabilización (95% del nuevo valor)	Tensión: 300 µS (R), 750 µS (1 uF); intensidad: 600 µS (1 mH), 2 ms (10 mH)		
Impedancia de carga	Tensión: ≥ 1000 Ω; intensidad: ≤ 600 Ω		
Reacción al cambiar de RUN a STOP	Último valor o valor sustitutivo (valor predeterminado: 0)		
Aislamiento (campo a lógica)	Ninguna		
Longitud de cable (metros)	100 metros, trenzado y apantallado		
Diagnóstico			
Rebase por exceso/defecto	Sí	Sí	Sí ¹
Cortocircuito a tierra (sólo en modo de tensión)	Sí	Sí	Sí en las salidas
Rotura de hilo (sólo en modo de intensidad)	Sí	Sí	Sí en las salidas
24 V DC, baja tensión	Sí	Sí	Sí

¹ Si se aplica una tensión superior a +30 V DC o inferior a -15 V DC a la entrada, el valor resultante se desconocerá y es posible que no se active el rebase por exceso o por defecto correspondiente.

Tiempos de respuesta de las entradas analógicas

Respuesta de paso de los módulos analógicos SM (en ms)				
0V a 10V medido a 95%				
Selección de alisamiento	Frecuencia de rechazo			
	400 Hz	60 Hz	50 Hz	10 Hz
Ninguno	4	18	22	100
Débil	9	52	63	320
Medio	32	203	241	1200
Fuerte	61	400	483	2410
Frecuencia de muestreo				
• 4 canales	• 0.625	• 4.17	• 5	• 25
• 8 canales	• 1.25	• 4.17	• 5	• 25

Respuesta de paso de entradas analógicas de la CPU (en ms)			
0V a 10V medido a 95%			
Selección de alisamiento	Frecuencia de rechazo		
	60 Hz	50 Hz	10 Hz
Ninguno	63	65	130
Débil	84	93	340
Medio	221	258	1210
Fuerte	424	499	2410
Frecuencia de muestreo	4.17	5	25

Representación de entradas analógicas para tensión

Sistema	Rango de medida de tensión						
Decimal	Hexadecimal	±10 V	±5 V	±2,5 V		0 a 10 V	
32767	7FFF	11,851 V	5,926 V	2,963 V	Rebase por exceso	11,851V	Rebase por exceso
32512	7F00						
32511	7EFF	11,759 V	5,879 V	2,940 V	Rango de sobreimpulso	11,759 V	Rango de sobreimpulso
27649	6C01						
27648	6C00	10 V	5 V	2,5 V	Rango nominal	10 V	Rango nominal
20736	5100	7,5 V	3,75 V	1,875 V		7,5 V	
1	1	361,7 µV	180,8 µV	90,4 µV		361,7 µV	
0	0	0 V	0 V	0 V		0 V	
-1	FFFF				Rango de subimpulso	Los valores negativos no se soportan	
-20736	AF00	-7,5 V	-3,75 V	-1,875 V			
-27648	9400	-10 V	-5 V	-2,5 V			
-27649	93FF						
-32512	8100	-11,759 V	-5,879 V	-2,940 V	Rebase por defecto		
-32513	80FF						
-32768	8000	-11,851 V	-5,926 V	-2,963 V			

Representación de entradas analógicas para intensidad

Sistema	Rango de medida de intensidad		
Decimal	Hexadecimal	0 mA a 20 mA	
32767	7FFF	23,70 mA	Rebase por exceso
32512	7F00		
32511	7EFF	23,52 mA	Rango de sobreimpulso
27649	6C01		
27648	6C00	20 mA	Rango nominal
20736	5100	15 mA	
1	1	723,4 nA	

A.4 Módulos de señales analógicas (SMs)

Sistema		Rango de medida de intensidad	
Decimal	Hexadecimal	0 mA a 20 mA	
0	0	0 mA	
-1	FFFF		Rango de subimpulso
-4864	ED00	-3,52 mA	
-4865	ECFF		Rebase por defecto
-32768	8000		

Representación de salidas analógicas para tensión

Sistema		Rango de salida de tensión	
Decimal	Hexadecimal	± 10 V	
32767	7FFF	V. nota 1	Rebase por exceso
32512	7F00	V. nota 1	
32511	7EFF	11,76 V	Rango de sobreimpulso
27649	6C01		
27648	6C00	10 V	Rango nominal
20736	5100	7,5 V	
1	1	361,7 μ V	
0	0	0 V	
-1	FFFF	-361,7 μ V	
-20736	AF00	-7,5 V	
-27648	9400	-10 V	
-27649	93FF		Rango de subimpulso
-32512	8100	-11,76 V	
-32513	80FF	V. nota 1	Rebase por defecto
-32768	8000	V. nota 1	

¹ . En una condición de rebase por exceso o por defecto, la reacción de las salidas analógicas corresponderá a las propiedades ajustadas en la configuración de dispositivos para el módulo de señales analógico. En el parámetro "Reacción a STOP de la CPU", seleccione: "Aplicar valor sustitutivo" o "Mantener último valor".

Representación de salidas analógicas para intensidad

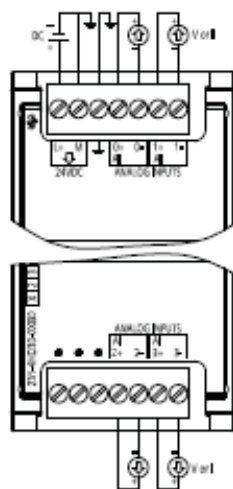
Sistema		Rango de salida de intensidad	
Decimal	Hexadecimal	± 20 mA	
32767	7FFF	V. nota 1	Rebase por exceso
32512	7F00	V. nota 1	
32511	7EFF	23,52 mA	Rango de sobreimpulso
27649	6C01		
27648	6C00	20 mA	Rango nominal
20736	5100	15 mA	
1	1	723,4 nA	

Sistema		Rango de salida de intensidad	
Decimal	Hexadecimal	± 20 mA	
0	0	0 mA	
-1	FFFF		Rango de subimpulso
-32512	8100		
-32513	80FF	V. nota 1	Rebase por defecto
-32768	8000	V. nota 1	

1. En una condición de rebase por exceso o por defecto, la reacción de las salidas analógicas corresponderá a las propiedades ajustadas en la configuración de dispositivos para el módulo de señales analógico. En el parámetro "Reacción a STOP de la CPU", seleccione: "Aplicar valor sustitutivo" o "Mantener último valor".

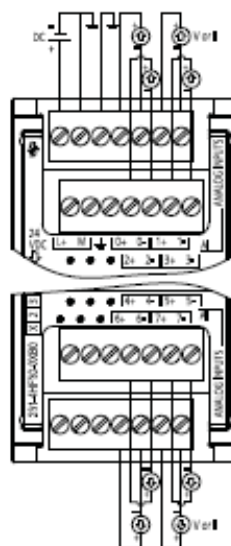
Diagramas de cableado

SM 1231 AI 4 x 13 bit



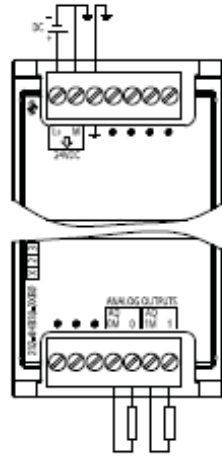
6ES7 231-4HD30-0XB0

SM 1231 AI 8 x 13 bit



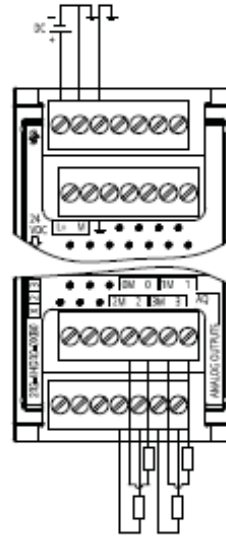
6ES7 231-4HF30-0XB0

SM 1232 AQ 2 x 14 bit



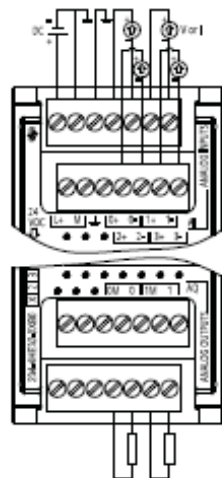
6ES7 232-4HB30-0XB0

SM 1232 AQ 4 x 14 bit



6ES7 232-4HD30-0XB0

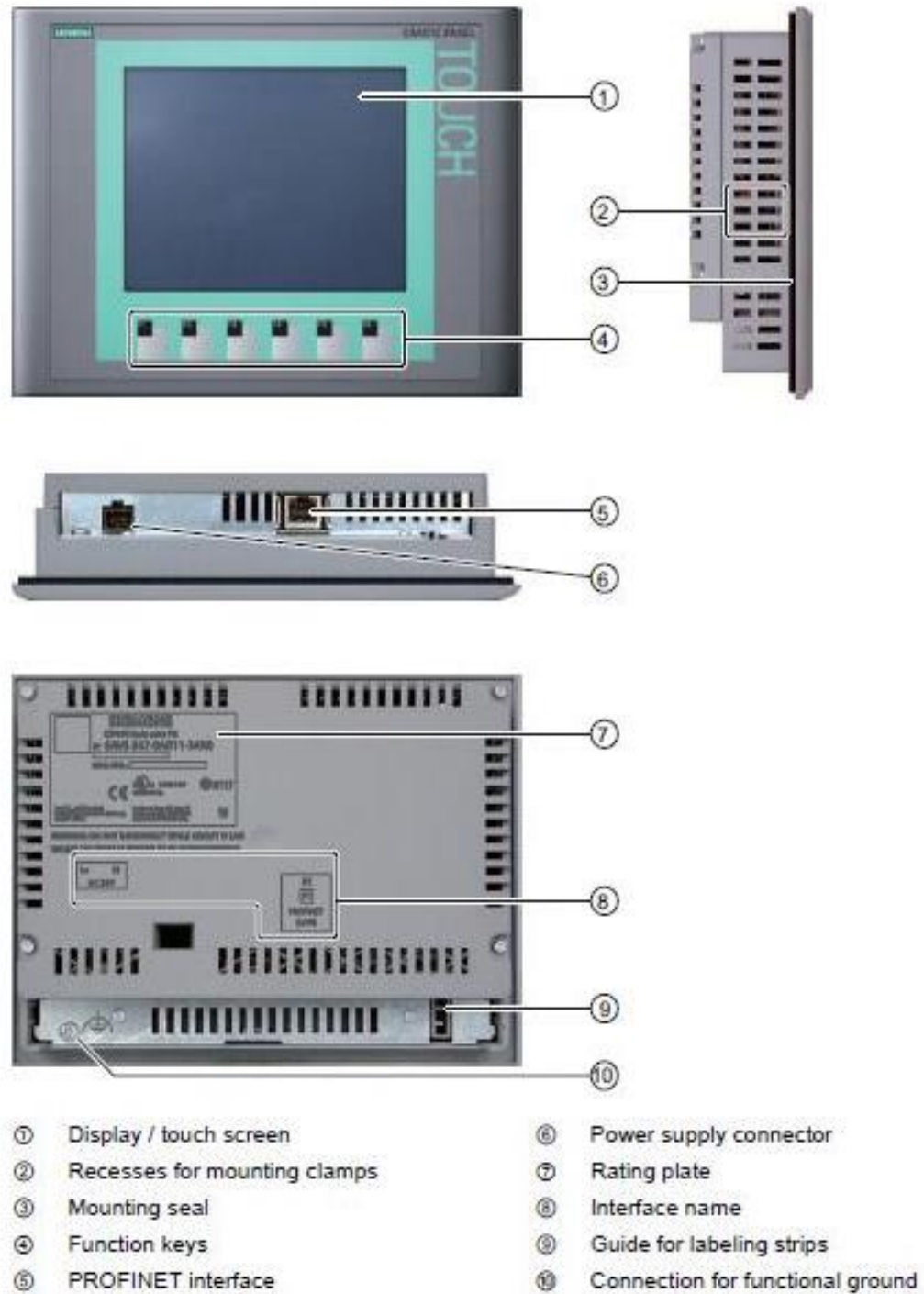
SM 1234 AI 4 x 13 bit / AQ 2 x 14 bit



6ES7 234-4HE30-0XB0

TOUCH PANEL KTP 600 PN BASIC

Design of the KTP600 PN Basic



Technical specifications (continued)

SIMATIC Basic Panel	KTP400 Basic mono PN	KTP600 Basic mono PN	KTP600 Basic color PN	KTP600 Basic color DP	KTP1000 Basic color PN	KTP1000 Basic color DP	TP1500 Basic color PN
Functionality under WinCC flexible (continued)							
Image elements							
• Text objects	500	500	500	500	500	500	500
• Graphics object	Bit maps, icons, icon (full-screen) vector graphics	Bit maps, icons, icon (full-screen) vector graphics	Bit maps, icons, icon (full-screen) vector graphics	Bit maps, icons, icon (full-screen) vector graphics	Bit maps, icons, icon (full-screen) vector graphics	Bit maps, icons, icon (full-screen) vector graphics	Bit maps, icons, icon (full-screen) vector graphics
• Dynamic objects	Diagrams, bar graphs, curve functions	Diagrams, bar graphs, curve functions	Diagrams, bar graphs, curve functions	Diagrams, bar graphs, curve functions	Diagrams, bar graphs, curve functions	Diagrams, bar graphs, curve functions	Diagrams, bar graphs, curve functions
Lists							
• Text lists	150	150	150	150	150	150	150
• Graphics list	100	100	100	100	100	100	100
• Libraries	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Security							
• Number of user groups	50	50	50	50	50	50	50
• Passwords exportable	32	32	32	32	32	32	32
• Number of users	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Data medium support							
• PC card	No	No	No	No	No	No	No
• CF card	No	No	No	No	No	No	No
• Multi Media card	No	No	No	No	No	No	No
Recording							
• Recording/printing	No	No	No	No	No	No	No
• Printer driver	No	No	No	No	No	No	No
Fonts							
• Keyboard fonts	US American (English)	US American (English)	US American (English)	US American (English)	US American (English)	US American (English)	US American (English)
Languages							
• Online languages	5	5	5	5	5	5	5
• Configuration languages	D, GB, F, I, E, CHN "traditional", CHN "simplified", DK, FIN, GR, J, KP / ROK, NL, N, PL, P, RUS, S, CZ / SK, TR, H	D, GB, F, I, E, CHN "traditional", CHN "simplified", DK, FIN, GR, J, KP / ROK, NL, N, PL, P, RUS, S, CZ / SK, TR, H	D, GB, F, I, E, CHN "traditional", CHN "simplified", DK, FIN, GR, J, KP / ROK, NL, N, PL, P, RUS, S, CZ / SK, TR, H	D, GB, F, I, E, CHN "traditional", CHN "simplified", DK, FIN, GR, J, KP / ROK, NL, N, PL, P, RUS, S, CZ / SK, TR, H	D, GB, F, I, E, CHN "traditional", CHN "simplified", DK, FIN, GR, J, KP / ROK, NL, N, PL, P, RUS, S, CZ / SK, TR, H	D, GB, F, I, E, CHN "traditional", CHN "simplified", DK, FIN, GR, J, KP / ROK, NL, N, PL, P, RUS, S, CZ / SK, TR, H	D, GB, F, I, E, CHN "traditional", CHN "simplified", DK, FIN, GR, J, KP / ROK, NL, N, PL, P, RUS, S, CZ / SK, TR, H
• Fonts	WinCC flexible Standard, symbol languages	WinCC flexible Standard, symbol languages	WinCC flexible Standard, symbol languages	WinCC flexible Standard, symbol languages	WinCC flexible Standard, symbol languages	WinCC flexible Standard, symbol languages	WinCC flexible Standard, symbol languages
Transfer (Upload/Download)							
	Ethernet, automatic transfer recognition	Ethernet, automatic transfer recognition	Ethernet, automatic transfer recognition	MPI/PROFIBUS DP, automatic transfer recognition	Ethernet, automatic transfer recognition	MPI/PROFIBUS DP, automatic transfer recognition	Ethernet, automatic transfer recognition
Process coupling							
• Connection to controller	S7-200, S7-300/400, WinAC see "System interfaces"	S7-200, S7-300/400, WinAC see "System interfaces"	S7-200, S7-300/400, WinAC see "System interfaces"	S7-200, S7-300/400, WinAC, Allen Bradley (DF1), Modicon (Modbus), see "System interfaces"	S7-200, S7-300/400, WinAC see "System interfaces"	S7-200, S7-300/400, WinAC, Allen Bradley (DF1), Modicon (Modbus), see "System interfaces"	S7-200, S7-300/400, WinAC see "System interfaces"

Technical specifications (continued)

SIMATIC Basic Panel	KTP400 Basic mono PN	KTP600 Basic mono PN	KTP600 Basic color PN	KTP600 Basic color DP	KTP1000 Basic color PN	KTP1000 Basic color DP	TP1500 Basic color PN
Functionality under WinCC flexible (continued)							
Expandability/ openness							
• Open Platform Program	No	No	No	No	No	No	No
Dimensions							
Front of enclosure (W x H) in mm	140 x 116	214 x 158	214 x 158	214 x 158	335 x 275	335 x 275	400 x 310
Mounting cutout/ Device depth (W x H/D) in mm	123 x 99 / 40	197 x 141 / 44	197 x 141 / 44	197 x 141 / 44	310 x 248 / 60	310 x 248 / 60	367 x 289 / 59.9
Weights							
Weight (kg)	0.32	1.07	1.07	1.07	2.65	2.65	4.2

FUENTE SIEMENS

SIEMENS

hoja de datos del producto

6EP1332-1SH43

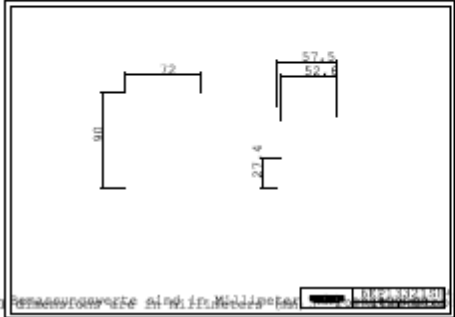


LOGO!POWER 24 V FUENTE ALIMENT. ESTABILIZADA
 ENTRADA: AC 100-240 V (DC 110-300 V) SALIDA: DC 24
 V/2,5 A

Datos técnicos	
Producto	LOGO!Power
Fuente de alimentación, tipo	24 V/2,5 A
Entrada	
Entrada	AC monofásica o DC
Tensión nominal U_e nom/mín.	100 ... 240 V
Rango de tensión/mín.	85 ... 264 V
Tensión de entrada / con DC	110 ... 300 V
Entrada de rango amplio	SI
Resistencia a sobretensiones	2,3 x U_e nom, 1,3 ms
Respaldo de red con la nom, mín.	40 ms
Respaldo de red	Con $U_e = 187$ V
Frecuencia nominal de red/1	50 / 60 Hz
Rango de frecuencia de red/mín.	47 ... 63 Hz
Intensidad de entrada/con valor nominal de la tensión de entrada 120 V/valor nominal	1,22 A
Intensidad de entrada/con valor nominal de la tensión de entrada 230 V/valor nominal	0,66 A
Limitación de la intensidad de conexión (+ 25 °C), máx.	46 A
Pt, máx.	3 A ² s
Fusible de entrada Incorporado	Interno

Protección del cable de red (IEC 898)	Interruptor magnetotérmico recomendado: a partir de 16 A, característica B o a partir de 10 A, característica C
Salida	
Salida	Tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente
Tensión nominal U_s nom DC	24 V
Tolerancia total, estática \pm	3 %
Compens. estática variación de red, aprox.	0,1 %
Compens. estática variación de carga, aprox.	1,5 %
Ondulación residual entre picos, máx.	200 mV
Ondulación residual entre picos, tip.	10 mV
Spikes entre picos, máx. (ancho de banda aprox. 20 MHz)	300 mV
Spikes entre picos, tip. (ancho de banda aprox. 20 MHz)	50 mV
Rango de ajuste/min.	22,2 ... 26,4 V
Función del producto/tensión de salida ajustable	SI
Ajuste de la tensión de salida	Mediante potenciómetro
Pantalla normal	LED verde para tensión de salida O. K.
Comportamiento al conectar/desconectar	Sin rebase transitorio de U_a (arranque suave)
Retardo de arranque, máx.	0,5 s
Subida de tensión, tip.	10 ms
Intensidad nominal I_a nom	2,5 A
Rango de intensidad	0 ... 2,5 A
• Observación	2,5 A a +55 °C, 1,7 A a +70 °C
Potencia activa entregada/típica	60 W
Posibilidad de conex. en paralelo para aumento de potencia	SI
Número de equipos conectables en paralelo para aumentar la potencia, unidades	2
Rendimiento	
Rendimiento con U_a nominal, I_a nominal, aprox.	88 %
Pérdidas con U_a nom, I_a nom, aprox.	8 W
Regulación	
Compens. dinám. variación de red (U_e nom \pm 15%), máx.	0,2 %
Compens. dinám. variación de carga (I_a : 10/90/10%), U_a \pm tip.	2 %
Tiempo de recuperación escalón de carga 10 a 90%, tip.	1 ms
Tiempo de recuperación escalón de carga 90 a 10%, tip.	1 ms
Protección y vigilancia	
Protección sobretensión en salida	SI, según EN 60950
Limitación de intensidad, tip.	3,3 A
Propiedades de la salida/resistente a cortocircuitos	SI
Prot. contra cortocircuito	Característica de Intensidad constante
Intensidad de cortocircuito sostenido/valor eficaz/máxima	4,8 A

Señalización de sobrecarga/cortocircuito	-
Seguridad	
Aislamiento galvánico primario/secundario	SI
Aislamiento galvánico	Tensión de salida MBTS/SELV Us según EN 60950-1 y EN 50178
Clase de protección	Clase II (sin conductor de protección)
Marcado CE	SI
Homologación UL/CSA	SI
Aprobación UL/cUL (CSA)	cULus-Listed (UL 508, CSA C22.2 No. 107.1), File E197259; cURus-Recognized (UL 60950, CSA C22.2 No. 60950), File E151273
Protección contra explosiones	ATEX (EX) II 3G Ex nA IIC T3; cCSAus (CSA E60079, UL 60079), Class I, Div. 2, Group ABCD, T4
Homologación FM	Class I, Div. 2, Group ABCD, T4
Homologación CB	SI
Homologación para la construcción naval	GL, ABS, DNV, LRS (BV en preparación)
Grado de protección (EN 60529)	IP20
CEM	
Emisión de Interferencias	EN 55022 clase B
Limitación de armónicos en red	No aplicable
Inmunidad a Interferencias	EN 61000-6-2
Datos de servicio	
Temperatura ambiente/durante la operación/valor inicial	-20 ... +70 °C
• Observación	Con convección natural
Temperatura ambiente/durante el transporte/valor inicial	-40 ... +85 °C
Temperatura ambiente/durante el almacenamiento/valor inicial	-40 ... +85 °C
Clase de humedad según EN 60721	Clase climática 3K3, sin condensación
Mecánica	
Sistema de conexión	conexión por tornillo
Conexiones/entrada de red	L, N: 1 borne de tornillo resp. para 0,5 ... 2,5 mm ² monofilar/flexible
Conexiones/salida	+, -: 2 bornes de tornillo resp. para 0,5 ... 2,5 mm ²
Conexiones/contactos auxiliares	-
Ancho/de la caja	72 mm
Altura/de la caja	90 mm
Profundidad/de la caja	55 mm
Ancho de montaje	72 mm
Altura de montaje	130 mm
Peso aprox.	0,25 kg
Característica del producto/de la carcasa/carcasa disponible en hilera	SI
Tipo de fijación/montaje en pared	No
Tipo de fijación/montaje en perfil normalizado	SI

Tipo de fijación/montaje en perfil soporte S7-300	No
Montaje	Sobre perfil normalizado EN 60715 35x7,5/15 por abroche
notas adicionales	Siempre que no se diga lo contrario, son aplicables todos los datos para la tensión nominal de entrada y una temperatura ambiente de +25 °C
	

letzte Änderung:

10-sep-2012

TRANSMISOR DE FLUJO GF SIGNET 8550

Signet 8550-1 Transmisor de flujo

Spanish



3-8550.090-1 Rev. L 6/06 Spanish



¡ADVERTENCIA!

- Desenchufar la unidad antes de instalar el cableado de las conexiones de entrada y salida.
- Seguir estrictamente las instrucciones de seguridad para evitar lesiones personales

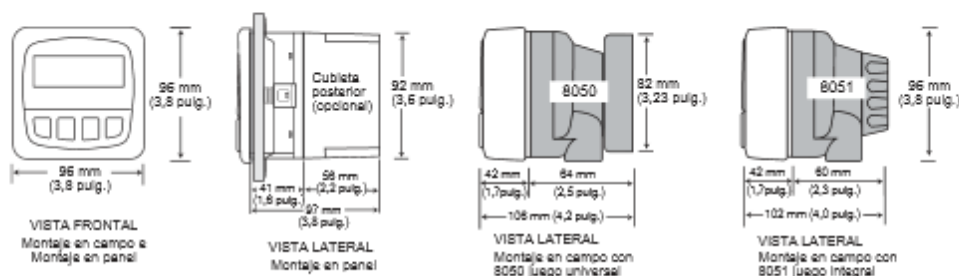
Contenido

- Especificaciones
- Instalación
- Conexiones eléctricas
- Funciones del menú



1. Especificaciones

Dimensions



Generales

Compatibilidad: Sensores de flujo con salida de frecuencia

Exactitud:

Cubierta:

- Clasificación: NEMA 4X/IP65 (frontal)
- Caja: PBT
- Empaquetadura: Neoprene
- Ventana: policarbonato revestido con poliuretano
- Teclado: caucho de silicona, 4 teclas, obturado
- Peso: aproximadamente 325 g (12 onzas)

Pantalla:

- Pantalla de cristal líquido, caracteres alfanuméricos 2 x 16
- Tasa de actualización: 1 segundo
- Contraste: a selección del usuario, cinco niveles
- Precisión: $\pm 0.5\%$ de la lectura a 25°C
- Desviación por sensibilidad térmica: 0.005% de la lectura por °C

Eléctricas

- Energía: 12 a 24 V CC $\pm 10\%$, regulada, 61 mA máx.

Entrada del sensor:

- Límites: 0,5 - 1500 Hz
- Energía del sensor: 2 alambres: 1,5 mA a 5 V CC $\pm 1\%$
3 ó 4 alambres: 20 mA a 5 V CC $\pm 1\%$
- Aislamiento óptico de la corriente del lazo
- Protección contra cortocircuitos

Salida de corriente:

- 4 - 20 mA, aislada, totalmente ajustable y reversible
- Máxima impedancia de lazo: 50 Ω máx. a 12 V
325 Ω máx. a 18 V
600 Ω máx. a 24 V
- Tasa de actualización: 100 ms
- Exactitud: $\pm 0,03$ mA

Salida de colector abierto:

- 50 mA (colector o fuente), voltaje de elevación: 30 VCC (máx.)
- Ajustes de funcionamiento:
 - Alto o Bajo punto establecido con histéresis ajustable
 - Impulso basado en el volumen de fluido
 - Máxima velocidad de pulso: 300 pulsos/min

Especificaciones ambientales

- Temperatura de funcionamiento: 10 a 70°C (14 a 158°F)
- Temperatura de almacenamiento: 15 a 60°C (5 a 176°F)
- Humedad relativa: 0 a 95 %, sin condensación
- Altitud máxima: 2000 m (6562 pies)
- Categoría de aislamiento: II
- Grado de contaminación: 2

Normas y certificados de aprobación

- Certificaciones CE, UL
- Inmunidad y Emisiones: EN 61326
- Fabricado bajo las normas ISO 9001 e ISO 14001

2. Instalación

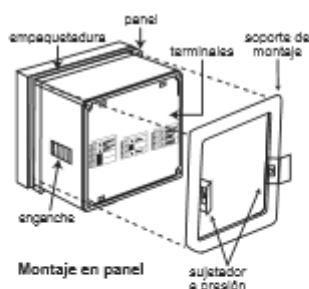
Los transmisores ProcessPro están disponibles en dos estilos: montaje en panel y montaje en campo. El montaje en panel se suministra con los componentes necesarios para instalar el transmisor. Este manual contiene las instrucciones completas para el montaje en panel.

El montaje en campo requiere uno de dos juegos de montaje: el juego integral 3 8051, que permite integrar el sensor al instrumento para formar un solo sistema; y el juego universal 3 8050, que facilita la instalación del transmisor en prácticamente cualquier sitio.

El juego integral 3 8051 o el juego universal 3 8050 están acompañados de instrucciones detalladas para el montaje integral u otras opciones de instalación en campo.

2.1 Instalación del panel

1. El transmisor de montaje en panel está diseñado para instalarse con un punzón de $\frac{1}{8}$ DIN. A fin de facilitar el recorte manual del panel, se proporciona una plantilla adhesiva para utilizarla como guía de instalación. Se recomienda dejar una distancia de separación entre instrumentos (para todos los lados) de 2,5 cm (1 pulg.).
2. Colocar la empaquetadura en el instrumento e instalarla en el panel.
3. Deslizar el soporte de montaje en la parte posterior del instrumento hasta que los sujetadores a presión encajen en los enganches situados a los lados del instrumento.
4. Para desmontar, afianzar el instrumento temporalmente colocándole una cinta al frente o sujetándolo por la parte posterior. NO AFLOJAR. Presionar los sujetadores a presión hacia afuera y retirar la unidad.



3. Conexiones eléctricas



Precaución: Es necesario abrir completamente las mordazas de los terminales antes de sacar los alambres. El no hacerlo puede causar daños permanentes al instrumento.

Procedimiento de cableado

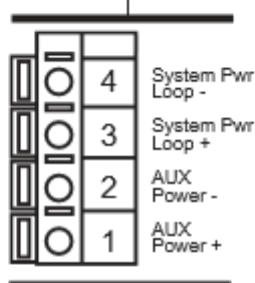
1. Pelar aproximadamente de 13 a 16 mm (0.5 a 0.625 pulg.) de aislamiento del extremo del alambre.
2. Con un destornillador pequeño, empujar hacia abajo la palanca del terminal naranja para abrir las mordazas del terminal.
3. Introducir el extremo del alambre expuesto (no aislado) en el agujero del terminal hasta que llegue al tope.
4. Aflojar la palanca del terminal naranja para fijar el alambre. Tirar cuidadosamente de cada alambre para asegurarse de que haya una buena conexión.



Procedimiento de desmontaje del cableado

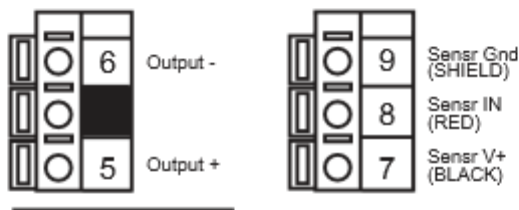
1. Con un destornillador pequeño, empujar hacia abajo la palanca del terminal naranja para abrir las mordazas del terminal.
2. Una vez abiertas las mordazas totalmente, sacar el alambre del terminal.

Terminales 1-2: Potencia de lazo
Potencia del sistema y conexiones de corriente del lazo: 12 24 V CC \pm 10%.
Máxima impedancia de lazo:
50 Ω máx. a 12 V
325 Ω máx. a 16 V
800 Ω máx. a 24 V

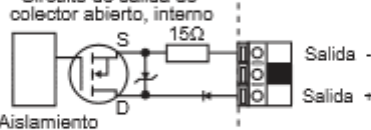


Terminales 1-2: AUXILIAR Potencia
Se utiliza únicamente si el sensor de flujo requiere una corriente mayor de 1.5 mA. Para los sensores Signet, esto se limita a los siguientes productos:
• 2000 • 2507 • 2551
• Entrada de colector abierto

Terminales 7-9: Entrada del sensor de flujo



Circuito de salida de colector abierto, interno

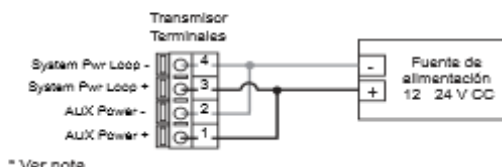


Terminales 5-6: Salida de colector abierto:

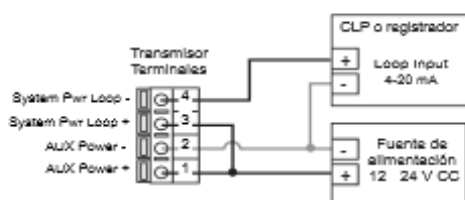
- Una salida de transistor programable como:
- Alto o Bajo punto establecido con histéresis ajustable
- Impulso basado en el volumen de fluido
- Frecuencia basada en la señal del sensor de flujo
- Máxima velocidad de pulso: 300 pulsos/min
- La salida pueden desactivarse si no se utilizan.

3.1 Energía del sistema/Conexiones de lazo

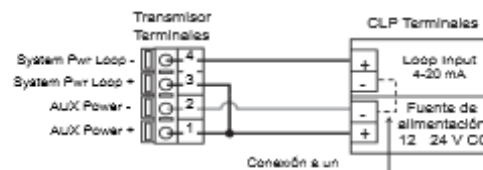
Aplicación independiente, sin lazo de corriente



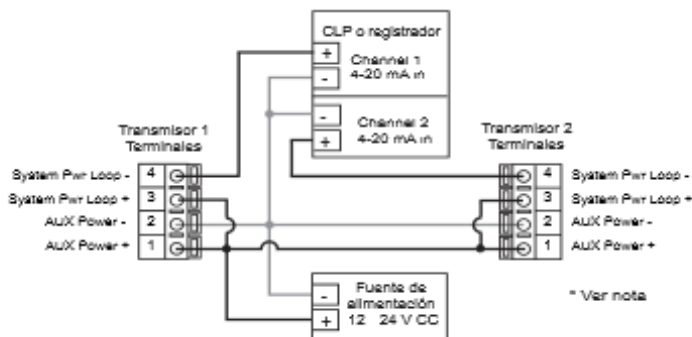
Conexión a un CLP/registrador, alimentación separada



Conexión a un controlador lógico programable (CLP) con fuente de alimentación incorporada



Ejemplo. dos transmisores conectados a un CLP/registrador con fuente de alimentación separada



AUXILIAR Potencia

- Se utiliza únicamente si el sensor de flujo requiere una corriente mayor de 1.5 mA.
- Para los sensores Signet, esto se limita a los siguientes productos:
- 2000, 2507, 2551, Entrada de colector abierto

3.2 Conexiones de entrada del sensor

Sugerencias para instalar el cableado:

- Mantener el cable del sensor alejado de conductos que contengan líneas de energía eléctrica de CA. El ruido eléctrico podría alterar la señal del sensor.
- Para evitar riesgos de ruidos eléctricos y daños mecánicos, se recomienda colocar el cable del sensor en un conducto metálico conectado a tierra.
- Obturar los puntos de entrada del cable para impedir daños por humedad.
- Se debe insertar un solo cable en un terminal. Empalmar los cables dobles fuera del terminal.

La longitud máxima del cable es 60 m (200 pies) para 515/8510 XX, 525, 2517 y cualquier señal de flujo sinusoidal.



La longitud máxima del cable es 300 m (1000 pies) para 2538/8512 XX, 2540 vórtice y cualquier señal de flujo de colector abierto.



Terminales	No AUXILIAR Potencia	AUXILIAR Potencia
Sensor Gnd (SHIELD) 9	515/3 8510 XX	2000
Sensor IN (RED) 8	525	2507
Sensor V+ (BLACK) 7	2100	2551
	2517	Entrada de colector abierto
	2538/3 8512 XX	
	2540/	
	7000 Vortex	

Signet 8550 1 Transmisor de flujo

+GF+

3.3 Salida de colector abierto

La salida de colector abierto puede utilizarse como un conmutador que responde cuando el caudal sobrepasa un punto establecido o cae por debajo del mismo, o puede utilizarse para generar un impulso que es relativo al volumen de flujo (IMPULSO) o al caudal (FRECUENCIA).

Baja punto establecido:

La salida se activa cuando el caudal es inferior al punto establecido. La salida se relaja cuando el caudal sobrepasa el punto establecido más el valor de histéresis.

Alta punto establecido:

La salida se activa cuando el caudal es superior al punto establecido. La salida se relaja cuando el caudal cae por debajo del punto establecido más el valor de histéresis.

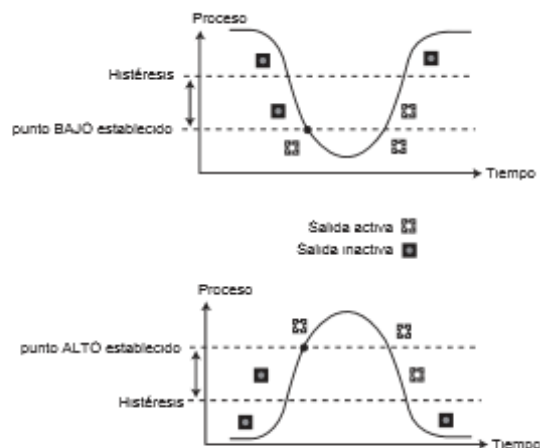
Frecuencia

La salida es una corriente de impulsos basada en la señal del sensor de flujo de entrada. Cuando se fija en 1, frecuencia de entrada = frecuencia de salida. Se fija en números pares (2, 4, 6, 8 . . . 254 [máximo]) para variar la frecuencia de salida.

Impulso

La salida es un impulso basado en el volumen de fluido que pasa por el sensor. Seleccionar cualquier valor entre 0.0001 y 99999.

La salida puede deshabilitarse cuando no se utilice.



Menú de INFORMACIÓN:

- Durante la operación normal, el ProcessPro presenta el menú de INFORMACIÓN (VIEW).
- Cuando se utilizan los menús de CALIBRACIÓN (CALIBRATE) u OPCIONES (OPTIONS), el ProcessPro regresará al menú de INFORMACIÓN si no hay ninguna actividad durante 10 minutos.
- Para seleccionar el elemento que se desee visualizar, se deben apretar las teclas ARRIBA o ABAJO. Los elementos aparecerán en un lazo continuo.
- Al cambiar la selección de la pantalla no se interrumpen las operaciones del sistema.
- No se requiere un código de acceso para cambiar la pantalla.
- Los ajustes de salida no pueden modificarse desde el menú de INFORMACIÓN.



Menú de información

Pantalla	Descripción
0.0 GPM Total: 12345678 >	Monitorizar el caudal y el totalizador reinicializable. Apretar la tecla FLECHA DERECHA para reiniciar el totalizador. Si el interruptor de Reinicio está trabado, es necesario ingresar primero el código de llave. Trabrar o destrabar el totalizador desde el menú de OPCIONES. Ésta es la pantalla de Información permanente.
Perm: 12345678 Gallons	Monitorizar el valor del totalizador permanente.
Loop Output: 12.00 mA	Monitorea las salida del lazo.
Last CAL: 4-20-06	Muestra la fecha programada para el mantenimiento o la fecha de la última calibración.



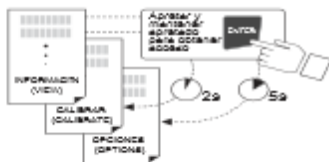
Esta pantalla es temporal. La pantalla permanente volverá después de 10 minutos.

Procedimiento de modificación del ProcessPro:

- Paso 1. Apretar y mantener la tecla ENTER (ENTRAR):**
- 2 segundos para seleccionar el menú de CALIBRACIÓN
 - 5 segundos para seleccionar el menú de Opciones
- Paso 2. Código de acceso: teclas ARRIBA-ARRIBA-ARRIBA-ABAJO (en secuencia).**
- Después de ingresar el código de acceso, la pantalla mostrará el primer elemento en el menú seleccionado.
- Paso 3. Recorrer el menú con las teclas ARRIBA o ABAJO.**
- Paso 4. Apretar la tecla FLECHA DERECHA para seleccionar un elemento del menú que desee modificarse.**
- Comenzará a destellar el primer elemento de la pantalla.
- Paso 5. Apretar las teclas ARRIBA o ABAJO para modificar el elemento que destella.**
- Apretar la FLECHA DERECHA para avanzar el elemento que destella.
- Paso 6. Apretar la tecla ENTER para guardar el nuevo ajuste y regresar al paso 3.**

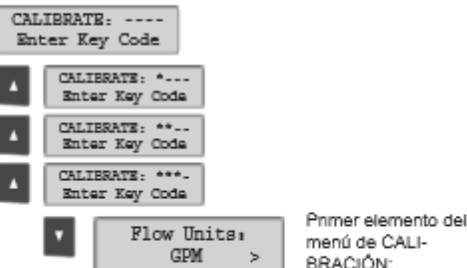
Notas sobre el paso 1:

- Normalmente se muestra el menú de Información.
- Los menús de CALIBRACIÓN y Opciones requieren un CÓDIGO DE ACCESO.



Notas sobre el paso 2:

Si no se aprieta ninguna tecla durante 5 minutos mientras la pantalla muestra el mensaje "Enter Key Code" (Ingresar código de acceso), la pantalla regresará al menú de información.



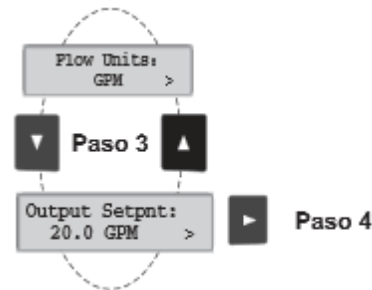
Notas sobre los pasos 3 y 4:

- En las págs. 6 y 7 se encuentra una lista completa de los elementos del menú y su función.
- Desde la pantalla del paso 3, apretar simultáneamente las teclas ARRIBA y ABAJO para regresar al menú de INFORMACIÓN.
- La pantalla también regresará al menú de INFORMACIÓN si no se aprieta ninguna tecla durante 10 minutos.



Paso 3: ¿Cambios listos?

Después de guardar el último ajuste, apretar simultáneamente las teclas ARRIBA y ABAJO para regresar a operación normal.

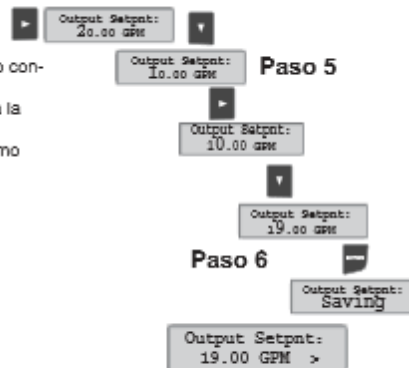


Notas sobre los pasos 5 y 6:

- Todas las funciones de salida permanecen activas durante la modificación.
- Sólo se puede modificar el elemento que destella.
- Al apretar la FLECHA DERECHA se avanza el elemento que destella en un lazo continuo.
- El valor modificado se hace efectivo inmediatamente después de que se aprieta la tecla ENTER.
- Si no se aprieta ninguna tecla durante 10 minutos, la unidad restablecerá el último valor guardado y regresará al paso 3.
- Al apretar la tecla ENTER (paso 6) la unidad siempre regresa al paso 3.
- Repetir los pasos 3 a 6 hasta finalizar todos los cambios necesarios.

Paso 5: Si se comete un error...

Apretar simultáneamente las teclas ARRIBA y ABAJO mientras cualquier elemento esté destellando. Así se recobrará el último valor guardado del elemento que se esté modificando, y la unidad regresará al paso 3.



Menú de calibración

Pantalla Se muestran las configuraciones de la fábrica	Descripción
Flow Units: GPM >	Los primeros tres caracteres establecen las unidades de medición del caudal. No afectan los cálculos, y pueden ser cualquier carácter alfanumérico, en mayúsculas o minúsculas. El último carácter establece la base de tiempo del caudal. Seleccionar S (segundos), M (minutos), H (horas) o D (días).
Flow K-Factor: 60 >	Este ajuste le indica al transmisor cómo convertir la frecuencia de entrada del sensor de flujo en un caudal. El factor K es exclusivo según el modelo del sensor y el tamaño y el espesor de pared (schedule) de la tubería. Para determinar el valor correcto, consultar los datos publicados en el manual del sensor. Límites: 0.0001 a 99999 (el factor K no se puede fijar en 0).
Total Units: Gallons >	Este ajuste identifica las unidades del totalizador. No afecta ningún cálculo, y sirve sólo como etiqueta. Se puede emplear cualquier carácter alfanumérico, en mayúsculas o minúsculas.
Total K-Factor 60 >	Este ajuste le indica al transmisor cómo convertir la frecuencia de entrada del sensor de flujo en un total volumétrico. También se utiliza como la base para el modo de impulso del colector abierto. Usualmente el ajuste es el mismo que el del factor K de flujo, o puede diferir en un factor x10 o x100. Límites: 0.0001 a 99999 (el factor K no se puede fijar en 0).
Loop Range: GPM 000.00 – 100.00 >	Seleccionar los valores mínimos y máximos para la salida del lazo de corriente de 4 20 mA. El 8550 acepta cualquier valor desde 0.0000 hasta 99999.
Output Mode: Low >	Seleccionar el modo de operación para esta salida de colector abierto: APAGADO, ALTO o BAJO punto establecido, PULSO o FRECUENCIA (Máxima velocidad de pulso: 300 pulsos/min)
Output Setpnt: 10.0 GPM >	Si la salida de colector abierto está en modo de Alto o Bajo: La salida de colector abierto será activada cuando el valor llegue a este punto. Este ajuste deberá modificarse si se cambian las unidades de la escala.
Output Hys: 5.0 GPM >	La salida de colector abierto será desactivada en el punto establecido ± histéresis (según la selección de Alto o Bajo)
Output Volume: 100.00 Gallons >	En el modo de impulso, la salida del colector abierto generará un impulso cuando este volumen de flujo pase por el sensor. La medición se basa en el factor K total. El 8550 acepta cualquier valor desde 0.0001 hasta 99999.
Output PlsWdth: 0.1 Seconds >	En el modo de impulso, este ajuste define la duración del impulso de salida del colector abierto. El 8550 acepta cualquier valor desde 0.1 hasta 999.9 segundos.
Output Freq.: Divide by 1 >	En el modo de frecuencia, la salida del colector abierto simula la frecuencia del sensor, dividida por este ajuste. Si se fija en 1, frecuencia de entrada = frecuencia de salida. Se puede fijar para números pares (2, 4, 8, 8 . . . 254 [máximo]) para variar la frecuencia de salida.
Last CAL: 04-20-06	Emplear esta "libreta" para anotar fechas importantes, tales como las fechas de rectificación anual o de mantenimiento.

Menú opciones

Pantalla	Descripción
Se muestran las configuraciones de la fábrica.	
Contrast: 3 >	Ajustar el contraste de la pantalla de LCD para optimizar la visión de la misma. El contraste aumenta de 1 a 5. En general, se debe seleccionar un contraste bajo si la pantalla está en un entorno de temperaturas cálidas.
Flow Decimal ***** >	Fijar el "decimal" a la mejor resolución de la aplicación en particular. La pantalla adoptará automáticamente la escala adecuada para esta restricción. Seleccionar *****, *****, ***, **, * or *.
Total Decimal *****. ** >	Fijar el decimal del totalizador a la mejor resolución de la aplicación particular. Select *****, *****, **, or *.
Averaging: Off >	El ajuste APAGADO suministra la respuesta más instantánea a cambios en la variable del proceso. Ésta es la opción preferida en sistemas caracterizados por una medición muy estable. Seleccionar 8 s, 20 s, 50 s o 120 s si la variable del proceso pasa por fluctuaciones frecuentes o extremas.
Sensitivity 0 >	
Total Reset: Lock Off >	Trabado: Se debe ingresar el código de llave para reiniciar el totalizador reiniciable. Destrabado: No se requiere ingresar códigos de llave para reiniciar el totalizador reiniciable.
Loop Adjust: 4.00 mA >	Ajustar la salida de corriente mínima y máxima. El valor de pantalla representa la salida de corriente precisa. Límites del ajuste: • 3.80 mA < 4.00 mA > 5.00 mA • 19.00 mA < 20.00 mA > 21.00 mA Utilizar este ajuste para equiparar la salida del sistema a cualquier dispositivo externo.
Loop Adjust: 20.00 mA >	
Output Active: Low >	ALTO activo: Este ajuste se emplea para encender un dispositivo (bomba, válvula) en el punto establecido. BAJO activo: Este ajuste se emplea para apagar un dispositivo en el punto establecido.
Test Loop: >	Apretar las teclas ARRIBA y ABAJO para ordenar manualmente cualquier valor de corriente de salida desde 3.8 mA a 21.00 mA para probar el lazo de salida.
Test Output: >	Apretar las teclas ARRIBA y ABAJO para alternar manualmente entre los estados de salida del colector abierto.

***** Sin PROMEDIADO, sin SENSIBILIDAD

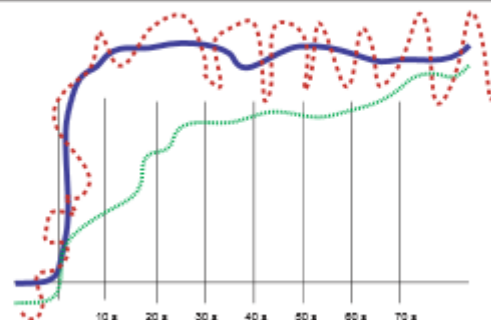
Si se fija el PROMEDIADO en 0 (cero), la SENSIBILIDAD no tendrá efecto alguno y el caudal puede ser muy inestable. Esto hará que las señales de salida respondan de manera irregular.

***** Sólo PROMEDIADO

Si se fija el PROMEDIADO en 60 segundos y la SENSIBILIDAD en 100 %, el caudal se estabilizará, pero un cambio drástico del caudal no aparecerá antes de 60 segundos o más. Esto puede causar problemas del sistema si uno de los puntos establecidos de la operación está dentro de este intervalo.

— PROMEDIADO y SENSIBILIDAD

Si se fija el PROMEDIADO en 50 segundos y la SENSIBILIDAD en un 6, el caudal se estabilizará pero los cambios repentinos del caudal se reflejarán rápidamente.



NOTA: La función de SENSIBILIDAD será ineficaz si se fija la función de PROMEDIADO en cero (segundos).

SENSOR DE FLUJO DE RUEDA DE PALETAS GF SIGNET 8510

+GF+ SIGNET 515/2536 Sensor de Flujo de Rueda de Paletas, Rotor-X

ESPAÑOL



3-0515_090



D (2/03) Spanish

¡ADVERTENCIA!



INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

1. Despresurizar el sistema y ventilarlo antes de instalar o desmontar este producto.
2. Confirmar la compatibilidad química antes de utilizar este producto.
3. No exceder los valores máximos especificados de temperatura y presión.
4. Utilizar gafas de seguridad y careta durante los procedimientos de instalación y servicio.
5. No modificar el montaje del producto.



1. Especificaciones

General Data

Margen de Velocidad de Flujo:	515: 0,3 a 6 m/s (1 a 20 pies/s) 2536: 0,1 a 6 m/s (0,3 a 20 pies/s)
Margen de Tamaño de Tubo:	DN15 a DN1000 (0,5 a 36 pulg.)
Capacidad lineal:	±1% de margen completo
Capacidad de repetición:	±0,5% de margen completo
Longitud de Cable:	7,6 m (25 pulg.) estándar

Tipo de cable:	515: 60 m (200 pulg.) máximo
	2536: 305 m (1000 pulg.) máximo

Cable blindado trenzado de dos conductores (22 AWG)

Número mínimo de Reynolds requerido: 4500

Material de la tapa:	Polipropileno con relleno de vidrio
515:	Rojo
2536:	Azul

Materiales mojados:

- Cuerpo del sensor: Polipropileno relleno de vidrio (negro) o PVDF (natural)
- Juntas tóricas (señal "O"): FPM-Viton® (estándar) o EPDM o FFKM-Kalrez®
- Pasador: Titanio o Hasteloy-C o PVDF; (hay disponibilidad de otros materiales opcionales)
- Rotor: PVDF negro o PVDF natural; opcional: Teflon® con o sin manguito de Fluorobly B®

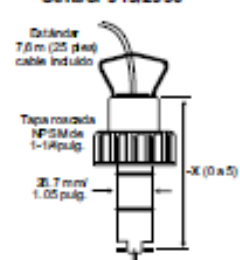
Peso de embarque:	-X0	0.454 kg (1 pulg.)
	-X1	0.476 kg (1.04 pulg.)
	-X2	0.680 kg (1.50 pulg.)
	-X3	0.794 kg (1.75 pulg.)
	-X4	0.850 kg (1.87 pulg.)
	-X5	1.0 kg (2.20 pulg.)
3519	1.3 kg (2.86 pulg.)	

Sensor 515

- Señal:
- Frecuencia: 19.7 Hz por m/s nominal (6 Hz por pie/s)
 - Amplitud: 3.3 V p/p por m/s nominal (1 V p/p por pie/s)
 - Impedancia de Fuente: 8 kΩ

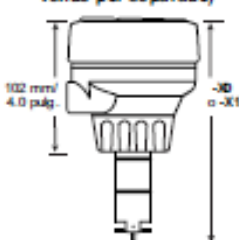
Dimensiones

Sensor 515/2536



Tamaño de tuberías:	-X0 = 104 mm/4.1 pulg.
5 a 8 pulg.	-X1 = 137 mm/5.4 pulg.
10 pulg. o mayor	-X2 = 213 mm/8.4 pulg.
12 a 14 pulg.	-X3 = 297 mm/11.7 pulg.
16 a 18 pulg.	-X4 = 333 mm/13.1 pulg.
20 pulg. o mayor	-X5 = 409 mm/16.1 pulg.

Sensor integral 8510-XX/ 8512-XX mostrado con transmisor y kit de adaptador integral (se vende por separado)



-X0	= 152 mm/6.0 pulg.
-X1	= 185 mm/7.3 pulg.

Longitudes de Wet-7 ap

Sensor 2536

Señal:	
Frecuencia:	49 Hz por m/s nominal (15 Hz por pie/s nominal)
Voltaje de alimentación:	3,3 a 24 VCC regulada
Corriente de voltaje:	<1,5 mA @ 3,3 - 6 VCC, <20 mA @ 6 - 24 VCC
Tipo de salida:	Transistor de colector abierto, hundimiento
Corriente de salida:	10 mA máx.

Condiciones de fluidos

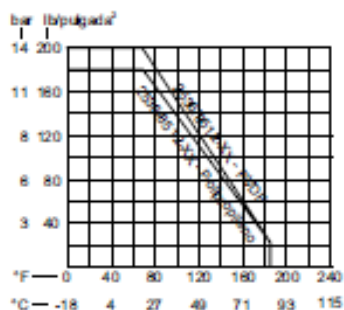
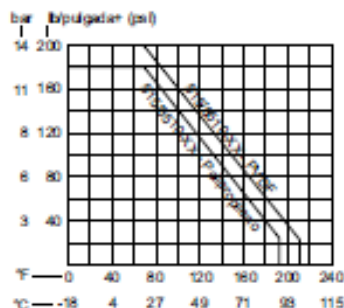
Regímenes nominales de temperatura/presión del sensor del rotor X:

Cuerpo de polipropileno:

- 12,5 bar (180 lb/pulgada²) máx. @ 20 °C (68 °F)
- 515: 1,7 bar (25 lb/pulgada²) máx. a 90 °C (194 °F)
- 2536: 1,7 bar (25 lb/pulgada²) máx. @ 85 °C (185 °F)

Estructura PVDF:

- 14 bar (200 lb/pulgada²) máx a 20 °C (68 °F)
- 515: 1,7 bar (25 lb/pulgada²) máx a 100 °C (212 °F)
- 2536: 1,7 bar (25 lb/pulgada²) máx. @ 85 °C (185 °F)

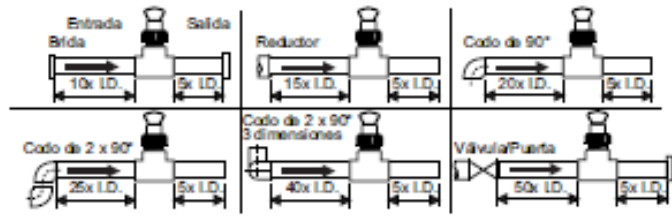


Normas y certificados de aprobación

- Fabricado bajo norma ISO 9001 y ISO 14001
- CE
- Únicamente 515 FM Clase I, II, III Div. I Grupos A-G

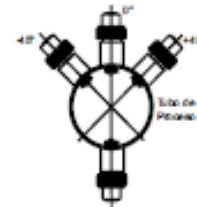
2. Ubicación de Pieza de Unión

Requisitos recomendados de montaje de contenido arriba/contenido abajo del sensor



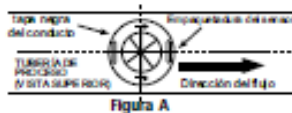
3. Posición del Montaje del Sensor

- Disposición horizontal del tubo: Monte el sensor en posición derecha (0°) para lograr el mejor rendimiento. Monte a un máximo de 45° cuando hayan burbujas de aire (el tubo debe estar lleno). No monte en la parte inferior del tubo cuando encuentre sedimentos.
- Disposición vertical del tubo: El sensor puede montarse en cualquier orientación. Se prefiere un flujo ascendente para garantizar el llenado del tubo.



4. Instalación del sensor estándar

- Lubrique los anillos o juntas O del sensor con un lubricante de silicona (por ej., el compuesto de silicona de GE, #GE32, o similar). No use ningún lubricante a base de petróleo que pueda dañar las juntas O.



- Mediante una torsión o traslado, baje el sensor a la pieza de encaje y asegúrese de que las flechas de instalación en la tapa negra señalan la dirección de flujo, véase Figura A.

- Acople una rosca de la tapa del sensor y luego haga girar el sensor hasta que la pestaña de fijación entre en la ranura de la pieza de encaje. Ajuste la tapa del sensor manualmente. NO utilice ningún tipo de herramienta para ajustar la tapa del sensor o las roscas de pueden dañarse, véase Figura B.

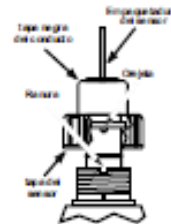


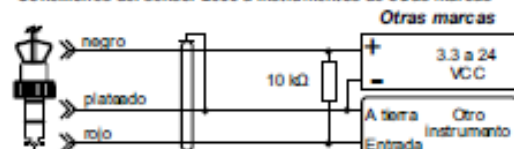
Figura B

5. Cableado del sensor

Notas técnicas

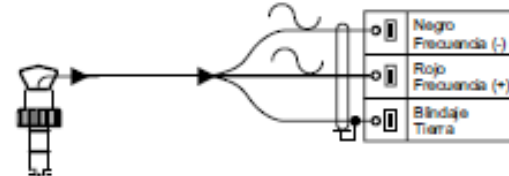
- Utilice cables blindados trenzados de dos conductores como cables de extensión.
- Debe mantener la protección del cable a lo largo del empalme del cable.
- Consulte el manual del instrumento para información específica sobre el cableado.

Conexiones del sensor 2536 a instrumentos de otras marcas

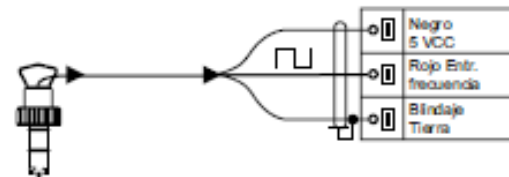


- La energía de CC del sensor proviene del instrumento +GF+ SIGNET. Es posible que se requiera una resistencia elevadora de 10 KW para instrumentos de fabricantes diferentes a +GF+ SIGNET.

Conexiones del sensor 515 a Instrumentos +GF+ SIGNET

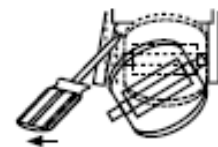


Conexiones del sensor 2536 a Instrumentos +GF+ SIGNET



6. Procedimiento de reemplazo del rotor

- Para extraer el rotor inserte un destornillador pequeño entre el rotor y la oreja del sensor.
- De vuelta la hoja del destornillador para curvar la oreja hacia afuera lo suficiente como para sacar un extremo del rotor y del eje. ¡NO doble la oreja más de lo necesario! Si se rompe, no se puede reparar el sensor!
- Instale el nuevo rotor. Para ello, inserte una punta del pasador en el agujero, seguidamente doble la oreja opuesta hacia adentro, lo suficiente como para deslizar el rotor y encajarlo en su sitio.



9. Piezas de Unión +GF+ SIGNET

Tipo	Descripción	Tipo	Descripción
Uniones en T ¹ plásticas	<ul style="list-style-type: none"> Versiones de 0.5 a 4 pulg. PVC o CPVC 	Uniones en T ¹ roscadas de acero al carbono y acero inoxidable	<ul style="list-style-type: none"> Versiones de 0.5 a 2 pulg. Se instala en extremos de tuberías roscadas
Monturas de PVC engrasadas	<ul style="list-style-type: none"> Disponibles únicamente en tamaños de 10 y 12 pulg. Haga un orificio de 2-1/2 pulg. en la tubería. Se fija en su sitio con un cemento resistente 	Weldolets al dado de acero al carbono y acero inoxidable	<ul style="list-style-type: none"> 2 a 4 pulg.: haga un orificio de 1-7/16 pulg. en la tubería Por encima de 4 pulg.: haga un orificio de 2-1/4 pulg. en la tubería. Si desea más información, véase la sección 5
Monturas de PVC	<ul style="list-style-type: none"> 2 a 4 pulg.: haga un orificio de 1-7/16 pulg. en la tubería 6 a 8 pulg.: haga un orificio de 2-1/4 pulg. en la tubería 	Monturas y uniones en T ¹ de fibra de vidrio	<ul style="list-style-type: none"> Encaje de PVDF, 1.5 a 8 pulg. Encaje de PVC, 8 pulg. De 12 a 36 pulg.: pedido especial
Monturas de plásticos de PP	<ul style="list-style-type: none"> Disponibles únicamente en tamaños de 10 y 12 pulg. Haga un orificio de 2-1/4 pulg. en la tubería. 	Accesorio de obtura métrica	<ul style="list-style-type: none"> Para tuberías DN 65 a 200 mm PP o PVDF
Monturas con flejes de hierro	<ul style="list-style-type: none"> 2 a 4 pulg.: haga un orificio de 1-7/16 pulg. en la tubería Por encima de 4 pulg.: haga un orificio de 2-1/4 pulg. en la tubería. Por encima de 12 pulg.: pedido especial 	Accesorio de unión métrica	<ul style="list-style-type: none"> Para tuberías DN 15 a 50 mm PP o PVDF

515/8510-XX	2536/8512-XX	Descripción del producto
Información para pedidos	Información para pedidos	
Numero de Parte	Numero de Parte	
Codigo	Codigo	
P51530-P0	3-2536-P0	Sensor, polipropileno, pasador del rotor de titanio, rotor de PVDF (negro), tubo de 7/8 a 4 pulg.
P51530-P1	3-2536-P1	Sensor, polipropileno, pasador del rotor de titanio, rotor de PVDF (negro), tubo de 5 a 8 pulg.
P51530-P2	3-2536-P2	Sensor, polipropileno, pasador del rotor de titanio, rotor de PVDF (negro), tubo de 10 a 36 pulg.
P51530-P3	3-2536-P3	Sensor, Wet-Tap, polipropileno, pasador del rotor de titanio, rotor de PVDF (negro), tubo de 1/2 a 4 pulg.
P51530-P4	3-2536-P4	Sensor, Wet-Tap, polipropileno, pasador del rotor de titanio, rotor de PVDF (negro), tubo de 5 a 8 pulg.
P51530-P5	3-2536-P5	Sensor, Wet-Tap, polipropileno, pasador del rotor de titanio, rotor de PVDF (negro), tubo de 10 a 36 pulg.
P51530-V0	3-2536-V0	Sensor, PVDF (natural), pasador del rotor de Hastelloy, rotor de PVDF (natural), tubo de 1/2 a 4 pulg.
P51530-V1	3-2536-V1	Sensor, PVDF (natural), pasador del rotor de Hastelloy, rotor de PVDF (natural), tubo de 5 a 8 pulg.
P51530-V2	N/A	Sensor, PVDF (natural), pasador del rotor de Hastelloy, rotor de PVDF (natural), tubo de 10 a 36 pulg.
P51530-T0	3-2536-T0	Sensor, PVDF (nat.), PVDF (nat.) pasador del rotor, rotor de PVDF (nat.), tubo de 1/2 a 4 pulg.
P51530-T1	N/A	Sensor, PVDF (nat.), PVDF (nat.) pasador del rotor, rotor de PVDF (nat.), tubo de 5 a 8 pulg.
3-8510-P0	3-8512-P0	Sensor, Integral, polipropileno, pasador del rotor de titanio, rotor de PVDF (negro), tubo de 7/8 a 4 pulg.
3-8510-P1	3-8512-P1	Sensor, Integral, polipropileno, pasador del rotor de titanio, rotor de PVDF (negro), tubo de 5 a 8 pulg.
3-8510-T0	3-8512-T0	Sensor, Integral, PVDF (nat.), pasador del rotor de Hastelloy, rotor de PVDF (nat.), tubo de 1/2 a 4 pulg.
3-8510-V0	3-8512-V0	Sensor, Integral, PVDF (nat.), PVDF (nat.) pasador del rotor, rotor de PVDF (nat.), tubo de 7/8 a 4 pulg.
3519/515-P3	3519/536-P3	Conjunto de sensor y Wet-Tap polipropileno, pasador del rotor de titanio, rotor de PVDF (negro), tubo de 1/2 a 4 pulg.
3519/515-P4	3519/536-P4	Conjunto de sensor y Wet-Tap polipropileno, pasador del rotor de titanio, rotor de PVDF (negro), tubo de 5 a 8 pulg.
3519/515-P5	3519/536-P5	Conjunto de sensor y Wet-Tap polipropileno, pasador del rotor de titanio, rotor de PVDF (negro), tubo de 10 a 36 pulg.
Accesorios		
M1538-2	3-2536-320-1	Rotor, PVDF negro
P51547-3	3-2536-320-2	Rotor, PVDF natural
M1538-4	3-2536-320-3	Rotor, Tezel®
P51550-3	3-2536-321	Rotor y pasador, PVDF natural
3-0515-322-1	3-2536-322-1	Rotor con manguito, PVDF negro
3-0515-322-2	3-2536-322-2	Rotor con manguito, PVDF natural
3-0515-322-3	3-2536-322-3	Rotor con manguito, Tezel®
M1546-1	M1546-1	Pasador del rotor, titanio
M1546-2	M1546-2	Pasador del rotor, Hastelloy-C
M1546-3	M1546-3	Pasador del rotor, tantalio
M1546-4	M1546-4	Pasador del rotor, acero inoxidable
P51545	P51545	Pasador del rotor, cerámica
1220-0021	1220-0021	Junta tórica (sello "O"), FKM-Viton®
1224-0021	1224-0021	Junta tórica (sello "O"), EPDM
1228-0021	1228-0021	Junta tórica (sello "O"), FROM-Kalrez®
P31536	P31536	Tapón del sensor, Polypro
P31536-1	P31536-1	Tapón del sensor, PVDF métrico
P31536-2	P31536-2	Tapón del sensor, PVDF
P31542	P31542	Tapa del sensor, rojo (para utilizarse con el modelo 515)
---	P31542-3	Tapa del sensor, azul (para utilizarse con el modelo 2536)
P31984	P31984	Tapa del conducto
P51589	P51589	Kit de adaptador del conducto
5523-0222	5523-0222	Cable (por pie), blindado trenzado de dos conductores (22 AWG)

+GF+ SIGNET

Signet Scientific Company, 3401 Aerojet Avenue, El Monte, CA 91731-2882 U.S.A. • Tel. (626) 571-2770 • Fax (626) 573-2057
 For Worldwide Sales and Service, visit our website: www.gfsignet.com • Or call (in the U.S.): (800) 864-4090



GEORGE FISCHER +GF+ Piping Systems
 3-0515-000 (0-303) Spanish
 page 4 of 4

© Signet Scientific Company 2010

Printed in U.S.A. on recycled paper

+GF+ SIGNET 515/536 Sensor de Flujo de Rueda de Paletas, Rotor-X

TRANSMISOR DE FLUJO GF SIGNET 8550

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT
CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

Spanish

Signet 8450-1 Transmisor de Presión



3-8450.090-1

Rev. H 3/06

Spanish



PRECAUCIÓN!

- Desenchufar la unidad antes de instalar el cableado de las conexiones de entrada y salida.
- Seguir estrictamente las instrucciones de seguridad para evitar lesiones personales.

Contenido

1. Instalación
2. Especificaciones
3. Conexiones eléctricas
4. Funciones del menú

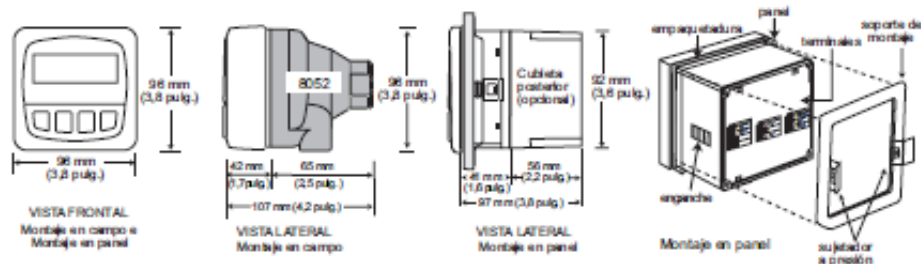


1. Instalación

Los transmisores ProcesPro están disponibles en dos estilos: montaje en panel y montaje en campo. El montaje en panel se suministra con los componentes necesarios para instalar el transmisor. Este manual contiene las instrucciones completas para el montaje en panel. El montaje en campo requiere uno de dos juegos de montaje: el juego integral 3-8052, que permite integrar el sensor al instrumento para formar un solo sistema; y el juego universal 3-8050, que facilita la instalación del transmisor en prácticamente cualquier sitio. El juego integral 3-8052 o el juego universal 3-8050 están acompañados de instrucciones detalladas para el montaje integral u otras opciones de instalación en campo.

1.1 Instalación del panel

1. El transmisor de montaje en panel está diseñado para instalarse con un punzón de .5 DIN. A fin de facilitar el recorte manual del panel, se proporciona una plantilla adhesiva para utilizarla como guía de instalación. Se recomienda dejar una distancia de separación entre instrumentos (para todos los lados) de 2,5 cm (1 pulg.).
2. Colocar la empaquetadura en el instrumento e instalarla en el panel.
3. Deslizar el soporte de montaje en la parte posterior del instrumento hasta que los sujetadores a presión encajen en los enganches situados a los lados del instrumento.
4. Para desmontar, avanzar el instrumento temporalmente colocándole una cinta al frente o sujetándolo por la parte posterior. NO AFLOJAR. Presionar los sujetadores a presión hacia adentro y retirar la unidad.



2. Especificaciones

Generales

Sensores compatibles: sensor de presión Signet 2450

Exactitud: $\pm 1\%$ de la escala completa

Repetibilidad: $\pm 0,5\%$ de la escala completa

Cubierta:

- Clasificación: NEMA 4X/IP66 (frente)
- Caja: PBT
- Empaquetadura: Neoprene
- Ventana: policarbonato revestido con poliuretano
- Toldado: caucho de silicona, 4 teclas, dibujado
- Peso: aproximadamente 325 g (12 onzas)

Pantalla:

- Pantalla de cristal líquido, caracteres alfanuméricos 2 x 16
- Tasa de actualización: 1 segundo
- Contraste: a selección del usuario, cinco niveles

Eléctricas

Entrada del sensor:

- Límites: 0 a 250 psig, 0 a 17 bar, 0 a 1700 kPa

Salida de corriente:

- 4-20 mA, aislada, totalmente ajustable y reversible
- Energía: 12 a 24 V CC $\pm 10\%$, regulada, 21 mA máx.
- Máxima impedancia de lazo: 50 Ω máx. a 12 V
325 Ω máx. a 18 V
600 Ω máx. a 24 V

- Tasa de actualización: 100 ms

- Exactitud: $\pm 0,08$ mA

Salida de colector abierto: alto, bajo, programable

- Colector abierto, con aislamiento óptico, máx. 50 mA (colector), voltaje de elevación: 30 V CC (máx.)
- Hysteresis: Utilizador ajustable

Especificaciones ambientales

- Temperatura de funcionamiento: -10 a 70°C (14 a 158°F)
- Temperatura de almacenamiento: -15 a 80°C (5 a 176°F)
- Humedad relativa: 0 a 95 %, sin condensación
- Altitud máxima: 2000 m (6562 pies)
- Categoría de aislamiento: II
- Grado de contaminación: 2

Normas y certificados de aprobación

- Certificaciones: CE, UL
- Inmuneidad: EN50082-2
- Emisiones: EN55011 Class B
- Fabricado bajo las normas ISO 9001 e ISO 14001

2. Conexiones eléctricas



Precaución: Es necesario abrir completamente las mordazas de los terminales antes de sacar los alambres. El no hacerlo puede causar daños permanentes al instrumento.

Procedimiento de cableado

1. Pelar aproximadamente de 13 a 16 mm (0.5 a 0.625 pulg.) de aislamiento del extremo del alambre.
2. Con un destornillador pequeño, empujar hacia abajo la palanca del terminal naranja para abrir las mordazas del terminal.
3. Introducir el extremo del alambre expuesto (no aislado) en el agujero del terminal hasta que llegue al tope.
4. Afijar la palanca del terminal naranja para fijar el alambre. Tirar cuidadosamente de cada alambre para asegurarse de que haya una buena conexión.

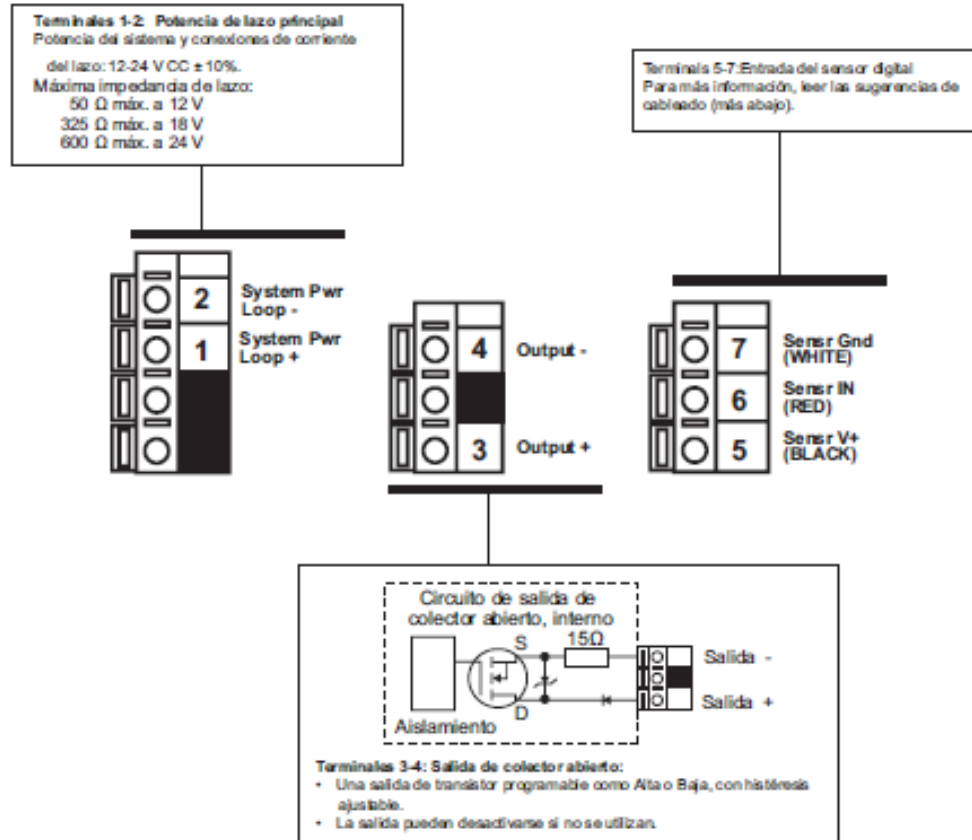


Procedimiento de desmontaje del cableado

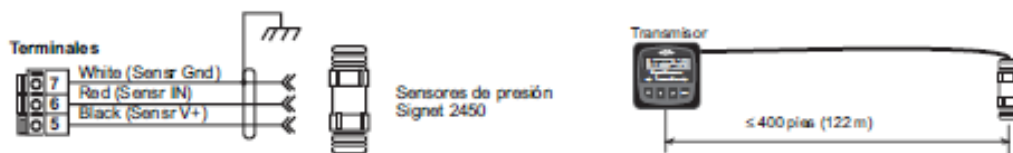
1. Con un destornillador pequeño, empujar hacia abajo la palanca del terminal naranja para abrir las mordazas del terminal.
2. Una vez abiertas las mordazas totalmente, sacar el alambre del terminal.

Sugerencias para instalar el cableado:

- Mantener el cable del sensor alejado de conductos que contengan líneas de energía eléctrica de CA. El ruido eléctrico podría alborar la señal del sensor.
- Para evitar riesgos de ruidos eléctricos y daños mecánicos, se recomienda colocar el cable del sensor en un conducto metálico conectado a tierra.
- Obturar los puntos de entrada del cable para impedir daños por humedad.
- Se debe insertar un solo cable en un terminal. Empalmar los cables dobles fuera del terminal.
- Si el sistema utiliza un solo sensor, es necesario colocarlo a una distancia no mayor de 122 m (400 pies) del transmisor.
- Para optimar el rendimiento del sistema, conectar el cable de BLINDAJE a una tierra local en un punto cercano al sensor. (Se aconseja experimentar conectando el alambre de blindaje del sensor a diferentes puntos locales de puesta a tierra hasta encontrar la señal de mejor calidad.)

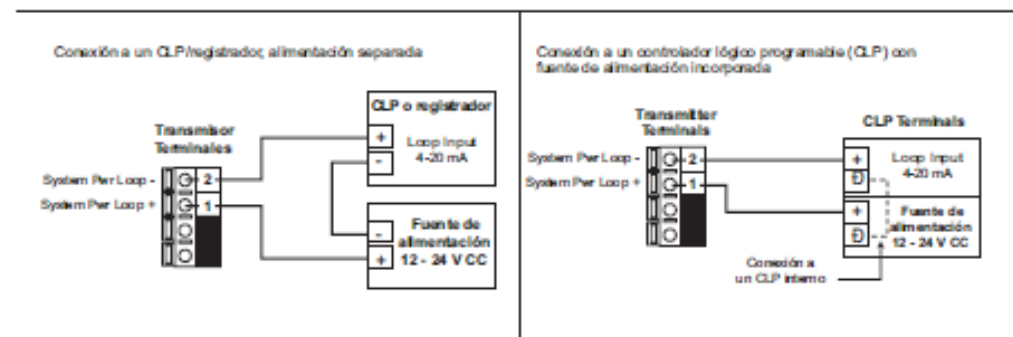
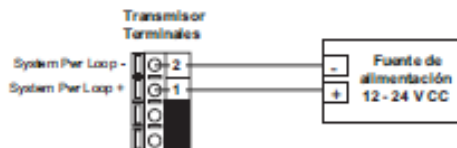


3.1 Conexiones de entrada del sensor

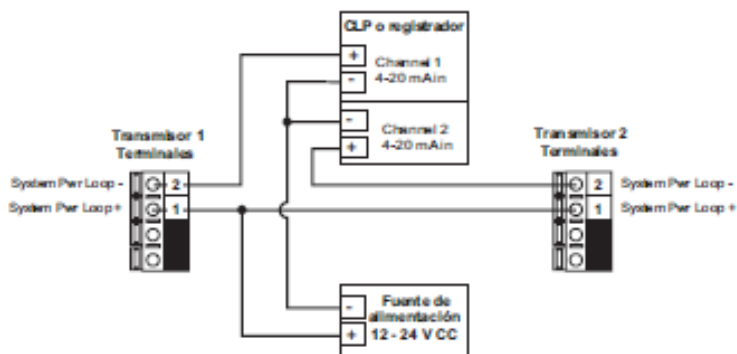


3.2 Energía del sistema/Conexiones de lazo

Aplicación independiente, sin lazo de corriente



Ejemplo: dos transmisores conectados a un CLP/registrador con fuente de alimentación separada



3.3 Salida de colector abierto

La salida de colector abierto puede utilizarse como un conmutador que actúa cuando la variable del proceso sobrepasa un punto establecido o cae por debajo del mismo.

- **Baja:**

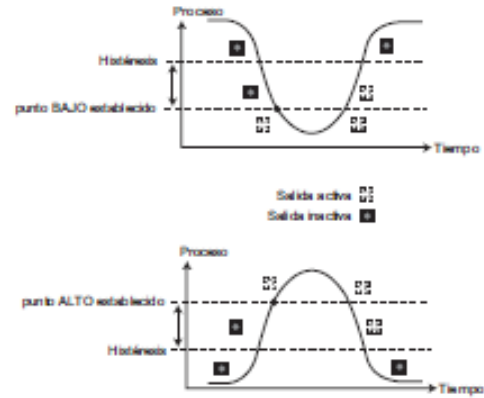
La salida se activa cuando la variable del proceso es inferior al punto establecido, y se relaja cuando la variable del proceso sobrepasa el punto establecido más el valor de histéresis.

- **Alta:**

La salida se activa cuando la variable del proceso es superior al punto establecido, y se relaja cuando la variable del proceso cae por debajo del punto establecido más el valor de histéresis.

- **Apagar:**

Las salidas pueden desactivarse si no se utilizan.



Menú de INFORMACIÓN:

- Durante la operación normal, el ProcessPro presenta el menú de INFORMACIÓN (MEW).
- Cuando se utilizan los menús de CALIBRACIÓN (CALIBRATE) u OPCIONES (OPTIONS), el ProcessPro regresará al menú de INFORMACIÓN si no hay ninguna actividad durante 10 minutos.
- Para seleccionar el elemento que se desea visualizar, se deben apretar las teclas ARRIBA o ABAJO. Los elementos aparecerán en un lazo continuo.
- Al cambiar la selección de la pantalla no se interrumpen las operaciones del sistema.
- No se requiere un código de acceso para cambiar la pantalla.
- Los ajustes de salida no pueden modificarse desde el menú de INFORMACIÓN.



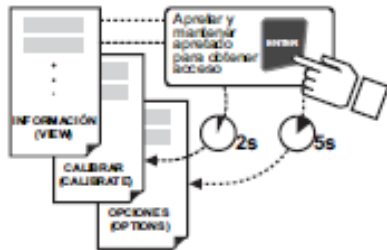
Menú de información

Pantalla	Descripción
Pressure: 60 psi	Monitorea la presión. Esta es la pantalla preestablecida en fábrica.
Loop Output: 12.00 mA	Monitorea la salida del lazo. Esta pantalla regresará al valor preestablecido en fábrica después de 10 minutos.
Last Cal 06-30-03	Muestra la fecha programada para el mantenimiento o la fecha de la última calibración. Esta pantalla regresará al valor preestablecido en fábrica después de 10 minutos.

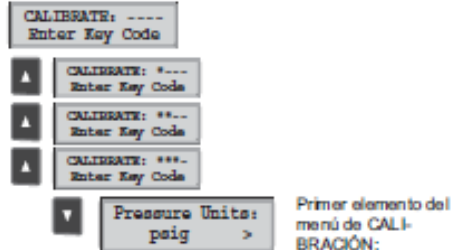
Procedimiento de modificación del ProcessPro:

- Paso 1. Apretar y mantener la tecla ENTER (ENTRAR):**
 - 2 segundos para seleccionar el menú de CALIBRACIÓN
 - 5 segundos para seleccionar el menú de OPCIONES
- Paso 2. Código de acceso: teclas ARRIBA-ARRIBA-ARRIBA-ABAJO (en secuencia).**
 - Después de ingresar el código de acceso, la pantalla mostrará el primer elemento en el menú seleccionado.
- Paso 3. Recorrer el menú con las teclas ARRIBA o ABAJO.**
- Paso 4. Apretar la tecla FLECHA DERECHA para seleccionar un elemento del menú que desee modificarse.**
 - Comenzará a destellar el primer elemento de la pantalla.
- Paso 5. Apretar las teclas ARRIBA o ABAJO para modificar el elemento que destella.**
 - Apretar la FLECHA DERECHA para avanzar el elemento que destella.
- Paso 6. Apretar la tecla ENTER para guardar el nuevo-ajuste y regresar al paso 3.**

Notas sobre el paso 1:
 • Normalmente se muestra el menú de Información.
 • Los menús de CALIBRACIÓN y OPCIONES requieren un CÓDIGO DE ACCESO.

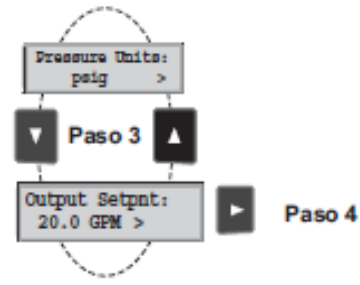


Notas sobre el paso 2:
 Si no se aprieta ninguna tecla durante 5 minutos mientras la pantalla muestra el mensaje "Enter Key Code" (Ingresar código de acceso), la pantalla regresará al menú de información.



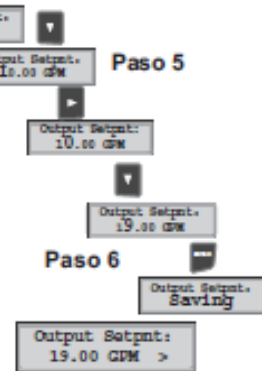
Notas sobre los pasos 3 y 4:
 • En las págs. 6 y 7 se encuentra una lista completa de los elementos del menú y su función.
 • Desde la pantalla del paso 3, apretar simultáneamente las teclas ARRIBA y ABAJO para regresar al menú de INFORMACIÓN.
 • La pantalla también regresará al menú de INFORMACIÓN si no se aprieta ninguna tecla durante 10 minutos.

Paso 3: ¿Cambios listos?
 Después de guardar el último ajuste, apretar simultáneamente las teclas ARRIBA y ABAJO para regresar a operación normal.



Notas sobre los pasos 5 y 6:
 • Todas las funciones de salida permanecen activas durante la modificación.
 • Sólo se puede modificar el elemento que destella.
 • Al apretar la FLECHA DERECHA se avanza el elemento que destella en un lazo continuo.
 • El valor modificado se hace efectivo inmediatamente después de que se aprieta la tecla ENTER.
 • Si no se aprieta ninguna tecla durante 10 minutos, la unidad restablecerá el último valor guardado y regresará al paso 3.
 • Al apretar la tecla ENTER (paso 6) la unidad siempre regresa al paso 3.
 • Repetir los pasos 3 a 6 hasta finalizar todos los cambios necesarios.

Paso 5: Si se comete un error...
 Apretar simultáneamente las teclas ARRIBA y ABAJO mientras cualquier elemento esté destellando. Así se recobrará el último valor guardado del elemento que se está modificando, y la unidad regresará al paso 3.



Menú de calibración

Pantalla Se muestran las configuraciones de la fábrica	Descripción
Pressure Units: psi >	Seleccionar unidades de presión para ambos canales de entrada: psi, bar o kPa.
Set: Pressure >	Proporciona una desviación máxima de 5 psi para equiparar el 8450 a la referencia externa. Ingresar "999" para restablecer el valor de calibración original de fábrica. Los cambios a este ajuste se harán efectivos cuando la pantalla salga del menú de Calibración.
Loop Range: psi 0.0 – 100.0 >	Consultar las instrucciones de uso del sensor 2450 para averiguar los límites de capacidad del sensor. Este ajuste deberá modificarse si se cambian las unidades de presión.
Output Mode Low >	Seleccionar el modo de operación deseado para esta salida de colector abierto: APAGADO, BAJA o ALTA.
Output Setpnt: 10.0 psi >	La salida de colector abierto será desactivada cuando la presión llegue a este valor. Este ajuste deberá modificarse si se cambian las unidades de presión.
Output Hys: 5 >	La salida de colector abierto será desactivada en el punto establecido \pm histéresis (según la selección de Alta o Baja).
Last Cal 06-30-03 >	Emplear esta "libreta" para anotar fechas importantes, tales como las fechas de recificación anual o de mantenimiento.

Menú opciones

Pantalla Se muestran las configuraciones de la fábrica.	Descripción
Contrast: 3 >	Ajustar el contraste de la pantalla de LCD para optimizar la visión de la misma. El contraste aumenta de 1 a 5. En general, se debe seleccionar un contraste bajo si la pantalla está en un entorno de temperaturas cálidas.
Decimal ***.* >	Fijar el "decimal" a la mejor resolución de la aplicación en particular. La pantalla adoptará automáticamente la escala adecuada para esta restricción. Seleccionar ****,***,**,**,*.*
Averaging Off >	El ajuste APAGADO suministra la respuesta más instantánea a cambios en la presión. Ésta es la opción preferida en sistemas caracterizados por una medición muy estable. Seleccionar BAJO o ALTO si la presión del proceso pasa por fluctuaciones frecuentes o extremas.
Output Active Low >	ALTO activo: Este ajuste se emplea para encender un dispositivo (bomba, válvula) en el punto establecido. BAJO activo: Este ajuste se emplea para apagar un dispositivo en el punto establecido.
Loop Adjust: 4.00 mA > Loop Adjust: 20.00 mA >	Ajustar la salida de corriente mínima y máxima. El valor de pantalla representa la salida de corriente precisa. Límites del ajuste: • 3.60 mA < 4.00 mA > 5.00 mA • 19.00 mA < 20.00 mA > 21.00 mA Utilizar este ajuste para equiparar la salida del sistema a cualquier dispositivo externo.
Test Loop: >	Aprieta las teclas ARRIBA y ABAJO para ordenar manualmente cualquier valor de corriente de salida desde 3.6 mA a 21.00 mA para probar el lazo de salida.
Test Output: >	Aprieta las teclas ARRIBA y ABAJO para alternar manualmente entre los estados de salida del colector abierto.

Resolución de problemas

Condición de la pantalla	Causas posibles	Soluciones sugeridas
"Check Sensor?"	<ul style="list-style-type: none"> El sensor no está bien cableado. El sensor está conectado al 8450 mientras que la potencia está encendida. Sensor defectuoso. 	<ul style="list-style-type: none"> Corregir el cableado de sensor. Apagar y volver a encender el 8450 después de conectar todos los sensores. Cambiar el sensor defectuoso.
"Too much error CHECK SENSOR"	El valor ingresado en el campo Fijar presión es superior a la desviación de 5 psi de la entrada del sensor. (El 8450 permite un máximo desvío de calibración de 5 psi.)	<ul style="list-style-type: none"> Confirmar los valores de calibración. Sacar el sensor de la instalación, revisar la lectura del 8450 (debería ser cero). Si es necesario, fijar presión a cero, volver a instalar el sensor, seguidamente volver a calibrar.
"Reset to Factory Calibration"	El valor en el campo FIJAR PRESION es -999.	Al ingresar "-999" en este campo se borrarán todas las entradas de calibración del usuario y se restablecerán los valores de fábrica.
Relay is always activated	El valor de histéresis es demasiado grande.	Restablecer el valor de histéresis en el menú de calibración.
"SETUP READ ERROR Press Any Key"	Se produjo una falta de memoria.	<ul style="list-style-type: none"> Apretar cualquier tecla para volver a cargar los valores preestablecidos en fábrica. Volver a programar todos los puntos establecidos. Si aparece este mensaje otra vez, cambiar el 8450.

Información para pedidos

Numero de Parte	Codigo	Descripción
3-8450-1	159 000 041	Transmisor de presión, montaje en campo
3-8450-1P	159 000 042	Transmisor de presión, montaje en panel
3-8450-2	159 000 043	Transmisor de presión, montaje en campo, con relés
3-8450-2P	159 000 044	Transmisor de presión, montaje en panel, con relés
3-8450-3	159 000 045	Transmisor de presión, montaje en campo, con entradas duales
3-84750-3P	159 000 046	Transmisor de presión, montaje en panel, con entradas duales

Piezas y accesorios

Numero de Parte	Codigo	Descripción
3-8050	159 000 184	Kit de montaje universal
3-8052	159 000 188	Kit de montaje integral de 3/4 pulg.
3-8052-1	159 000 755	Cada de empalmes de montaje NPT de 3/4 pulg.
3-8050.395	159 000 186	Cubierta posterior a prueba de salpicaduras
3-8050.396	159 000 617	Kit de filtro de RC (para uso del relé)
3-0000.596	159 000 641	Soporte de montaje de pared para usos pesados
3-0000.598	198 840 225	Soporte para montaje en superficie
3-9000.392	159 000 368	Kit de conector impermeable, 3 juegos, NPT de 1/2 pulg.
3-9000.392-1	159 000 839	Kit de conector impermeable, 1 juego, NPT de 1/2 pulg.
3-9000.392-2	159 000 841	Kit de conector impermeable, 1 juego, PG 13.5

+GF+



Sensor de presión Signet 2450

Español



3-2450.090-1 Rev. K 05/13 Español

Instrucciones de seguridad



- Antes de la instalación o del desmontaje:
 - Alivie la presión y ventile el sistema
 - Drene por debajo del nivel del sensor
- Confirme la compatibilidad química antes de utilizar este producto.
- No exceda los valores máximos especificados de temperatura y presión.
- Utilice gafas de seguridad y careta durante los procedimientos de instalación y servicio.
- No modifique el montaje del producto.
- Deséchelo adecuadamente. ¡NO LO INCINERE!



Índice

- Descripción
- Especificaciones
- Instalación
- Cableado del (S^L)
- Cableado de 4 a 20 mA
- Ajuste del intervalo de 4 a 20 mA
- Información de pedido

¡USE LA ETIQUETA DE ADHESIVO PEGADA PARA PRESERVAR LAS INSTRUCCIONES!

1. Descripción

El sensor de presión 2450 se compone de un cuerpo de PVDF de una sola pieza (fabricada mediante moldeo por inyección) y un diafragma de cerámica que proporciona una compatibilidad superior en líquidos corrosivos. Estos sensores están disponibles con salida digital (S^L) o salida de 4 a 20 mA de escala ampliable en planta. Se puede seleccionar entre tres (3) gamas de presión para obtener una resolución de medición óptima. Los sensores ofrecen un servicio de excepcional exactitud en una amplia gama de funcionamiento gracias a su función de compensación de temperatura. Las versiones con conexiones de proceso de 1/2 pulg. son las más adecuadas para las instalaciones en línea. Se pueden utilizar adaptadores integrales (vendidos por separado) para crear un conjunto compacto con versiones de montaje en planta el transmisor de presión 8450 o el transmisor 9900.

2. Especificaciones

Generales

Compatibilidad:

salida de Digital (S^L): 8450, 8900, 9900

salida de corriente: PLC

Materiales mojados:

• Caja del sensor: PVDF

• Diafragma: Cerámica

• Junta: FPM

Conexión de proceso:

• -3X, -7X: Rosca macho de unión 1/2 pulg.

Conexión posterior: Rosca macho NPT de 1/4 pulg.

Tipo de cable: 3 conductores + blindaje, 22 AWG, negro/rojo/blanco/blindaje

Longitud de cable estándar:

• 2450-3X, -7X: 4,5 m (15 pies)

Exactitud del sensor: ±1 % de la escala completa a 25 °C

Desviación de la sensibilidad térmica: ±0,03 % de la escala completa por °C

Peso de envío:

• 2450-1X, 2450-3X: 0,3 kg (0,65 lb)

Especificaciones eléctricas:

• Modelos digitales (S^L): 5 V CC ±10 %, <1,5 mA

• Modelos de 4-20 mA: 12-24 V CC ±10 %

Protección contra cortocircuitos y contra inversión de la polaridad

Salida digital (S^L):

- Tipo: Serie ASCII, nivel TTL 9600 b/s
- Exactitud: ±1 % de la escala completa a 25 °C
- Repetibilidad: ±0,5 % de la escala completa
- Resolución: 0,01 lb/pulg² (0,001 lb/pulg² para -XU)
- Índice de actualización: < 100 ms

Salida de 4-20 mA:

- Exactitud: ±1 % de la escala completa a 25 °C
- Repetibilidad: ±0,5 % de la escala completa
- Resolución: <5 µA
- Intervalo: Escala ampliable en planta (los ajustes de fábrica se explican en la sección 6.3)
- Máxima impedancia del circuito: 100Ω a 12 V
325Ω a 18 V
600Ω a 24 V
- Índice de actualización: < 100 ms

- Gama de funcionamiento (presión máx. para especificaciones de exactitud):

-XU 0-0,7 bares (0-10 psig)

-XL 0-3,4 bares (0-50 psig)

-XH 0-17,2 bares (0-250 psig)

- Intervalo de vacío:

-XU -0,1 a 0,7 bares

(-1,5 a 10 lb/pulg²)

-XL -0,41 a 3,4 bares

(-6 a 50 lb/pulg²)

-XH -0,96 a 17,2 bares

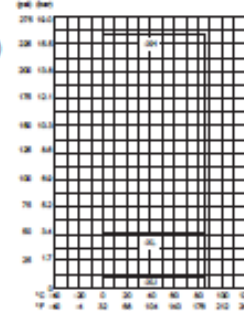
(-14,6 a 250 lb/pulg²)

- Presión de prueba (presión máx. sin daños):

-XU 1,4 bares (20 psig)

-XL 5,2 bares (75 psig)

-XH 20,7 bares (300 psig)



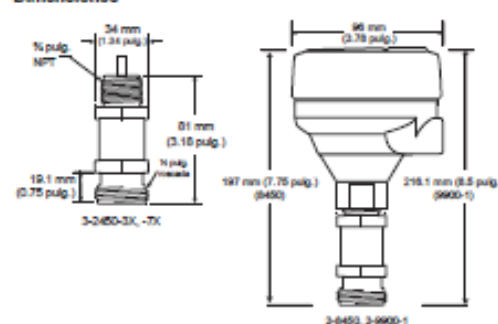
Ambientales

- Humedad relativa: 0 a 95 % (sin condensación)
- Temperatura de almacenamiento: -20 °C a 100 °C (-4 °F a 212 °F)
- Temperatura de funcionamiento: -15 °C a 85 °C (5 °F a 185 °F)

Normas y certificados de aprobación

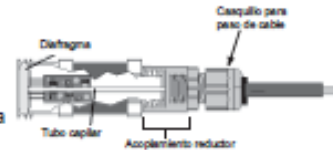
- CE
- Cumple con RoHS
- Fabricado según ISO 9001 para calidad, ISO 14001 para gestión medioambiental e OHSAS 18001 para gestión de seguridad y salud ocupacional.

Dimensiones



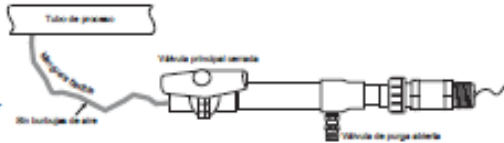
3. Instalación

- Los sensores de presión Signet 2450 son sensores de presión manométrica. Estas clases de sensores miden la diferencia entre la presión de proceso a un lado de un diafragma y la presión atmosférica al lado opuesto del diafragma. Un tubo capilar diminuto dentro del cuerpo del sensor sirve para garantizar que la parte posterior del diafragma siga a la presión atmosférica. Si se propaga la humedad por este tubo hasta la parte posterior del diafragma, es posible que se dañe el sensor.



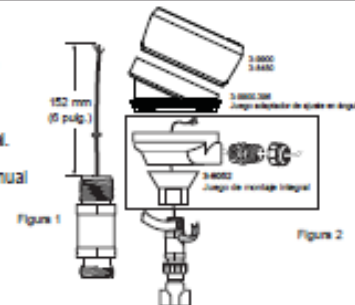
Recomendaciones de instalación importantes

- El diafragma de cerámica podría romperse en condiciones de exceso de presión o contacto mecánico. **MANIPULELO CON CUIDADO.** No trate de probar el sensor presionando el diafragma.
- Los golpes o impulsos de presión de corta duración conocidos como "golpes de arfete" son generados por un cambio rápido del caudal causado por la operación de componentes del sistema tales como compresores, bombas, pistones y válvulas. Los golpes de arfete pueden alcanzar niveles de presión muy superiores a la capacidad de presión nominal de nuestros sistemas de presión, y en consecuencia dañar el diafragma de cerámica.
- Un amortiguador de presión es un dispositivo que disminuye la rapidez de cambio del flujo del sistema. Para proteger un sensor de presión contra los golpes de arfete, debe instalarse un amortiguador de tamaño apropiado en la entrada del sensor o cerca de la misma. Estos amortiguadores pueden conseguirse a través de distribuidores de tuberías e instrumentación hidráulica.
- Cuando se enrosca el sensor en un sistema de tubería, cualquier contrapresión puede dañar el diafragma de cerámica. Abra las válvulas cercanas para aliviar cualquier contrapresión mientras se enrosca el sensor en el tubo.
- Si las válvulas cercanas no pueden abrirse mientras se enrosca el sensor en el tubo, se puede instalar una válvula de purga para evitar el exceso de presión.
- Asegúrese de que no haya burbujas de aire en el tubo, particularmente si se usa una manguera larga y flexible de conexión a la tubería. Las burbujas de aire pueden ocasionar fluctuaciones y errores de la lectura.



3.1 Modificación del sensor del conjunto integral

- Modifique el número de pieza del sensor 3-2450 según la figura 1.
- Después de inspeccionar las roscas para verificar su integridad, aplique sellante o cinta de PTFE a las roscas de conexión del proceso según la figura 2. No instale sensores que tengan roscas dañadas.
- Rosque el sensor en el juego de montaje 3-8052.
- Apreté el sensor a la conexión del proceso 1½ vueltas más allá del apriete manual.
- Instale el transmisor 8450 (consulte el manual 8450 para obtener información de conexiones) o Transmisor 9900 con adaptador de ajuste en ángulo (consulte el manual 9900 para obtener información de conexiones).
- El juego Integral 3-8052 consta de los siguientes componentes:
 - Conector Impermeable 3-9000.392-1 NPT de ½ pulg.
 - Base de conducto para conectar el 8450.



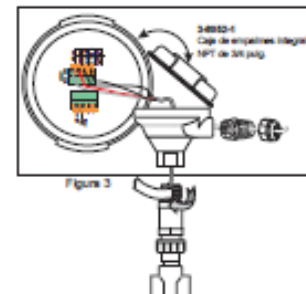
3.2 Montaje remoto en línea

La caja de empalmes Integral 3-8052-1 opcional con conexión de proceso de ½ pulg. ofrece un punto de terminales conveniente para prolongar el cable del 2450 a una distancia de más de 4,6 m (15 pies).

- El juego consta de los siguientes componentes:
 - Base de conducto y tapa con terminales de empalme
 - Conector Impermeable 3-9000.392-1 NPT de ½ pulg.

Para prolongar los cables más de 4,6 m (15 pies)

- Modifique el sensor 3-2450 según se describe en la figura 1.
- Termine los tres cables en el tablero de terminales ubicado en el conjunto de tapa.
- Añada el cable suministrado por el cliente para prolongar el cable.
- Termine en el transmisor o en el dispositivo de entrada de 4 a 20 mA.
- Después de inspeccionar las roscas para verificar su integridad, aplique sellante o cinta de PTFE a las roscas de conexión del proceso según la figura 3. No instale sensores que tengan roscas dañadas.
- Apreté el sensor a la conexión del proceso 1½ vueltas más allá del apriete manual.



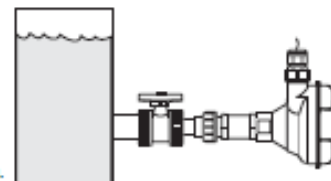
3.3 Opciones de instalación del depósito

Sumergible:

- Consulte el producto GF 3-2250-XX para instalaciones sumergibles.

Montaje lateral en tanque:

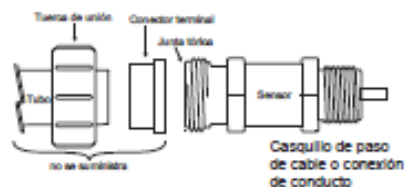
- Instale la válvula de bola GF para aislar el sensor durante el mantenimiento.
 - Se recomienda usar el juego 3-8052-1 para proteger el extremo trasero del sensor.
- ¡ADVERTENCIA! La exposición del cuerpo del sensor a temperaturas elevadas diferentes a las de las temperaturas del fluido del depósito causará una lectura inexacta.



3.4 Instalación del conector macho de unión de 1/2 pulg.

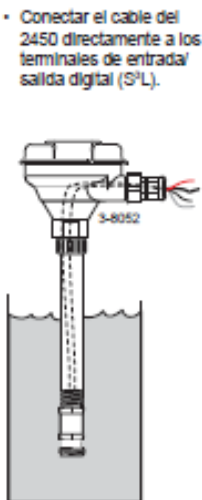
- Los sensores 2450-3X y-7X tienen una conexión de proceso de estilo "unión". Modo de montaje:

1. Deslice la tuerca de unión en la tubería o tubo flexible.
2. Instale los conectores terminales.
3. Apriete a mano la tuerca de unión para afianzar.
4. Se suministra una rosca NPT de 1/4 pulg. para acoplar un casquillo de paso de cable o conducto.
5. Consulte el Catálogo de medición e Instrumentación de Signet para obtener la Información de pedido.

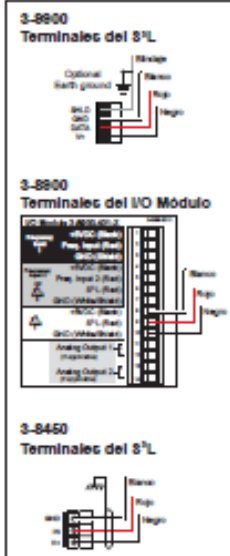


4. Salida digital (S^L)

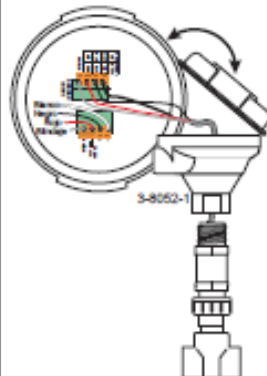
- Todos los modelos 2450 proporcionan una salida digital (S^L) cuando se activan con 5 V CC.
- Una posible manera de reducir la interferencia del ruido eléctrico consiste en conectar el BLINDAJE a una tierra física directa.
- La longitud máxima del cable digital al cual se conecta el sensor. Para obtener mayor información, consulte el manual de instrucciones del instrumento.



- Conectar el cable del 2450 directamente a los terminales de entrada/ salida digital (S^L).



- Si el 2450 incluye una caja de empalmes, conecte los terminales del 2450 a cualquier acceso de entrada/salida digital (S^L), tal como se muestra.

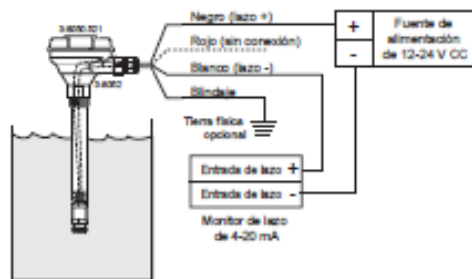


5. Cableado del circuito de 4 – 20 mA

- Los modelos 2450-7X proporcionan una salida de circuito de 4-20 mA cuando se activan con 24 V CC.
- Una posible manera de reducir la interferencia del ruido eléctrico consiste en conectar el BLINDAJE a una tierra física directa.
- No se use cable rojo, no quite el tubo termoencogible. Vea la sección 6, ajuste de intervalo de 4 a 20 mA.

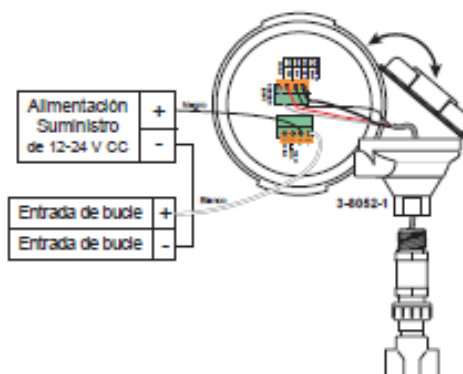
5.1 Circuito de corriente sin caja de empalmes

- Conecte el cable del 2450 directamente a un dispositivo de circuito, tal como se muestra.



5.2 Circuito de corriente con caja de empalmes

- Si el 2450 incluye una caja de empalmes, conecte los terminales del 2450 al dispositivo del circuito, tal como se muestra.



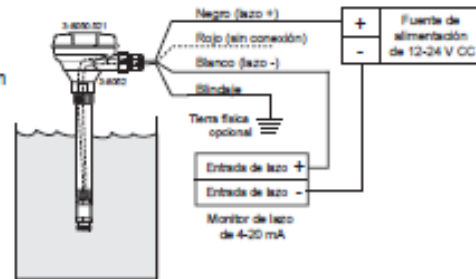
6. Ajuste del intervalo de 4 a 20 mA

Los valores extremos de 4 a 20 mA son independientes entre sí y pueden ajustarse en planta. Por ejemplo, para reducir el valor extremo de 20 mA del límite máximo de escala completa predeterminado en fábrica, y al mismo tiempo permitir que el punto final de 4 mA siga siendo 0 psig, realice únicamente los pasos indicados en el apartado 6.2 (ver más abajo). NOTA: El cable ROJO, que no está conectado durante el funcionamiento normal de 4 a 20 mA, asume un papel importante en los siguientes procedimientos.

6.1 Para ajustar el extremo de 4 mA en planta:

- Quite con cuidado el tubo termoencogible que protege el cable rojo.
- Exponga el sensor a la presión deseada correspondiente a 4 mA (cualquier presión de la gama de funcionamiento).
- Una vez conectada la corriente según las Instrucciones de la sección 5, conecte el cable ROJO al cable BLANCO durante 15 segundos. (Al cabo de unos 10 segundos, la salida disminuirá a 3,6 mA y seguirá teniendo dicho valor hasta que se desconecte el cable ROJO).
- Desconecte el cable ROJO del cable BLANCO. Así finaliza el ajuste del extremo de 4 mA.

NOTA: Si se fijan los extremos de 4 y 20 mA muy cercanos al mismo valor, la salida funcionará como un interruptor. El intervalo mínimo es $\pm 2\%$ de la gama máxima.



6.2 Para ajustar el extremo de 20 mA en planta:

- Exponga el sensor a la presión deseada correspondiente a 20 mA (cualquier presión de la gama de funcionamiento).
- Una vez conectada la corriente según las Instrucciones de la sección 5, conecte el cable ROJO al cable NEGRO durante 15 segundos. (Al cabo de unos 10 segundos, la salida aumentará a 22 mA y seguirá teniendo dicho valor hasta que se desconecte el cable ROJO).
- Desconecte el cable ROJO del cable NEGRO. Así finaliza el ajuste del extremo de 20 mA.

NOTA: Si se fijan los extremos de 4 y 20 mA muy cercanos al mismo valor, la salida funcionará como un interruptor. El intervalo mínimo es $\pm 2\%$ de la gama máxima.

- Después de ajustar el intervalo de 4 a 20 mA, proteja el cable rojo instalando la tuerca para cables proporcionada.
- Para facilitar el cambio de intervalo use la herramienta de configuración / diagnóstico Signet 0250 USB a digital (S^L).

6.3 Para restablecer el intervalo predeterminado en la fábrica:

- Desconecte la energía del sensor. Espere 10 segundos para que el circuito se descargue.
- Conecte el cable ROJO al BLANCO.
- Conecte la corriente según las Instrucciones de la sección 5, pero con el cable ROJO conectado al cable BLANCO durante 15 segundos. (Al cabo de unos 10 segundos, la salida disminuirá a 3,6 mA y seguirá teniendo dicho valor hasta que se desconecte el cable ROJO.)
- Desconecte el cable ROJO del cable BLANCO. Así se restablecen los valores predeterminados en la fábrica.

Nº de pieza del fabricante	Intervalo de fábrica
3-2450-7U	4 a 20 mA = 0 a 10 psig
3-2450-7L	4 a 20 mA = 0 a 50 psig
3-2450-7H	4 a 20 mA = 0 a 250 psig



7. Información para pedidos

Nº de pieza del fabricante	Código	Descripción
3-2450-3U	159 000 683	10 psig, digital (S ^L), unión macho de 1/2 pulg., cable de 4,5 m (15 pies)
3-2450-7U	159 000 906	10 psig, 4-20, unión macho de 1/2 pulg., cable de 4,5 m (15 pies)
3-2450-3L	159 000 682	50 psig, digital (S ^L), unión macho de 1/2 pulg., cable de 4,5 m (15 pies)
3-2450-7L	159 000 908	50 psig, 4-20, unión macho de 1/2 pulg., cable de 4,5 m (15 pies)
3-2450-3H	159 000 681	250 psig, digital (S ^L), unión macho de 1/2 pulg., cable de 4,5 m (15 pies)
3-2450-7H	159 000 910	250 psig, 4-20, unión macho de 1/2 pulg., cable de 4,5 m (15 pies)
3-8050-1	159 000 753	Caja de empalmes de montaje universal
3-8052	159 000 188	Juego de montaje integral de 1/4 pulg.
3-8052-1	159 000 755	Caja de empalmes de montaje NPT de 1/4 pulg.
3-9000.392-1	159 000 839	Juego de conector impermeable, NPT (1 pieza)
3-9000.392-2	159 000 841	Juego de conector impermeable, PG13.5 (1 pieza)
3-9900.396	159 001 701	Juego de adaptador de ajuste en ángulo
5523-0322	159 000 761	Cable, 3 conductores + blindaje, 22 AWG, negro/rojo/blanco/blindaje
3-0250	159 001 538	Herramienta de configuración / diagnóstico USB a digital (S ^L)

+GF+

Georg Fischer Signet LLC, 3401 Aero Jet Avenue, El Monte, CA 91731-2882 U.S.A. • Tel. (828) 671-2770 • Fax (828) 673-2067
 Para ventas y servicio en todo el mundo, visite nuestro sitio web: www.gfsignet.com • O llame al (en EE. UU.): (800) 864-4080
 Para obtener la información más reciente, consulte nuestro sitio web en www.gfsignet.com

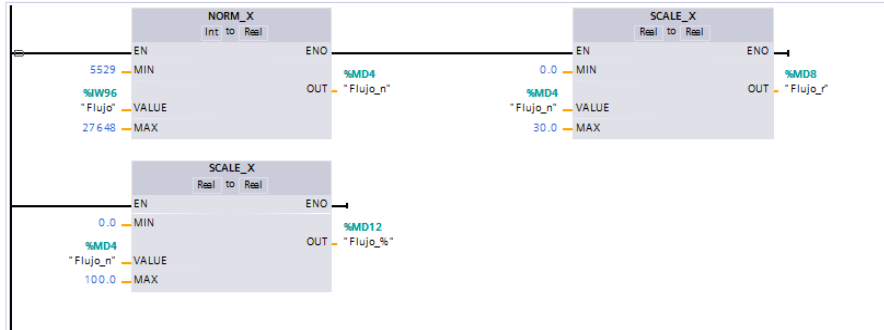
ANEXO C

PROGRAMACIÓN EN TIA PLC S7 – 1200 Y TOUCH PANEL

BLOQUE DE PROGRAMA MAIN

Segmento 1: Acondicionamiento de Flujo

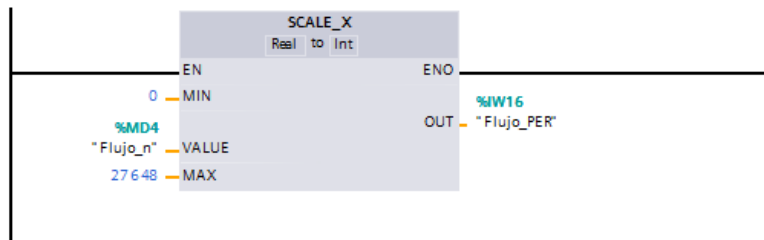
Comentario



"Flujo"	%W96	
"Flujo_n"	%MD4	
"Flujo_r"	%MD8	
"Flujo_%"	%MD12	

Segmento 2:

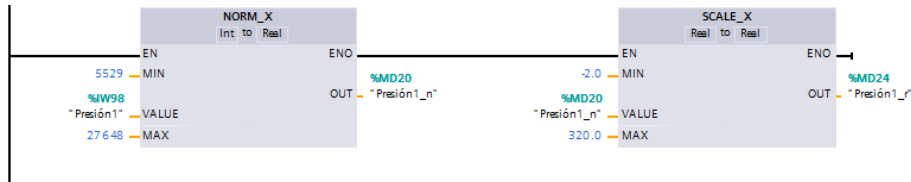
Comentario



"Flujo_n"	%MD4	
"Flujo_PER"	%W16	

Segmento 3: Acondicionamiento de Presión1

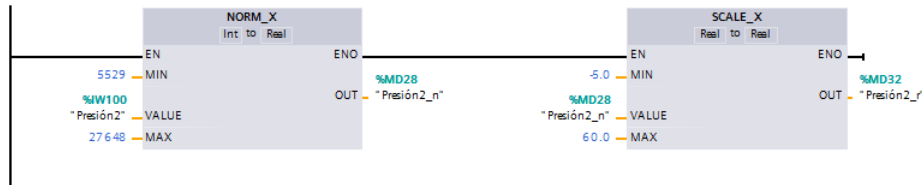
Comentario



"Presión1"	%W98	
"Presión1_n"	%MD20	
"Presión1_r"	%MD24	

Segmento 4: Acondicionamiento de Presión2

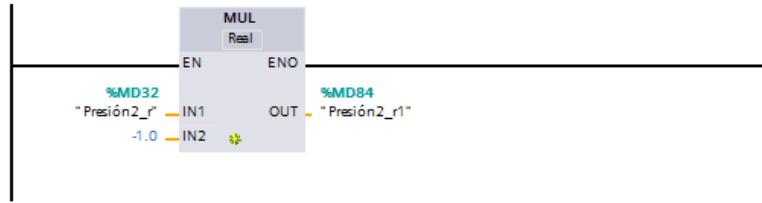
Comentario



"Presión2"	%W100	
"Presión2_n"	%MD28	
"Presión2_r"	%MD32	

Segmento 5:

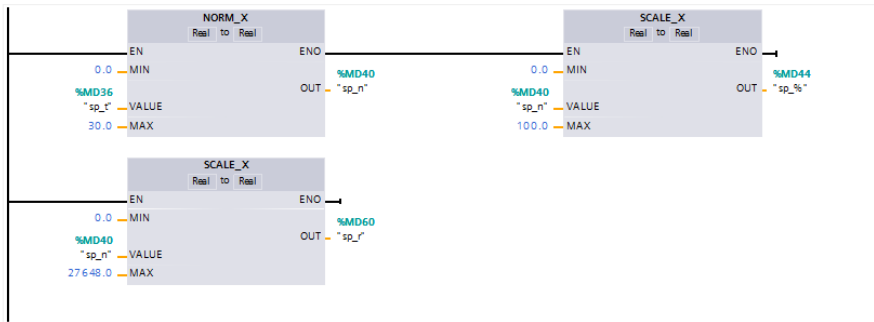
Comentario



▼ "Presión2_r"	%MD32	
"Presión2_r1"	%MD84	

Segmento 6: Acondicionamiento de SETPOINT

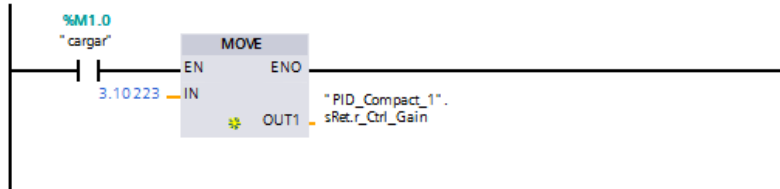
Comentario



▼ "sp_e"	%MD36	
"sp_n"	%MD40	
"sp_%"	%MD44	
"sp_r"	%MD60	

Segmento 7: Cargar el valor P al PID

Comentario



▼ "cargar"	%M1.0	
"PID_Compact_1".sRetr_Ctrl_Gain		actual proportional gain

Segmento 8: Cargar el valor Ti al PID

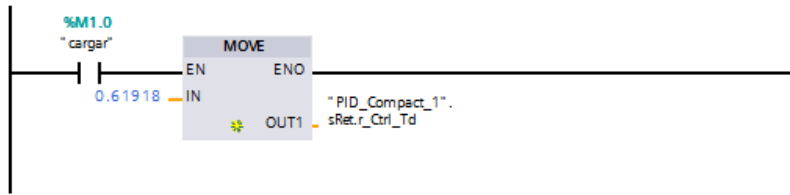
Comentario



▼ "cargar"	%M1.0	
"PID_Compact_1".sRetr_Ctrl_Ti		actual integration time

Segmento 9: Cargar el valor Td al PID

Comentario

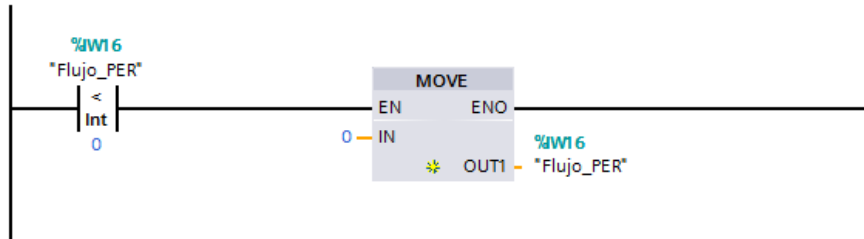


▼ "cargar"	%M1.0	
*PID_Compact_1".sRet.r_Ctrl_Td		actual derivative time

BLOQUE DE PROGRAMA CYCLIC INTERRUPT

Segmento 1: Pone en cero al flujo

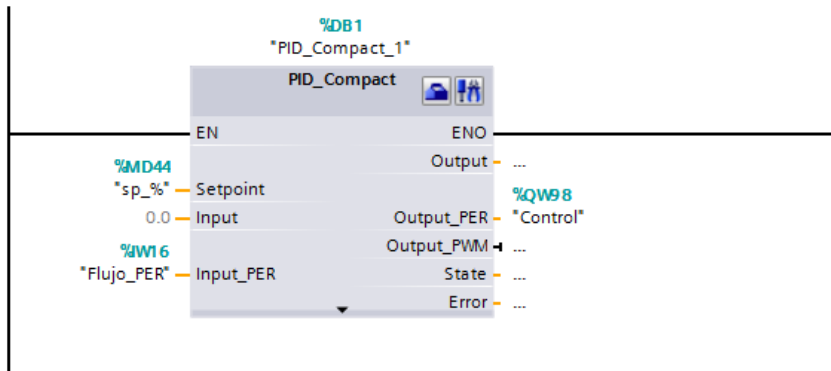
Comentario



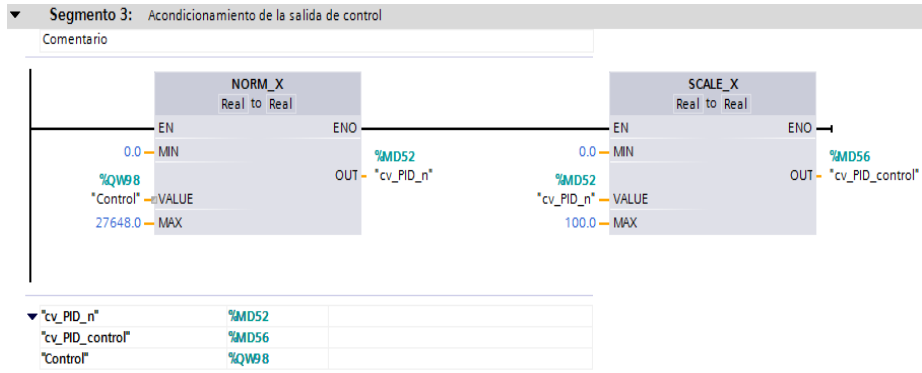
"Flujo_PER"	%IW16	
-------------	-------	--

Segmento 2: PID

Comentario



▼ "Flujo_PER"	%IW16	
"Control"	%QW98	
"sp_%"	%MD44	



VENTANAS DE LA TOUCH PANEL

VENTANA DE INICIO



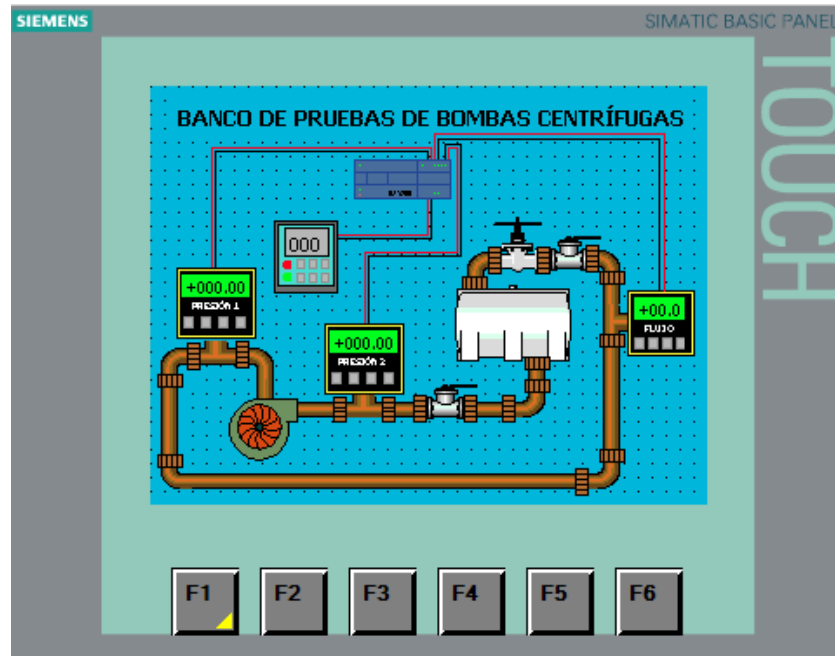
VENTANA DE MENÚ



VENTANA DE NIVELES DE ACCESO



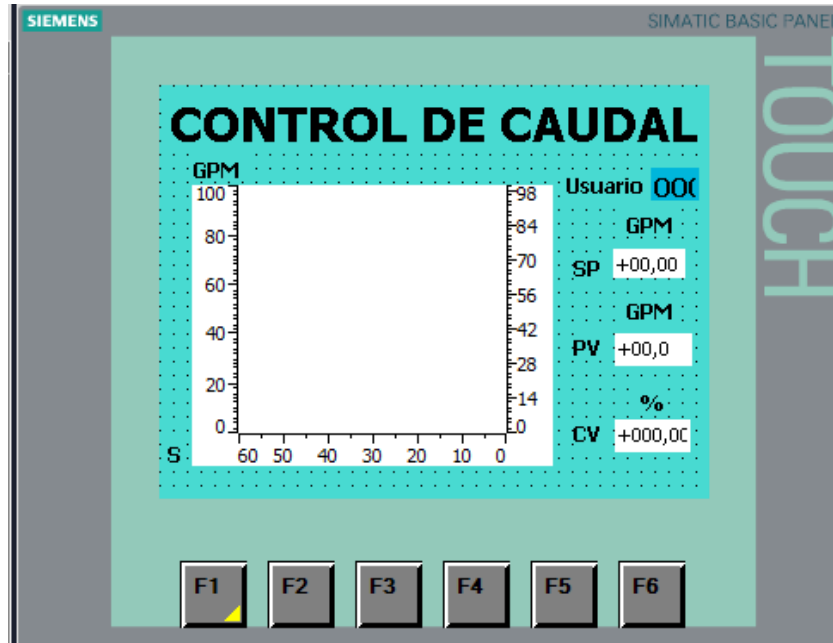
VENTANA DE PROCESO



VENTANA DE PARÁMETROS PID



VENTANA DE CONTROL



ANEXO D


PROGRAMACIÓN DE LABVIEW

PANTALLA DE PRESENTACIÓN


PRESENTACIÓN | DIAGRAMAS P&ID / BLOQUE | DATOS / CURVAS BOMBA | CURVA SISTEMA/ ANÁLISIS DE CURVAS | CONTROL

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

**BANCO DE PRUEBAS DE BOMBAS
CENTRÍFUGAS UTILIZANDO
PLC-VARIADOR-BOMBA, PARA LA
OBTENCIÓN DEL PUNTO DE OPERACIÓN
DE LA INTERACCIÓN BOMBA-SISTEMA**



INTEGRANTES:
* ANDRÉS GUANO
* FRANCISCO JJON



PANTALLA DE DIAGRAMAS P&ID Y BLOQUE

PRESENTACIÓN | DIAGRAMAS P&ID / BLOQUE | DATOS / CURVAS BOMBA | CURVA SISTEMA/ ANÁLISIS DE CURVAS | CONTROL

DIAGRAMA P&ID

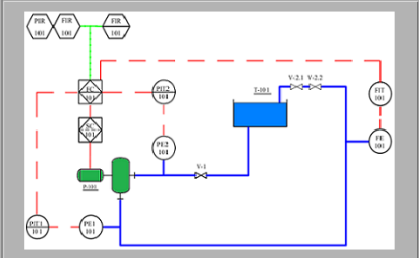
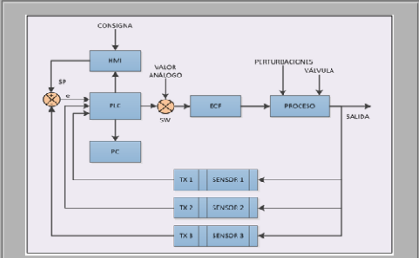
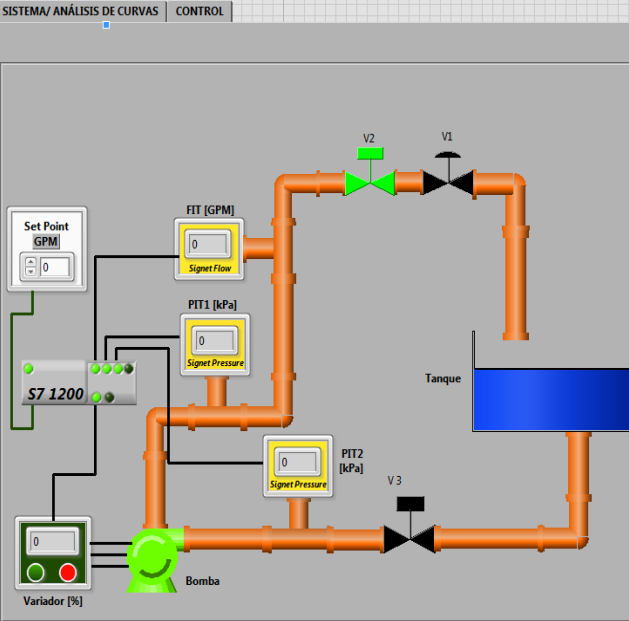


DIAGRAMA BLOQUES

Set Point [GPM]

0

Signet Flow

FIT [GPM]

0

Signet Pressure

PIT1 [kPa]

0

Signet Pressure

PIT2 [kPa]

0

Tanque

V2

V1

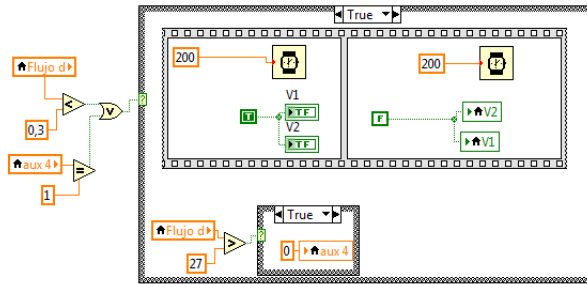
V3

Bomba

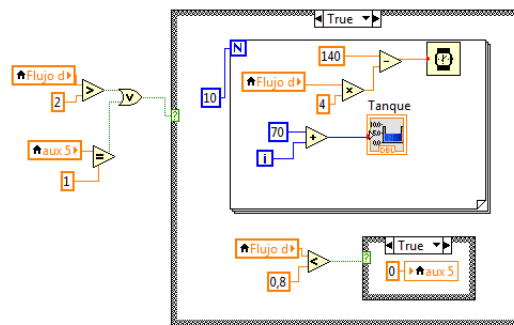
Variador [%]

S7 1200

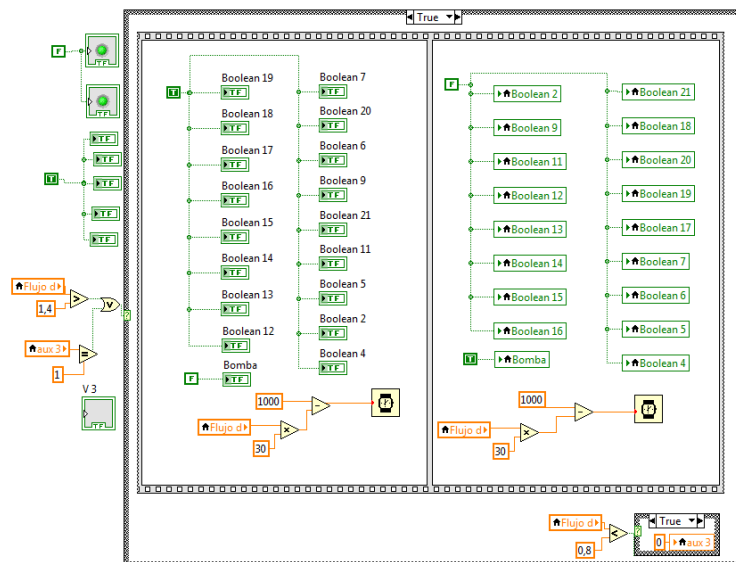
PROGRAMACIÓN DE LAS VÁLVULAS



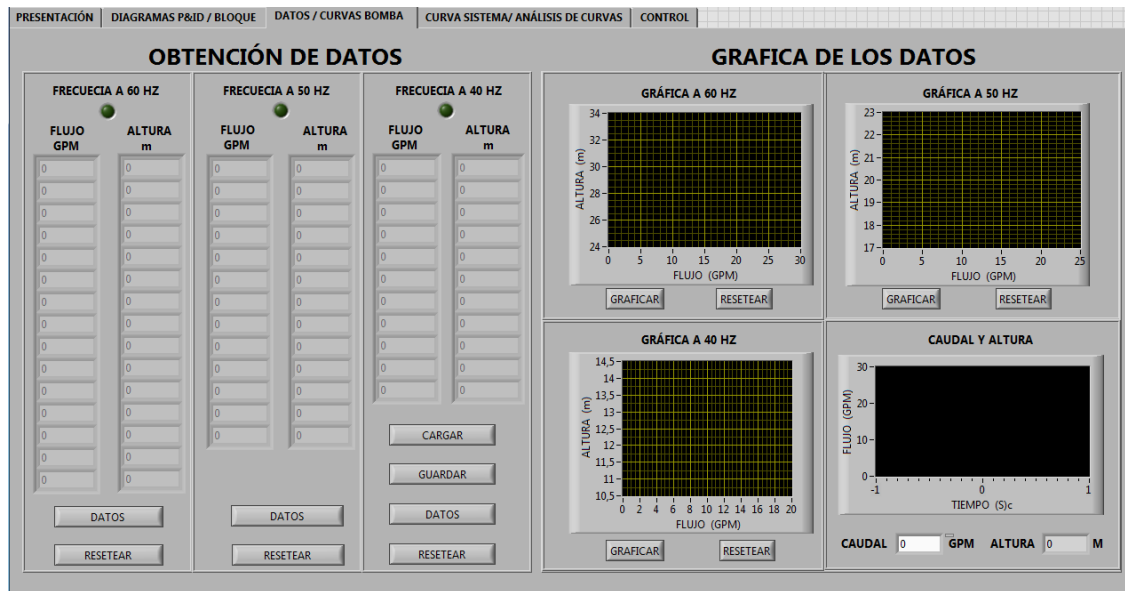
PROGRAMACIÓN DEL TANQUE



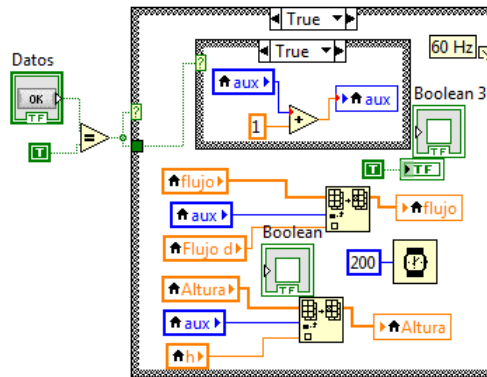
PROGRAMACIÓN DE TUERÍAS Y LEDS

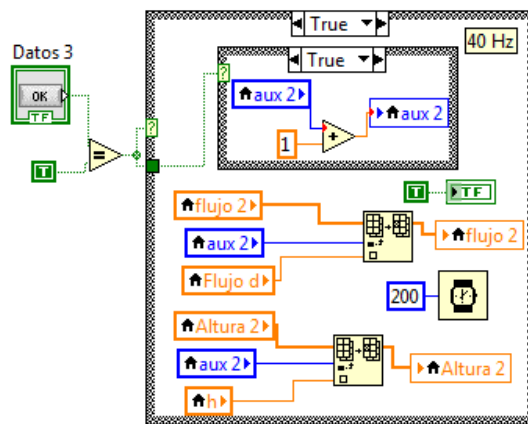
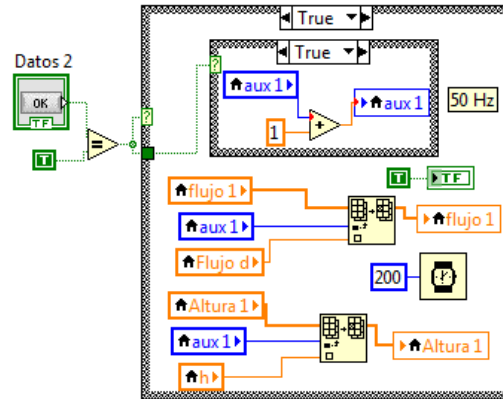


PANTALLA DE DATOS Y CURVAS DE LA BOMBA

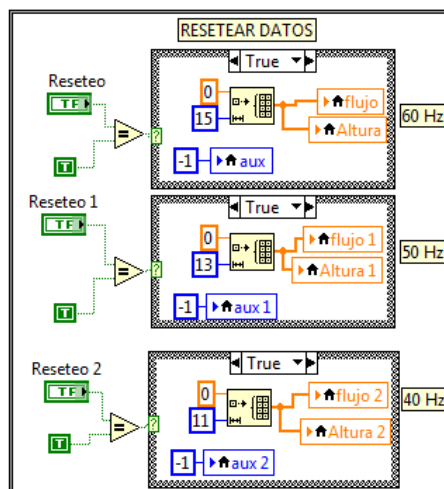


OBTENER DATOS

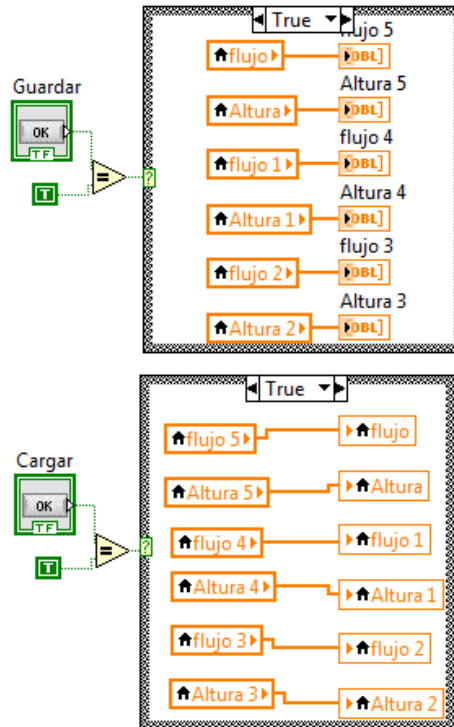




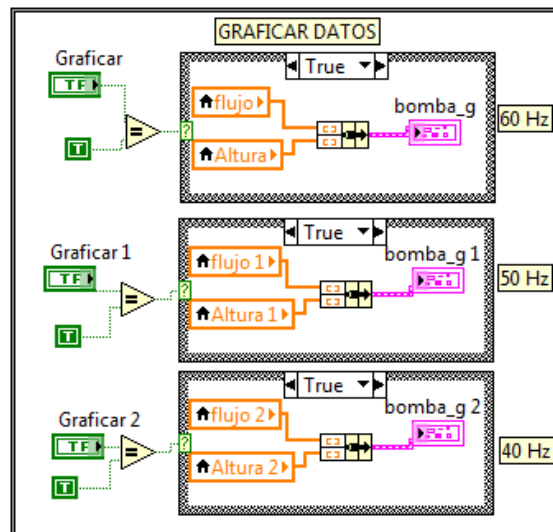
RESETEAR DATOS



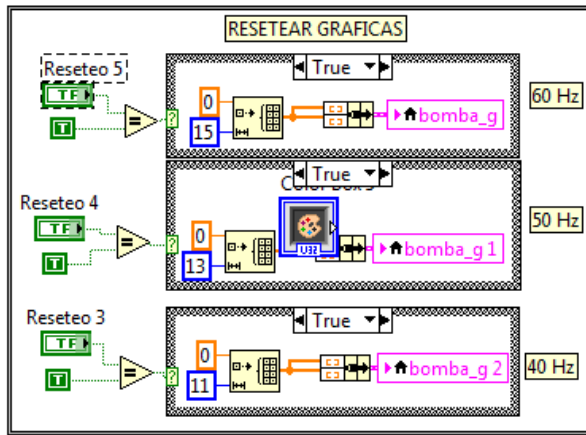
GUARDAR Y CARGAR DATOS



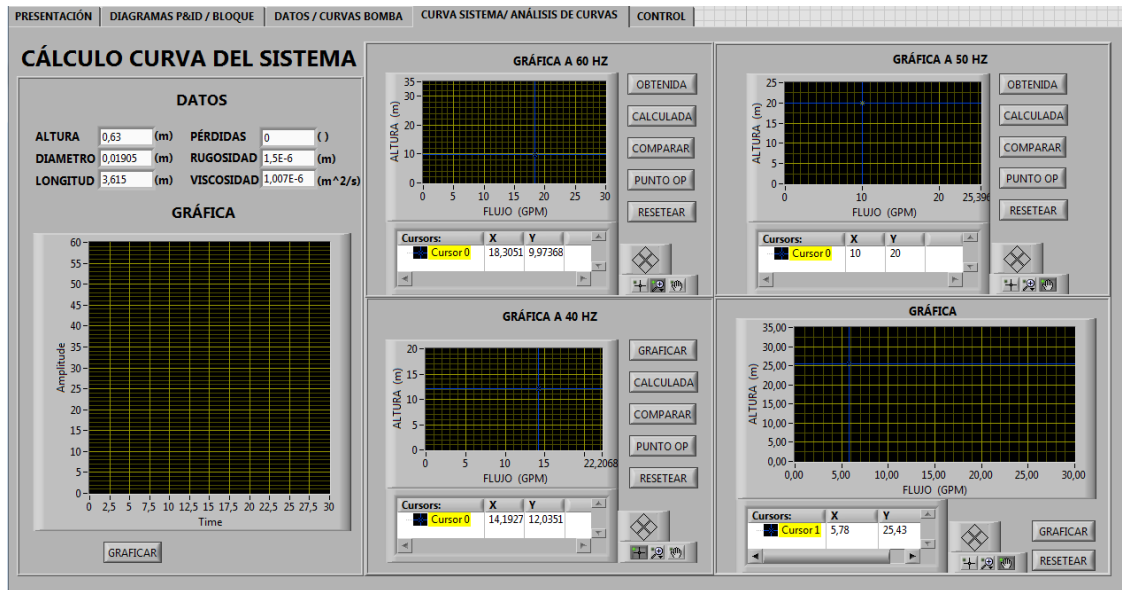
GRAFICAR DATOS



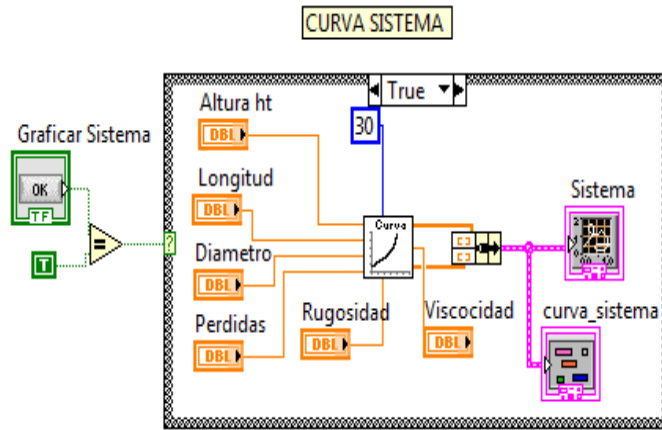
RESETEAR GRÁFICAS



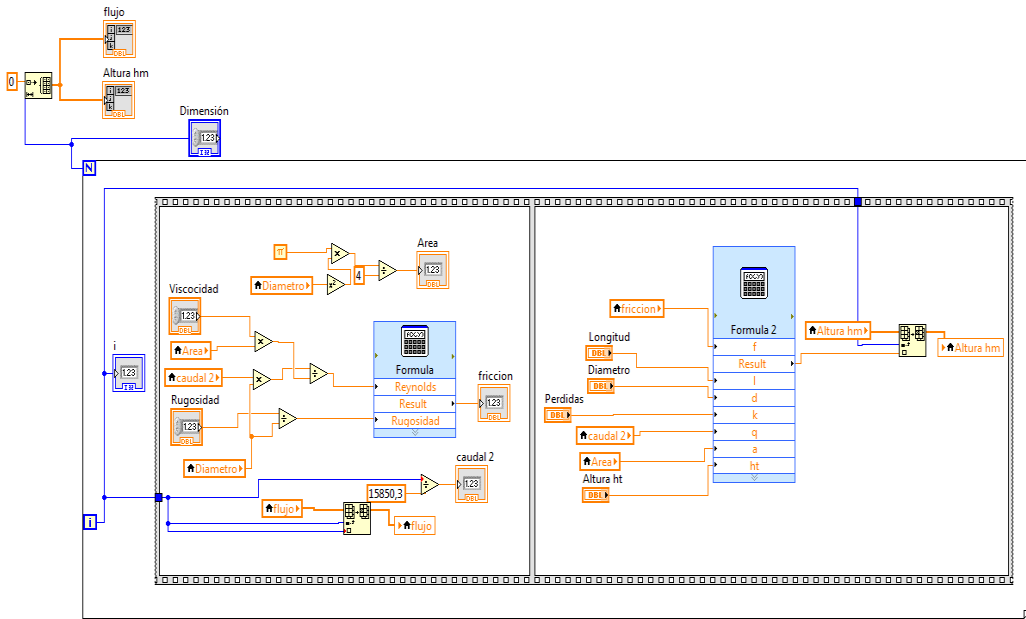
PANTALLA DE CURVAS DEL SISTEMA Y ANÁLISIS DE CURVAS



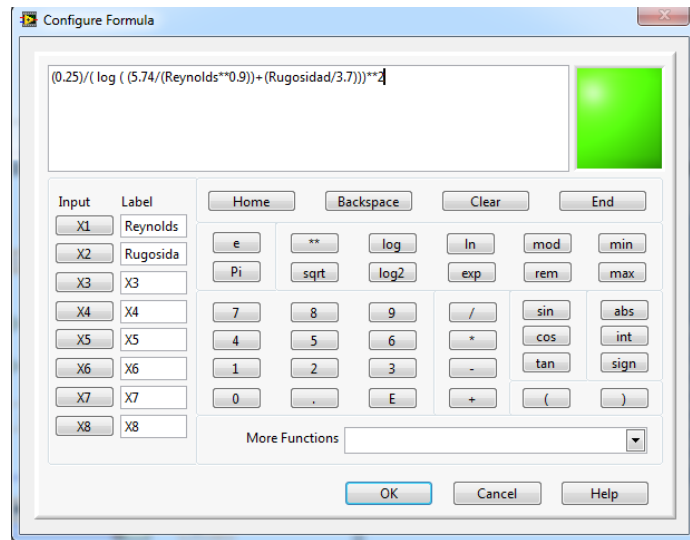
CURVA DEL SISTEMA



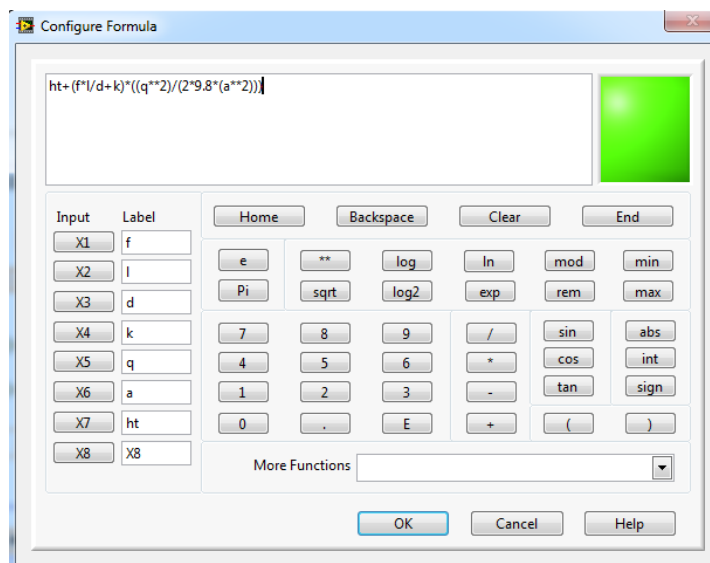
SUB VI DE LA CURVA DEL SISTEMA



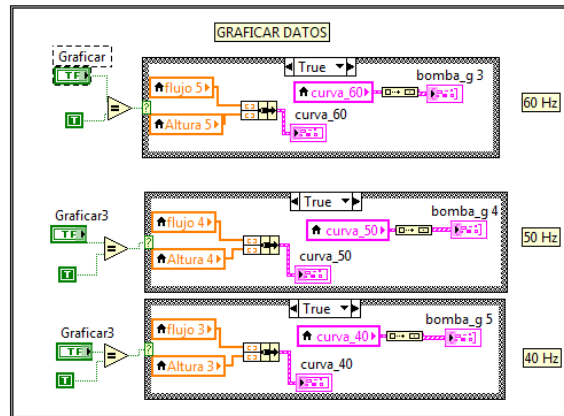
FÓRMULA 1



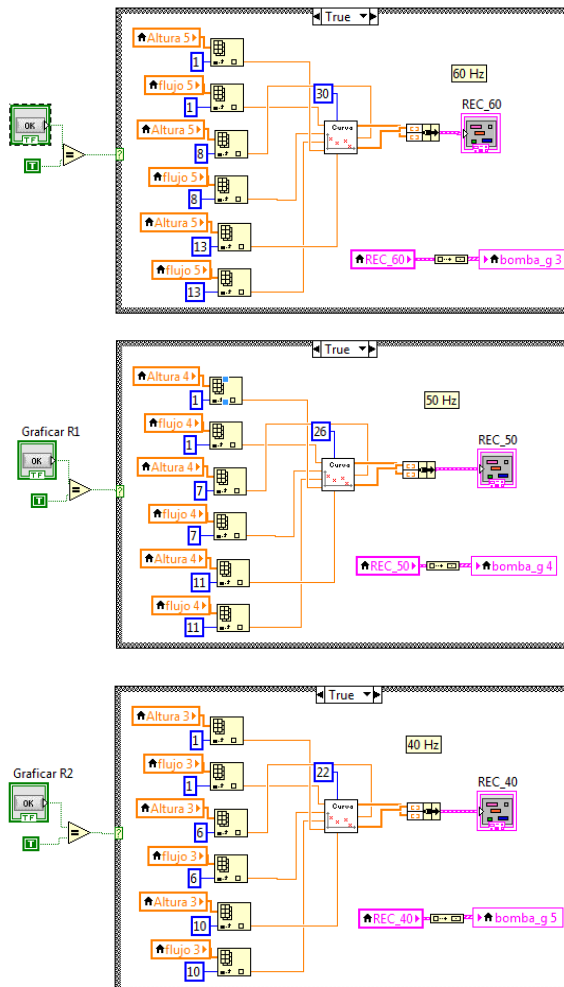
FÓRMULA 2



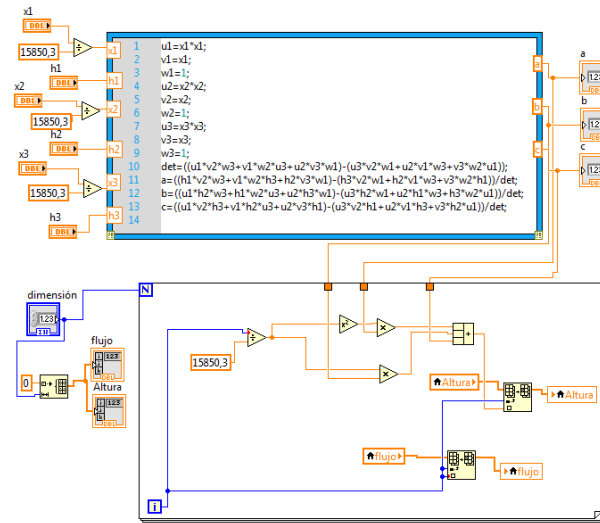
CURVA DE LA BOMBA OBTENIDA



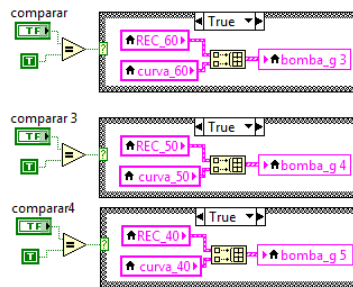
CURVA DE LA BOMBA CALCULADA



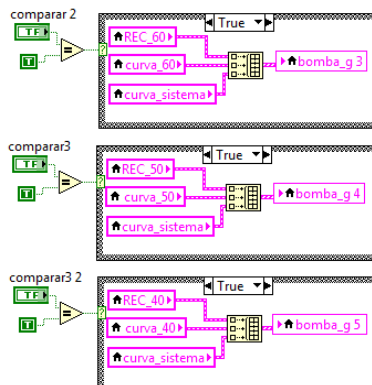
SUB VI DE LA CURVA DE LA BOMBA CALCULADA



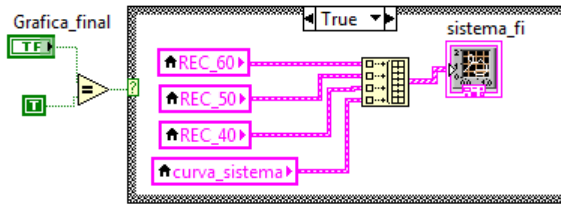
COMPARAR CURVAS



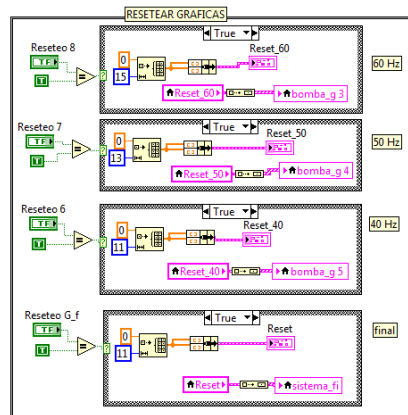
PUNTO DE OPERACIÓN



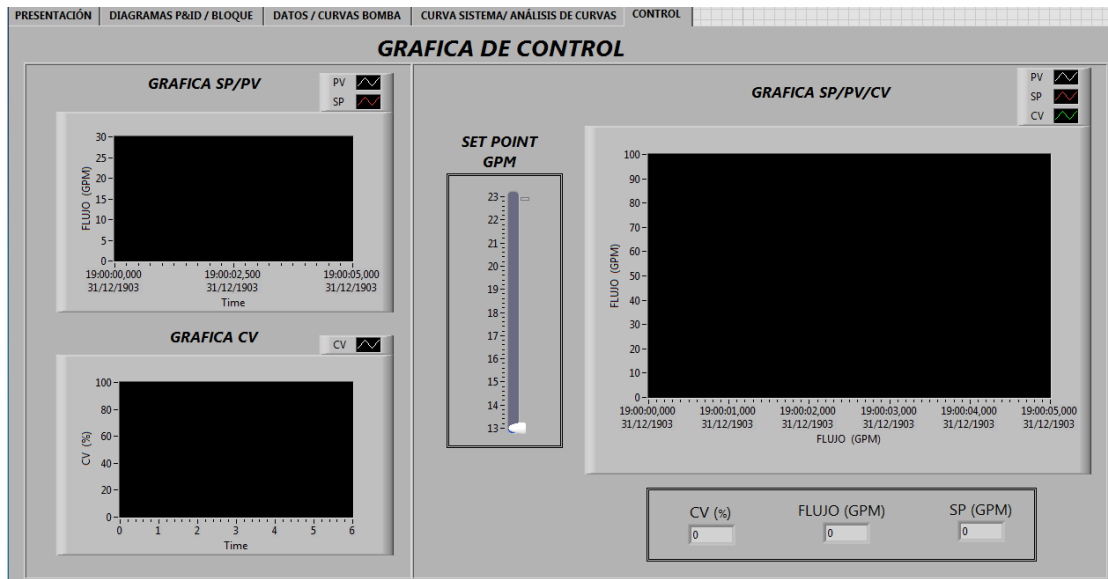
GRÁFICAS DE LAS CURVAS DE LA BOMBA Y SISTEMA

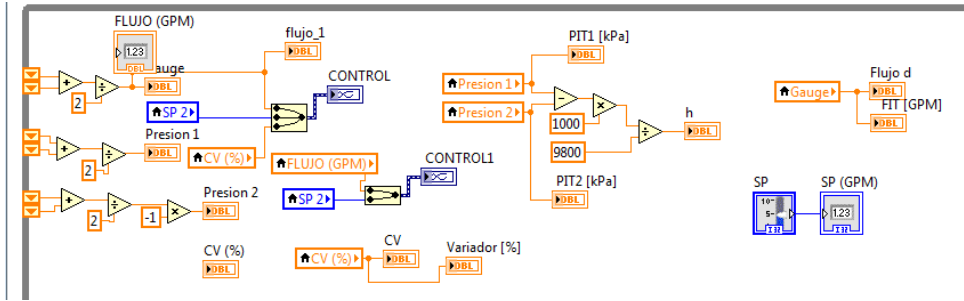


RESETEAR GRÁFICAS



PANTALLA DE CONTROL





ANEXO E

MANUAL TÉCNICO DE POSIBLES FALLAS Y SOLUCIONES

FALLAS	SOLUCIONES
EL banco de pruebas no enciende.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si existe energía de 220 V de alimentación para el banco de pruebas. • Verificar si el interruptor de red, activa al contactor. • Verificar si el interruptor térmico se encuentra en On. • Revisar los fusibles para cada línea de alimentación.
EI PLC no enciende.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las conexiones internas de alimentación del PLC, fijarse si llega el voltaje de 110 V requeridos.
EI PLC no realiza la lectura de la señal de entrada.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si las resistencias en el interior del banco de pruebas se encuentran conectadas al panel (para entrada de voltaje). • Verificar que el interruptor de las entradas analógicas del panel lateral se hallen en la posición adecuada de acuerdo a la aplicación que se encuentre en ejecución (corriente o voltaje). • Verificar que los transmisores se encuentren encendidos, ya que el

	<p>lazo de alimentación se cierra con el módulo de señales del PLC.</p>
<p>La pantalla táctil no enciende.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si el cable de alimentación de la TOUCH no se desconectó. • Verificar si la fuente de alimentación de 24 Vdc está funcionando correctamente.
<p>La pantalla táctil no registra las curvas del proceso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si el cable Ethernet entre el PLC y la pantalla táctil estén conectados a través del switch. • Verificar si el PLC está en modo RUN.
<p>Los transmisores de presión o flujo no encienden</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar las conexiones en el panel lateral del banco de pruebas. • Verificar si la fuente de alimentación de 24 Vdc está funcionando correctamente. • Verificar si el lazo de alimentación se cierra verificar con el amperímetro si se enciende es problema de las entradas analógicas del PLC. • Verificar si los cables en el interior de los transmisores se encuentran bien colocados

<p>El transmisor de flujo no marca caudal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si el sensor de paletas está girando, puede que haya una pequeña basura que impida su movimiento.
<p>Variador de frecuencia no enciende.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si se encuentra encendido el botón red. • Verificar si el variador de frecuencia está alimentado por 220 V.
<p>La bomba centrífuga trifásica no funciona.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si el rotor de la bomba no está remordido. • Verificar las conexiones entre el variador de frecuencia y la bomba centrífuga. • Verificar si el variador de frecuencia no tiene ningún fallo. • Verificar si el interruptor bomba en el panel frontal está encendido. • Apagar el botón de bomba y volver a encenderlo. • Si se encuentra el interruptor del proceso caudal en la posición manual, verificar la posición del potenciómetro no esté en cero. • Si se encuentra el interruptor del proceso caudal en la posición

	<p>local, verificar si las conexiones entre la salida análoga de voltaje (0-10V) al variador de frecuencia en el panel lateral son correctas.</p>
<p>No existe flujo de agua en las tuberías.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Verificar si el nivel de agua que se encuentra en el tanque sea el correcto.• Verificar que todas las válvulas se encuentren en la posición abierta.
<p>No existen señales en el computador.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Verificar si el servidor OPC no se ha caducado.• Verificar que el switch esté encendido.• Verificar que los cables Ethernet estén conectados al switch correctamente.

Latacunga, Noviembre del 2014

ELABORADO POR:

Andrés Guano B.
C.C. 050362398-5

Francisco Jijón V.
C.C. 050305913-1

APROBADO POR:

Ing. Franklin Silva M.
**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA EN ELÉCTRICA E
INSTRUMENTACIÓN**

CERTIFICADO POR:

Dr. Rodrigo Vaca C.
**SECRETARIO ACADÉMICO
UNIDAD ADMISIÓN Y REGISTRO**