

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TÍTULO

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO
AUTOMATIZADO PARA SKID DE MEDICIÓN DE TRANSFERENCIA
CUSTODIA PARA EL PROCESO DE DESPACHO A CAMIONES CISTERNAS DE
GLP EN LA EMPRESA VOPAK PERU S.A.”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

AUTOR : Bach. Martín Teobaldo López Mestanza.

ASESOR : Ing. Luis Vargas Díaz.

TRUJILLO - PERÚ

2013

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De acuerdo a lo establecido por el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, presento a vuestra consideración la tesis titulada:

“PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO PARA SKID DE MEDICIÓN DE TRANSFERENCIA CUSTODIA PARA EL PROCESO DE DESPACHO A CAMIONES CISTERNAS DE GLP EN LA EMPRESA VOPAK PERU S.A.”

Con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Electrónico y esperando constituya una herramienta útil de consulta para quienes se interesen en este tipo de estudio.

La presente investigación se ha desarrollado de acuerdo a las necesidades de la empresa en estudio, para lo cual se diseñó un sistema de control y monitoreo automático, en el que se aplican conocimientos, esfuerzos e investigación.

Espero haber dado cumplimiento y satisfacción a las expectativas y que esta investigación sirva de guía o referencia para el desarrollo de futuros proyectos.

Trujillo, Diciembre 2013

DEDICATORIA

A mis Padres:

Rosa Mestanza de López y

Teobaldo López Chumbe.

Que con su amor, educación, fortaleza y comprensión, son la razón para poder cumplir mis metas.

A mis Hermanos:

Alan López M. y

Cristina López M.

Quienes con su cariño y consejos, encaminan mi vida y me dan deseos de superación para ser cada día mejor.

A mi novia y compañera de vida:

Vania Chong Sandoval.

Que con su amor, apoyo constante y tolerancia hace que toda mi vida funcione perfectamente.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento a:

Todos mis familiares, amigos y docentes, que de una manera u otra hicieron posible el desarrollo de la presente tesis y que con sus consejos, apoyo y motivación, colaboraron para lograr un objetivo más en mi vida profesional.

RESUMEN

La investigación surge de la necesidad de mejorar el sistema de despacho a camiones cisterna de la compañía Vopak Perú S.A., ya que la precisión y confiabilidad de las mediciones son factores determinantes para el buen funcionamiento de las actividades de distribución en la industria Oil & Gas.

El sistema actual de medición se realiza mediante procesos no automatizados, los camiones que llegan a los terminales son pesados antes de iniciar el proceso, posteriormente los operadores conectan los brazos de carga tanto de GLP líquido como de GLP de vapor al camión para iniciar la carga. Después se activa la bomba de circulación del GLP líquido y se procede a abrir las válvulas de ambas líneas. El operador, luego de observar el nivel en los indicadores del camión, procede a apagar la bomba de circulación, cerrar las válvulas de ambas líneas y desconectar los brazos de carga. Finalmente, el camión es pesado por segunda vez siendo la diferencia de pesos lo que establece la carga neta de GLP (facturación) en el camión.

El sistema antes descrito responde a necesidades básicas de medición, sin embargo el sistema automatizado propuesto ofrece mayor precisión en la medición, mayores clientes atendidos y garantiza la calidad del producto.

La implementación del diseño propuesto en esta investigación consta de los siguientes pasos:

-Diseño mecánico y de instrumentación, en donde se definió la mejor ubicación del sistema de medición (SKID de medición), el arreglo de tuberías y la selección de instrumentos de medición para el sistema.

-Diseño de arquitectura de control y transmisión de datos, en donde se definió los lazos de control y envío de información desde el SKID al sistema SCADA.

-Diseño de arquitectura de alimentación eléctrica, en el que se diseñó un panel de distribución de energía eléctrica para la alimentación de todos los instrumentos.

-Diseño de arquitectura civil, solo se brindó recomendaciones ya que no pertenece al área de investigación.

ABSTRACT

The research arises from the need to improve the system of release of the company trucks Vopak Peru S.A., as the accuracy and reliability of the measurements are determining factors for the proper functioning of the distribution activities in the Oil & Gas industry.

The current measurement is performed by non-automated processes, incoming trucks to terminals are weighed before you start the process, and then operators connect the loading arms of LPG liquid and vapor LPG to the truck to start charging. After the operators activate the circulation pump of liquid LPG and proceeds to open the valves on both lines. The operator observing the level indicators of the truck and proceeds to turn off the circulation pump, close the valves on both lines and disconnect the loading arms. Finally, the truck is weighed for the second time being the weight difference which sets the net charge of GLP (turnover) in the truck.

The system described above meets basic needs measurement, however the proposed automated system provides greater accuracy in measurement, clients served and ensures higher product quality.

Design implementation proposed herein comprises the following steps:

- Mechanical design and instrumentation, where the best location was defined measurement system (measurement SKID), the piping arrangement and selection of measuring instruments for him system.
- Control architecture design and data transmission, in which defined the control loops and sending information from the SCADA system SKID.
- Design of Power architecture, which was designed power distribution panel electric power to all instruments.
- Design of civil architecture, provided recommendations only and does not belong to the area of research.

TABLA DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
EL PROBLEMA	3
CAPITULO I	4
EL PROBLEMA	4
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 CARACTERISTICAS DE LA PROBLEMÁTICA	7
1.2 OBJETIVOS	7
1.2.1 Objetivo General:	7
1.2.2 Objetivos Específicos:	7
1.3 ALCANCE:	8
1.4 LIMITACIONES:	8
1.5 JUSTIFICACIÓN:	8
CAPITULO II	10
MARCO EMPRESARIAL	10
CAPITULO II	11
MARCO EMPRESARIAL	11
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	11
2.2 MISIÓN DE LA EMPRESA	11
2.3 VISIÓN DE LA EMPRESA	12
2.4 VALORES DE LA EMPRESA	12

2.5	ORGANIZACIÓN JERARQUICA DEL PROYECTO EN VOPAK PERU S.A.	14
	CAPITULO III	15
	MARCO TEÓRICO.....	15
	CAPITULO III	16
	MARCO TEÓRICO.....	16
3.1	ANTECEDENTES.....	16
3.2	BASES TEÓRICAS	17
3.2.1	Fluido.....	17
3.2.1.1	Gas Licuado de Petróleo “GLP”.....	18
3.2.1.1.1	Producción del GLP.....	19
3.2.1.1.1.1	Producción del GLP en Refinerías.....	19
3.2.1.1.1.2	Producción del GLP del gas Natural.....	19
3.2.1.1.2	Composición del GLP.....	19
3.2.1.1.3	Propiedades del GLP.....	20
3.2.1.1.4	Características Químicas.....	21
3.2.1.1.5	Características Físicas.....	22
3.2.1.1.6	Tipos de vaporización de GLP	26
3.2.1.1.6.1	Vaporización natural.....	26
3.2.1.1.6.2	Vaporización forzada	27
3.2.2	Elementos de una unidad de medición.....	28
3.2.2.1	Sensor	28
3.2.2.2	Transmisor	30
3.2.2.2.1	Sensores / Transmisores de Presión.....	33
3.2.2.2.1.1	Unidades de Presión.....	34
3.2.2.2.1.2	Clasificación de sensores de presión.....	34
3.2.2.2.1.2.1	Sensores de Presión Mecánicos	34
3.2.2.2.1.2.2	Sensores de Presión Neumático	35
3.2.2.2.1.2.3	Sensores de Presión Resistivos	36
3.2.2.2.1.2.4	Sensores de Presión Piezoresistivos	37
3.2.2.2.1.2.5	Sensores de Presión Capacitivos.....	38

3.2.2.2.1.2.6	Sensores de Presión Piezoeléctricos.....	39
3.2.2.2.2	Sensores/Transmisores de Temperatura.....	40
3.2.2.2.2.1	Termistor	40
3.2.2.2.2.2	RTD (Resistance Temperature Detector)	40
3.2.2.2.2.3	Termopar	41
3.2.2.2.3	Sensores/ Transmisores de flujo	41
3.2.2.2.3.1	Principio de Medición – Caudalímetros máscos Coriolis	42
3.2.2.2.3.2	Medición de Densidades	47
3.2.2.2.3.3	Medición de Temperatura	47
3.2.2.2.3.4	Ventajas e Inconvenientes	47
3.2.2.2.3.4.1	Ventajas:.....	47
3.2.2.2.3.4.2	Inconvenientes	48
3.2.2.3	Computador de Flujo	48
3.2.3	Automatización de Procesos	49
3.2.4	Sistemas de Control	51
3.2.4.1	Clasificación de los sistemas de control según su comportamiento	52
3.2.4.1.1	Sistema de control de lazo abierto:	52
3.2.4.1.2	Sistema de control de lazo cerrado:	53
3.2.4.2	Características de un sistema de control	53
3.2.5	Sistema de Control mediante computador de Flujo.....	54
3.2.6	Protocolos de comunicación Industriales.....	55
3.2.6.1	HART (Highway-Addressable-Remote-Transducer)	56
3.2.6.2	PROFIBUS (Process Field Bus):.....	57
3.2.6.3	Foundation Fieldbus (FF):	57
3.2.6.4	MODBUS	58
3.2.6.5	DEVICENET:	58
3.2.6.6	SLIP.....	58
3.2.6.6.1	Formato de SLIP.....	60
3.2.6.6.2	Servicios de SLIP	60
3.2.7	SCADA.....	61

3.2.8	Software de programación SCADA FactoryTalk View Rockwell	62
3.2.9	Organización Internacional de Metrología Legal (OIML R117) - Sistemas de Medida para Líquidos con excepción del Agua (Sistemas de Medición de Flujo Volumétrico).....	65
3.2.9.1	Clases de precisión	65
3.2.9.2	Errores máximos permisibles	66
3.2.9.3	Condiciones para la aplicación de los errores máximos permisibles	68
	CAPITULO IV	71
	DESARROLLO DEL PROYECTO	71
	CAPITULO IV	72
	DESARROLLO DEL PROYECTO	72
4.1	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	72
4.1.1	Ubicación del Proyecto:	72
4.1.2	Sistema de Despacho de GLP actual en Vopak Perú S.A.	73
4.1.2.1	Balanza	74
4.1.2.1.1	Características	75
4.1.2.1.2	Especificaciones Técnicas.....	76
4.1.2.2	Manómetros:	76
4.1.2.2.1	Características:	77
4.1.2.3	Termómetros bimetálicos.....	78
4.1.2.3.1	Características	78
4.1.3	Proceso de Pesaje antes de Carga de GLP	79
4.1.4	Proceso de Carga de GLP a Camiones Cisternas:	79
4.1.5	Proceso de Pesaje después de Carga de GLP	80
4.1.6	Datos de la aplicación	80
4.1.6.1	Información Meteorológica.....	80
4.1.6.2	Elevación del Sitio.....	81
4.1.6.3	SÍSMICA, viento, nieve y escarcha DATOS	81
4.1.6.4	Datos del Proceso	81
4.1.6.4.1	Tubería de GLP líquido:.....	81
4.1.6.4.2	Tubería de GLP de vapor:	82

4.1.6.5	Datos para el diseño.....	83
4.1.6.5.1	Tubería de GLP Líquido:	83
4.1.6.5.2	Tubería de GLP Vapor:.....	83
4.1.6.6	Sistema de unidad.....	83
4.1.6.7	Datos de diseño para tuberías.....	84
4.1.6.8	Aislamiento Térmico	84
4.1.6.9	Sistema de Pintura	84
4.1.6.10	Electricidad.....	86
4.1.6.11	Zonas Peligrosas	86
4.1.6.12	Normas y especificaciones aplicables	86
4.1.6.13	Descripción de los códigos de diseño	86
4.2	Estudio y Análisis de la normativa técnica para la fiscalización de hidrocarburos líquidos.	87
4.3	Medición automática para fiscalización y transferencia de custodia.....	88
4.4	Parámetros a medir	89
4.4.1	Medición de Cantidad de GLP	89
4.5	Tecnología para la fiscalización y transferencia de custodia del GLP	89
4.5.1	Medidor de Flujo	89
4.5.2	Medidor de temperatura.....	90
4.5.3	Medidor de Presión.....	90
4.5.4	Computador de Flujo	90
4.6	Definición y selección de la ubicación y punto de conexión del sistema	90
4.7	Selección de los instrumentos de medida a utilizar en el diseño.....	93
4.7.1	Transmisor de Flujo tipo coriolis.....	95
4.7.2	Sensor de Temperatura	98
4.7.3	Transmisor de Presión	99
4.7.4	Válvulas tipo Bola ON/OFF.....	101
4.7.5	Filtro Y-Strainer	101
4.7.6	SET STOP CONTROL VALVE.....	102
4.7.7	AIR ELIMINATOR (Eliminador de Vapores).....	103
4.7.8	Computador de Flujo	105

4.8	PROCESO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANFERENCIA CUSTODIA SKID DE GLP	108
4.8.1	Diseño mecánico y de Instrumentación	112
4.8.1.1	Diseño de la sección de filtrado	113
4.8.1.2	Diseño de la sección de regulación de presión y Protección del sistema	115
4.8.1.3	Diseño de la sección de medición de GLP Líquido	119
	Tubería de GLP líquido:	119
	Medidor de Flujo y Densidad para tubería de GLP Líquido:	120
	Sensor de Temperatura:	122
	Transmisor de Presión:	123
	Válvulas	124
4.8.1.4	Diseño de la sección de medición de GLP Vapor	133
	Tubería de GLP de vapor:	133
4.8.1.5	Diseño de la sección del drenaje del sistema	137
4.8.2	Diseño de la arquitectura de control y transmisión de datos	139
4.8.3	Diseño de la arquitectura de alimentación eléctrica.	143
4.8.4	Diseño de arquitectura civil	146
4.8.4.1	Cálculo de Cargas	146
4.8.4.2	Recomendaciones para las obras civiles	147
4.8.5	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	148
4.8.6	DISEÑO DE MONITOREO SCADA DEL SISTEMA DE CONTROL	149
4.8.6.1	Pantallas de Operación:	149
4.8.6.1.1	Pantalla de Inicio VPK_P93_INI:	149
4.8.6.1.2	Vista principal del skid VPK_P93_LAY:	150
4.8.6.1.3	Parámetros principales Línea 1 VPK_P93_L01:	150
4.8.6.1.4	Parámetros principales Línea 2 VPK_P93_L02:	152
	Mostrará los parámetros principales de la línea de trabajo:	152
4.8.6.1.5	Parámetros principales Línea 3 VPK_P93_L03:	153
4.8.6.1.6	Listado de alarmas activas e inactivas Status, VPK_P93_ALR:	155

Mostrará las alarmas, eventos y status de cada uno de ellos. Comandos provenientes del CONTREC como los siguientes deberán ser reportados:	155
4.8.6.2 Funciones principales	155
4.8.6.2.1 Generación de reportes.....	156
4.8.6.3 Desarrollo del SCADA	157
4.8.6.3.1 Instalación de Software.....	157
4.8.6.3.2 Comandos de comunicación.....	157
4.8.6.3.3 Base de datos	158
4.8.6.3.4 Pantallas HMI.....	159
CONCLUSIONES	163
CONCLUSIONES	164
RECOMENDACIONES	165
RECOMENDACIONES	166
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	167
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	168
ANEXOS.....	170
EQUIPOS SELECCIONADOS PARA EL SKID DE MEDICIÓN	171
COMPUTADOR DE FLUJO CONTRECT MODELO 1010A	172
FLUJÓMETRO CORIOLISS ENDRESS+HAUSER PROMASS 84F.....	178
FLUJÓMETRO CORIOLISS ENDRESS+HAUSER PROMASS 83F.....	184
TRANSMISOR DE PRESION ENDRESS+HAUSER CERABAR PMP71	190
SENSOR DE TEMPERATURA ENDRESS+HAUSER RTD THERMOMETER TR66.....	196
ELIMINADOR DE VAPORES	202
Y-STRAINER	206
VÁLVULAS BOLA	210
PRESSURE TEMPERATURE RELIEF VALVE.....	216
PRESSURE MAINTAINING VALVE	222
SET – STOP CONTROL VALVE	228
PLANOS	234
PLANO DE ARQUITECTURA MECÁNICA DEL SKID DE MEDICIÓN	235

PLANO 3D DEL SKID DE MEDICIÓN	238
-------------------------------------	-----

TABLA DE ILUSTRACIONES

Imagen 1: Organización Jerárquica del proyecto en Vopak Perú S.A.	14
Imagen 2: Propiedades del GLP.....	21
Imagen 3: Molécula Butano.....	21
Imagen 4: Molécula Propano	22
Imagen 5: Límites de Inflamabilidad	24
Imagen 6: Presión de vapor del GLP en función del % de propano y % de butano	25
Imagen 7: Tipos de Presión	33
Imagen 8: Tipos de sensores de presión mecánicos.....	35
Imagen 9: Sensores de Presión Neumático.....	35
Imagen 10: Ecuación de la resistencia de un conductor eléctrico.....	36
Imagen 11: Ubicación de las cintas extensométricas y el efecto producido por la presión.	37
Imagen 12: Ecuación de la capacidad de un condensador de dos placas.	38
Imagen 13: Efecto de la presión en una membrana capacitiva.	39
Imagen 14: Efecto de la presión en sensores Piezoeléctricos	39
Imagen 15: Causas y efectos de la fuerza de Coriolis en una plataforma circular giratoria.	43
Imagen 16: El Principio de medición de Coriolis (para una explicación detallada: vease la imagen 17)	45
Imagen 17: Fuerza de Coriolis y geometría de la oscilación en los tubos de medición.	46
Imagen 18: Computador de Flujo marca CONTREC modelo 1010A	49
Imagen 19: Sistema de control básico.	51
Imagen 20: Elementos típicos de un sistema de control para SKID de GLP.	55
Imagen 21: Señal Hart	57
Imagen 22: SCADA típico para Sistema de monitoreo y despacho de GLP.....	62
Imagen 23: Ubicación Geográfica del proyecto.	72

Imagen 24: Lugar de Proyecto.....	73
Imagen 25: Ubicación del SKID de medidores másicos en planta.	73
Imagen 26: Sistema de despacho de GLP actual en Vopak Perú S.A.....	74
Imagen 27: Balanza AND modelo AD-4321B.....	75
Imagen 28: Especificaciones Técnicas balanza AND.....	76
Imagen 29: Manómetro instalado en líneas de despacho de GLP en Vopak Perú S.A.....	76
Imagen 30: Dimensiones del manómetro.	78
Imagen 31: Dimensiones del termómetro bimetálico.....	79
Imagen 32: Localización del SKID en coordenadas.	91
Imagen 33: Zona de ubicación del SKID.	92
Imagen 34: Ubicación actual de tuberías de GLP líquido y GLP de vapor.....	93
Imagen 35: Flujómetro tipo Corioliss Endress+Hauser.	96
Imagen 36: Sensor de temperatura Endress+Hauser.....	99
Imagen 37: Transmisor de presión.....	100
Imagen 38: Válvula Bola On/Off.....	101
Imagen 39: Filtro tipo Y-Strainer.....	102
Imagen 40: Válvula de control Set Stop.....	102
Imagen 41: Gráfica de funcionamiento de la válvula de control Set Stop	103
Imagen 42: Eliminador de vapores.....	105
Imagen 43: Diagrama de flujo del proceso de diseño del sistema de transferencia custodia para SKID de GLP.	109
Imagen 44: Tomas de ingreso al SKID Línea de GLP líquido y Vapor	114
Imagen 45: P&ID del sistema de filtrado del SKID.....	115
Imagen 46: Válvula de Expansión Térmica y presión	116
Imagen 47: Pressure Maintaining Valve	117
Imagen 48: Válvula TPRV en el Stream 1.	117
Imagen 49: Válvula TPRV en el Stream 2.	118
Imagen 50: Válvula TPRV en el Stream 3.	118
Imagen 51: Pressure Maintaning Valve en el Stream 1	118

Imagen 52: Pressure Maintaning Valve en el Stream 2	119
Imagen 53: Pressure Maintaning Valve en el Stream 2	119
Imagen 54: Transmisor de Flujo Corioliss Endress+Hauser.	122
Imagen 55: Sensor de Temperatura Endress+Hauser.....	123
Imagen 56: Transmisor de Presión Endress+Hauser.....	124
Imagen 57: Válvulas Bola manuales on/off.....	125
Imagen 58: Válvula Check tipo pisto KCM modelo 7100.	125
Imagen 59: P&ID ubicación del transmisor de flujo coriolis en el Stream 1.	128
Imagen 60: P&ID ubicación del transmisor de flujo coriolis en el Stream 2.	129
Imagen 61: P&ID ubicación del transmisor de flujo coriolis en el Stream 3.	129
Imagen 62: P&ID ubicación de la válvula check en el Stream 1.....	129
Imagen 63: P&ID ubicación de la válvula check en el Stream 2.....	130
Imagen 64: P&ID ubicación de la válvula check en el Stream 3.....	130
Imagen 65: P&ID ubicación del Transmisor de Temperatura en el Stream 1.	131
Imagen 66: P&ID ubicación del Transmisor de Temperatura en el Stream 2.	131
Imagen 67: P&ID ubicación del Transmisor de Temperatura en el Stream 3.....	131
Imagen 68: P&ID ubicación del sensor de temperatura en el Stream 1.....	132
Imagen 69: P&ID ubicación del sensor de temperatura en el Stream 2.....	132
Imagen 70: P&ID ubicación del sensor de temperatura en el Stream 3.....	133
Imagen 71: Transmisor de Flujo tipo Corioliss Endress+Hauser.	135
Imagen 72: P&ID Ubicación del Transmisor de Flujo Corioliss para la línea de Retorno de Vapores del Stream 1.....	136
Imagen 73: P&ID Ubicación del Transmisor de Flujo Corioliss para la línea de Retorno de Vapores del Stream 2.....	136
Imagen 74: P&ID Ubicación del Transmisor de Flujo Corioliss para la línea de Retorno de Vapores del Stream 3.....	136
Imagen 75: Línea principal de retornos de vapores.	137
Imagen 76: P&ID conexión del sistema de drenaje de los eliminadores de vapores a la línea general de drenaje.....	138

Imagen 77: P&ID conexión del sistema de drenaje de los Filtros Y-Strainer a la línea general de drenaje.....	139
Imagen 78: Línea general de drenaje del SKID.....	139
Imagen 79: Arquitectura de la sección de medida.	141
Imagen 80: Diagrama de control.....	142
Imagen 81: Gráfico de distribución de las señales de alimentación de los equipos en el SKID.....	144
Imagen 82: Diagrama de conexionado eléctrico del panel de distribución eléctrica en el SKID.....	145
Imagen 83: Panel de Distribución de energía eléctrica del SKID.....	146
Imagen 84: Cálculo de Cargas.	146
Imagen 85: Reporte Modelo del sistema actual:	156
Imagen 86: Software KepServer Enterprise	158
Imagen 87: Tablas de funciones para la construcción de la base de datos del SCADA. ...	158
Imagen 88: Pantalla de Inicio del SCADA.....	159
Imagen 89: Vista principal del SCADA.....	159
Imagen 90: Vista por Línea del SKID.....	160
Imagen 91: Modelos de Faceplates que serán creados por cada instrumento.	161
Imagen 92: Vista de Alarmas del Sistema.	162
Imagen 93: Vista de Plantilla de Reportes de Facturación del Sistema.	162
Imagen 94: Front View del SKID.....	236
Imagen 95: Lateral View del SKID.....	236
Imagen 96: Top View del SKID.	237
Imagen 97: General Arrangement del SKID.	237
Imagen 98: Imagen del SKID 3D.....	239
Imagen 99: Top View del SKID en 3D.....	240
Imagen 100: Lateral View del SKID en 3D.	240
Imagen 101: Front View del SKID en 3D.....	241
Imagen 102: Back View del SKID en 3D.	241

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Unidades de Presión	34
Tabla 2: Clases de precisión según OIML R117 para sistemas de medida de líquidos. ¹¹ ...	66
Tabla 3: Clases de precisión. ¹²	67
Tabla 4: Errores máximos permisibles. ¹³	67
Tabla 5: Tipo de Precisión vs tipo de sistema de medición según OIML.	94
Tabla 6: Clases de Precisión.	95
Tabla 7: Tabla resumen de las señales medidas.....	141
Tabla 8: Listado de instrumentos que necesitarán de energía eléctrica y el equipo quien se la suministrará.....	143
Tabla 9: Datos de las estructuras y fuerzas externas.....	147

INTRODUCCIÓN

La precisión y confiabilidad de los sistemas de medición de transferencia custodia son factores absolutamente imprescindibles para el buen funcionamiento de las actividades de distribución en la industria Oil & Gas, constituyen la base para el correcto control y monitoreo de las diversas variables involucradas en este proceso.

La presente tesis nace de la observación realizada sobre el método de medición que utilizan las empresas comercializadoras de GLP para el despacho a camiones cisternas de GLP y de la importancia de tener un sistema que obtenga la medición más exacta posible y con precisión adecuada para este tipo de negocio (Sistemas de transferencia custodia). Por lo cual se plantea el diseño de un sistema de control y monitoreo automatizado para un SKID de medición de transferencia custodia de GLP a ser ubicado en el terminal de Callao de la empresa Vopak Perú S.A.

El objetivo principal planteado en este trabajo es el diseño de un sistema de control y monitoreo para un SKID de medición de GLP, para tal fin se seguirá una metodología de trabajo que inicia con el análisis de las condiciones del proceso de fiscalización y transferencia de custodia de GLP y de la normativa técnica que rige dicho proceso, esto, con la intención de definir correctamente el proceso a controlar y establecer directrices a cumplir para el trabajo. Con esto se procede a seleccionar la localización y punto de conexión del sistema, los equipos e instrumentos a utilizar y a desarrollar el diseño del SKID, a fin de conocer todos los aspectos del sistema, de manera que se realice un control eficiente.

Finalmente, con los objetivos cumplidos, se realiza el diseño de la lógica de control y monitoreo, el cual se encargará de gestionar el funcionamiento del equipo y de poner en marcha una serie de simulaciones para validar el funcionamiento de la lógica implementada.

La iniciativa para la realización de este proyecto surge de la necesidad existente de optimizar el proceso de medición fiscal o transferencia de custodia, incrementando la confiabilidad y autonomía del proceso de despacho a camiones de GLP en la empresa Vopak Perú S.A.

CAPITULO I
EL PROBLEMA

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este apartado se conocerá de forma general el área donde se realiza la investigación. Además de una breve caracterización del proceso de despacho a camiones de GLP y las razones que originan el problema de investigación.

Una de las mayores preocupaciones del hombre a través de su historia ha sido la obtención y el aprovechamiento de la energía, búsqueda que lo ha llevado a utilizar diversas tecnologías, las mismas que dependen de diferentes fuentes de energía para su funcionamiento. Uno de los avances tecnológicos que más impacto ha tenido ha sido el motor de combustión interna, el cual fue el catalizador para el inicio de lo que se conoce como la revolución industrial del siglo XX.

Este hecho originó la explotación masiva de los combustibles fósiles para alimentar la gran demanda existente de combustible tanto para industrias como para el consumidor particular.

El gas licuado del petróleo es a menudo abreviado como GLP. El propano, butano, isobutano y todos estos tipos de gases entran en esta categoría. Aunque generalmente es más versátil que los combustibles fósiles comúnmente mencionados, el gas licuado del petróleo también es un combustible fósil. Puede obtenerse cuando el petróleo o el gas natural se extraen de la tierra. También puede ser producido por la refinación del gas natural o la refinación del petróleo. Aun cuando la producción no es intencional, el GLP se produce como subproducto cuando otros materiales combustibles fósiles se fabrican.

Vopak - con sede en Rotterdam, Países Bajos - es el mayor proveedor mundial independiente de tanques de almacenamiento, especializado en el almacenamiento y manejo de productos químicos líquidos, gases y productos de petróleo. Vopak Perú

brinda servicios independientes de almacenamiento y comercialización de líquidos en tanques a las industrias petroleras y químicas. Vopak opera terminales de almacenamiento para productos derivados de hidrocarburos, químicos y gases en el puerto del Callao y en Cerro de Pasco.

La operación de los terminales se deriva de la adjudicación del concurso público convocado por la CEPRI-PETROPERU, el 22 de mayo de 1997, quién otorgó a favor de la empresa Serlipsa Fuel Centre Centro S.A., posteriormente Vopak, el “Contrato de Operación de los Terminales del Centro” (en lo sucesivo, el Contrato de Operación).

Además de brindar el servicio de almacenaje de GLP, Vopak comercializa y distribuye este producto a camiones cisternas de GLP de diferentes empresas, este proceso se realiza en el área denominada OS6 Recepción y Despacho de GLP. Vopak posee tres islas de despachos a camiones cisternas de GLP y utiliza como sistema de contrastación balanzas de la marca AND, modelo AD-4321 B, del tipo electrónica, de funcionamiento no automático, con un rango de medición desde 0 hasta 80000Kg, división mínima de escala de 20Kg, y clase de precisión III. Debido a esto, surge un concepto conocido como medición de transferencia custodia, que es aplicado cuando se trata con sistemas de medida cuyos estándares de desempeño son establecidos por medio de un organismo gubernamental que exige una determinada calidad en las medidas efectuadas. En transferencia de custodia se apunta a obtener la medición más exacta posible, de modo que la factura emitida sea lo más próxima a la realidad. No es un punto crítico el tiempo que se tarde el sistema en dar una respuesta, pero si es importante que la respuesta sea exacta y verificable. En los sistemas de transferencia de custodia se trabaja con equipos calibrados en base a patrones internacionales certificados y traceables, lo que facilita el comercio internacional, ya que, una tonelada medida en Seúl debe ser igual a una tonelada medida en Lima, por dar un ejemplo.

Conocido este punto, es de vital importancia que los sistemas de medida que sean implementados, cumplan con dichas normas, por lo que la selección de sus componentes es importante. Las islas o estaciones de despacho deben contar con

sistemas de fiscalización que presenten un desempeño óptimo (instrumentos de medición con alta precisión, calibración frecuente de los equipos en laboratorios de calibración internacional, sistemas automáticos, etc.) y que además sean capaces de ofrecer la mayor cantidad de parámetros, valores de control y supervisión posibles para asegurarle al operador de la estación un panorama detallado de las condiciones del flujo de GLP que está siendo transferido, a fin de que pueda efectuar las acciones correspondientes como facturación y otros. Actualmente, estos sistemas existen en diferentes terminales de despachos. Sólo por mencionar algunos, Vopak cuenta con sucursales en Colombia, China, Estados Unidos y alrededor del mundo. En Perú se decidió realizar un proyecto de modernización del sistema de despacho a camiones cisterna de GLP.

Los sistemas de transferencia de custodia se componen de una serie de lazos de medida los cuales cuentan con una serie de dispositivos y equipos que se usan para medir la calidad y la cantidad de GLP que fluye a través del punto de fiscalización en las estaciones de despacho.

El proceso de despacho a camiones de GLP se realiza a través de la siguiente cadena: los camiones cisterna de GLP de diferentes empresas ingresan a las instalaciones del terminal de Callao de Vopak Perú, son pesados en la balanza con sus contenedores vacíos y luego se ubican en una de las tres islas de despacho disponibles para ser llenados de GLP. Luego el operario se encarga de conectar los brazos de carga, tubería de GLP líquido y tubería de vapor de GLP y aterrizar el sistema mediante un grounding device. Una vez realizado este procedimiento, el operario dispone abrir la válvula de control y por método de cálculo de tiempos, se estima el cerrado de esta válvula finalizando el proceso de despacho. Como último paso se dispone nuevamente a pesar el camión cisterna. La diferencia de pesos dará como resultado el contenido real que se ha cargado dentro del camión cisterna de GLP.

1.1 CARACTERISTICAS DE LA PROBLEMÁTICA

- Imprecisión en el despacho de GLP, lo cual afecta la calidad del servicio, produce pérdidas de dinero y facturación errónea tanto para el cliente como para Vopak Peru S.A.
- Tiempos innecesariamente largos de atención al usuario que afectan la calidad del servicio, pérdidas de dinero (menor número de usuarios atendidos en el día).
- No confiabilidad de la medición, debido al sistema poco preciso y no automatizado con el que cuenta Vopak Peru S.A. actualmente y con el que realiza la contrastación y la facturación de su servicio.
- Registro de datos y facturación manual por parte del operador del sistema.
- Carencia de instrumentación para el registro de datos como presión, flujo y temperatura necesarios al momento del despacho a los camiones cisterna de GLP.

1.2 OBJETIVOS

Esta sección contempla la exposición del objetivo general de la investigación y de la serie de objetivos específicos que deberán ser cumplidos para lograr un eficiente trabajo.

1.2.1 Objetivo General:

Diseñar un sistema de control y monitoreo automatizado para SKID de medición de transferencia custodia para el proceso de despacho a camiones cisternas de GLP para la empresa Vopak Perú S.A.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Analizar las condiciones y características del proceso de despacho a camiones de GLP a fin de definir los lineamientos a seguir para el diseño planteado.
- Definir y seleccionar la ubicación geográfica adecuada para el sistema.

- Diseñar el sistema de medición de transferencia custodia para el proceso.
- Efectuar la selección de los componentes e instrumentos a utilizar para la medición de las variables a monitorear.
- Proponer el diseño del software que permitirá el monitoreo mediante SCADA del sistema de control.

1.3 ALCANCE:

Este apartado define el área de acción planteado para la serie de actividades involucradas en la investigación.

Este trabajo de investigación comprende todas las etapas del proceso de diseño del sistema de transferencia de custodia para el proceso de despacho a camiones de GLP, estas comprenden el análisis del proceso, la selección de los equipos a utilizar en función de sus características técnicas y la correcta integración de las mismas.

1.4 LIMITACIONES:

A continuación se presentan los diversos factores existentes que podrían representar una limitante o impedimento durante la elaboración de la presente investigación.

Entre las diversas limitaciones que podrían surgir durante la realización del proyecto deben mencionarse factores como la falta de recursos para el traslado a campo, lo cual limitaría enormemente el acceso a los equipos para efectuar pruebas. La dificultad para concertar reuniones con el personal capaz de proporcionar la información necesaria en función de su horario y obligaciones laborales.

1.5 JUSTIFICACIÓN:

Esta sección tiene como objetivo exponer las razones que dan validez a la realización del mencionado proyecto.

El proceso de medición de la cantidad de GLP es extremadamente importante para el proceso de despacho a camiones de GLP, por ello es necesario que la instrumentación utilizada para tal propósito sea de las más altas especificaciones y ofrezca una

confiabilidad de operación y desempeño fuera de toda duda. Este proyecto propone una importante mejora en lo que es la confiabilidad de operación ya que disminuye las fallas de contabilización por causa de desperfectos en algún equipo y le imprime al equipo un mayor grado de adaptabilidad a posibles cambios en las condiciones de proceso.

CAPITULO II
MARCO EMPRESARIAL

CAPITULO II

MARCO EMPRESARIAL

Este capítulo tiene como propósito brindar una visión general de la corporación como un todo, tomando en cuenta aspectos de su historia, visión empresarial y organización interna.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

“Vopak - con sede en Rotterdam, Países Bajos - es el proveedor independiente más grande del mundo de tanques de almacenamiento, especializado en el almacenamiento y manipulación de productos químicos líquidos, gases y productos de petróleo. Vopak opera 85 terminales con una capacidad combinada de casi 30 millones de metros cúbicos en 31 países. Los terminales están ubicados estratégicamente para los usuarios a lo largo de las principales rutas de navegación. La mayoría de los clientes son de la industria química y de aceite, para los que Vopak almacena una gran variedad de productos destinados a una amplia gama de industrias.

Con casi 400 años de experiencia en almacenamiento y transbordo, Vopak se dedica casi genéticamente al servicio. El compromiso total con el éxito de sus clientes se ha traducido en excelentes relaciones comerciales. Las operaciones de Vopak se basan en los principios de transparencia, lealtad, compromiso con su gente y la confianza mutua.

El volumen de negocios anual de la empresa es de 1,3 millones de euros (2012) acciones de Vopak se enumeran en el Amsterdam AMX-index. Vopak y sus joint ventures utilizan una plantilla internacional de alrededor de 6.100 personas.”¹

2.2 MISIÓN DE LA EMPRESA

Almacenar productos líquidos a granel, garantizando la calidad del servicio y la seguridad de las personas, de la actividad y del medio ambiente. Contribuyendo a

complementar la logística de las compañías productoras facilitándoles el aprovisionamiento de materias primas o la distribución de los productos fabricados.

2.3 VISIÓN DE LA EMPRESA

Mejorar e incrementar constantemente nuestra actividad. Aspiramos a ser el proveedor de referencia de almacenamiento de líquidos a granel, que contribuya al éxito de nuestros clientes, velando por la seguridad y mejora continua de los empleados y manteniendo de manera sostenida el valor máximo para sus accionistas.

Trabajamos día a día para que nuestra actividad vaya acompañada de la protección y conservación del entorno ambiental.

Alcanzar los objetivos dependerá de la excelencia del trabajo aportado por nuestros empleados en todas las terminales. Para Vopak Callao, su equipo humano constituye un valor esencial en la trayectoria de la compañía y en el logro de su misión.

2.4 VALORES DE LA EMPRESA

Los valores son las guías que utilizan en Vopak Terminal Callao para materializar su misión y visión.

Integridad

Vopak establece relaciones duraderas fundamentadas en el valor de la integridad. De acuerdo con ello, los empleados de la compañía nos comportamos con honestidad y rectitud en las relaciones con los demás, basándonos en la credibilidad aportada por nuestra forma de ser y actuar con independencia de quién se trate.

Profesionalidad

Somos profesionales que nos esforzamos por alcanzar los más altos estándares en todas las actividades que llevamos a cabo. La profesionalidad incluye los conceptos de pericia, conocimiento, experiencia, confianza y competencia. Todo ello constituye

el pilar fundamental de Vopak. Conocemos nuestras propias limitaciones y nunca hacemos promesas que no podemos cumplir.

Mejora

Estar detenidos significa retroceder. En Vopak, mejoramos continuamente. Somos proactivos tratando de anticiparnos a las expectativas de los clientes y del medio ambiente. A través de la autocrítica y de una comunicación abierta mejoramos y evaluamos nuestros resultados. La creatividad y la evaluación son componentes esenciales en nuestra actitud de mejora.

Propiedad

Para los empleados de Vopak, propiedad significa tomar la acción por nosotros mismos y no transferir los problemas inmediatamente a otros. Nos ponemos al frente de las responsabilidades para dar ejemplo a los nuevos empleados y conseguir el éxito en los trabajos que realizamos. Estamos comprometidos y actuamos cabalmente. Tomamos decisiones, tenemos iniciativa, manifestamos opiniones y reflexionamos sobre qué hacer para hacer lo mejor para la compañía y para la sociedad.

Servicio

El servicio es la razón de ser de Vopak. Escuchamos y entendemos las necesidades y expectativas de nuestros clientes para proveer servicios de máxima calidad que satisfagan sus requisitos y objetivos. Nuestro lema es siempre cumplir con nuestras promesas.

Pasión

Este valor es del corazón. La pasión se manifiesta en forma de entusiasmo, lealtad y compromiso. Todo lo que hacemos, lo hacemos con una actitud positiva. Creemos en lo que hacemos y lo hacemos con ilusión. Nuestra pasión define nuestra manera de

interactuar con los demás. Tenemos empatía por todas las personas con las que trabajamos, compañeros, clientes, accionistas y con los ciudadanos y el entorno que compartimos en las ciudades donde se ubican nuestras terminales.

Agilidad

Los empleados de Vopak estamos atentos a aquello que es importante para nosotros y para la compañía, actuando rápida y eficazmente. Nuestras respuestas son siempre simples y directas. Nos aseguramos de no complicar las situaciones, ofreciendo soluciones. Tenemos la habilidad de responder rápidamente ante situaciones de cambio e inquietudes gracias a nuestra profesionalidad, flexibilidad y conocimiento del entorno de trabajo. Nuestra agilidad en la capacidad de reacción determina nuestra ventaja.

2.5 ORGANIZACIÓN JERARQUICA DEL PROYECTO EN VOPAK PERU S.A.

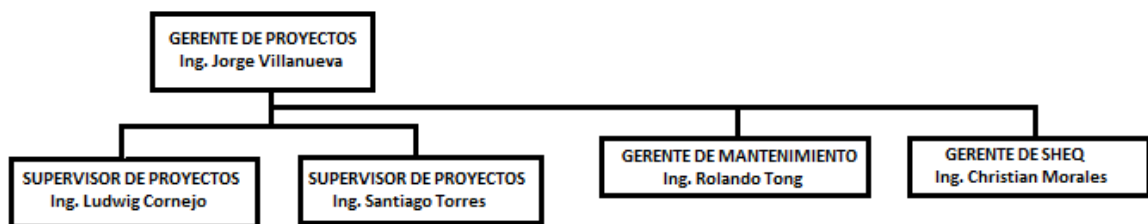


Imagen 1: Organización Jerárquica del proyecto en Vopak Perú S.A.

CAPITULO III
MARCO TEÓRICO

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

Este capítulo tiene como objetivo brindar una base de conceptos, términos y definiciones que permitan la comprensión de la totalidad de las etapas de la investigación, desde la fase de conceptualización hasta el análisis de resultados.

3.1 ANTECEDENTES

En este apartado se detallarán trabajos previos cuyos objetivos o temas de investigación guardan cierta relación con esta investigación.

Castellanos Sastre, Silvia (2011) **“Diseño de una instalación de GLP en una estructura auto soportante tipo Skid para autoabastecimiento de gas”**, trabajo presentado como tesis de maestría para la obtención del grado de magister en Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cataluña en Diciembre del 2011. El objetivo principal fue ofrecer una solución técnica que supere las especificaciones presentadas por un cliente distribuidor de GLP y poder solucionar el suministro de energía de las zonas aisladas a las que por problemas de infraestructuras no les llegan las canalizaciones de gas natural. Además, permitir que la empresa en la que la autora labora disponga de este producto en su catálogo habitual de equipos y pueda sacarlo al mercado.

Santos, Patricia (2009) **“Evaluación del sistema de distribución de diluyente de la u.p. extra pesado, distrito San Tome, e y p división faja del Orinoco”** trabajo presentado como tesis de grado para la obtención del título de Ing. Mecánica en la Universidad de Oriente núcleo Anzoátegui en marzo de 2009. El objetivo principal fue la realización de una revisión exhaustiva de la totalidad del sistema de distribución de diluyente, incluyendo tanques, tuberías, bombas, válvulas, accesorios y medidores de flujo. Todo con el fin de identificar los elementos más sensibles o propensos a fallos del sistema y de ese modo tener una idea más clara de en donde

enfocar los esfuerzos de mantenimiento preventivo para evitar pérdidas de producción asociadas a fallas de algún elemento del sistema.

Zorrilla, Alcides (2011) “**Diseño de sistema de control y monitoreo automatizado para SKID de medición fiscal y transferencia de custodia de crudo diluyente en el centro operativo BARE (C.O.B.) Dpto. San Tome, de PDVSA oriente edo. Anzoátegui**” trabajo presentado como tesis de grado para la obtención del grado de Ingeniero Electrónico en la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” en enero del 2011. Su objetivo principal fue el diseño de un sistema de control y monitoreo automatizado para un Skid de fiscalización y transferencia de custodia de crudo diluyente.

3.2 BASES TEÓRICAS

Debido a la complejidad del proyecto planteado es de suma importancia realizar un extenso trabajo de documentación, el cual debe incluir estudios sobre el fluido a medir “GLP” y todas las fases de su proceso productivo. El uso y acoplamiento de los diversos sensores, instrumentación industrial, transmisión de datos, control y automatización de procesos, los cuales se detallan a continuación.

3.2.1 Fluido

Se entiende por fluido a un conjunto de partículas que se mantienen unidas entre sí por fuerzas cohesivas débiles y/o las paredes de un recipiente. El término engloba a los líquidos y los gases. Los líquidos toman la forma del recipiente que los aloja, manteniendo su propio volumen, mientras que los gases carecen tanto de volumen como de forma propios. Las moléculas no cohesionadas se deslizan en los líquidos y se mueven con libertad en los gases.

Los fluidos están conformados por los líquidos y los gases, siendo los segundos mucho menos viscosos (casi fluidos ideales).

Los fluidos son agregaciones de moléculas, muy separadas en los gases y próximas en los líquidos, siendo la distancia entre las moléculas mucho mayor que

el diámetro molecular, no estando fijas en una red, sino que se mueven libremente. Un fluido se denomina medio continuo, cuando la variación de sus propiedades es tan suave que se puede utilizar el cálculo diferencial para analizarlo.²

3.2.1.1 Gas Licuado de Petróleo “GLP”

GLP es la abreviatura de Gas Licuado de Petróleo. GLP es la mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disuelto en el petróleo. En la práctica, se puede decir que el GLP es una mezcla de propano y butano.

El GLP es un hidrocarburo que a condición normal de presión y temperatura, se encuentra en estado gaseoso, pero a temperatura normal y moderadamente alta presión es licuable.³

Es un hidrocarburo derivado del petróleo, que se obtiene durante el proceso de refinación de otro derivado denominado gasolina. El GLP se produce en estado de vapor pero se convierte en líquido mediante compresión y enfriamiento simultáneos de estos vapores, necesitándose 273 litros de vapor para obtener 1 litro de gas líquido.

El GLP se encuentra en estado gaseoso a condiciones normales, sin embargo, para facilitar su almacenamiento y transporte, se licúa y se maneja bajo presión para mantenerlo en este estado.

El gas al ser comprimido y enfriado se condensa hasta convertirse en líquido, en cuyo estado se le transporta y maneja desde las refinerías a las plantas de almacenamiento y de estas a los usuarios, ya sea por auto tanques o recipientes portátiles, en donde el gas sale en estado de vapor para poder ser utilizado en calderas, aparatos domésticos y vehículos.

El Gas Licuado de Petróleo es un combustible de alta calidad, por lo tanto su contenido de impurezas es casi inexistente lo cual le ofrece un ambiente menos contaminado.

Por sus características posee una gran cantidad de ventajas en comparación con otros combustibles: limpieza, gran poder calorífico, económico, fácil manejo y transporte.

3.2.1.1.1 Producción del GLP

3.2.1.1.1.1 Producción del GLP en Refinerías

Se inicia cuando el petróleo crudo procedente de los pozos petroleros llega a una refinación primaria, donde se obtienen diferentes destilados, entre los cuales se tienen gas húmedo, naftas o gasolinas, queroseno, gasóleos atmosféricos o diésel y gasóleos de vacío.

Estos últimos (gasóleos) de vacío son la materia prima para la producción de gasolinas en los procesos de craqueo catalítico. El proceso se inicia cuando estos se llevan a una planta FCC y mediante un reactor primario a base de un catalizador a alta temperatura, se obtiene el GLP, gasolinas y otros productos más pesados. Esa mezcla luego se separa en trenes de destilación.

3.2.1.1.1.2 Producción del GLP del gas Natural

El gas natural de propano y butano que pueden ser extraídos por procesos consistentes en la reducción de la temperatura del gas hasta que estos componentes y otros más pesados se condensen. Los procesos usan refrigeración o turbo-expansores para lograr temperaturas menores de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ necesarias para recuperar el propano. Subsecuentemente estos líquidos son sometidos a un proceso de purificación usando trenes de destilación para producir propano y butano líquido o directamente GLP.

El GLP se caracteriza por tener un poder calorífico alto y una densidad mayor que la del aire.

3.2.1.1.2 Composición del GLP

El GLP puede ser propano o butano solo o estar compuesto por la mezcla de hidrocarburos C3 y C4. La composición del GLP en el Perú varía según el tipo de Región. En zonas donde la temperatura son en promedio altas, el GLP está compuesto de mayor porcentaje de C4 (abutanado), mientras que en las zonas

donde las temperaturas son en promedio bajas, el GLP está compuesto de mayor porcentaje de C3 (apropanado).⁴

Las principales diferencias entre el propano y el butano son:

- El propano se vaporiza a temperaturas por encima de $-44^{\circ}\text{F}(-42^{\circ}\text{C})$ a presión atmosférica.
- A diferencia del propano, el butano no vaporizará adecuadamente a una temperatura por debajo de los $32^{\circ}\text{F}(0^{\circ}\text{C})$.
- El propano tiene una mayor presión de vapor que el butano a una temperatura determinada.
- Cuando se produce una combustión, el propano produce menos calor en comparación con la misma cantidad de gas butano.
- Un galón de gas propano pesa menos que un galón de gas butano.

3.2.1.1.3 Propiedades del GLP

El gas licuado de petróleo tiene las propiedades que se explican a continuación, de las cuales se pueden deducir sus ventajas y los procedimientos de seguridad que se deben tener en cuenta para su buen aprovechamiento.⁵

		Propano	GLP	Butano
COMPOSICION (%Vol.)				
Propanos	%	100.00	60.00	0.00
Butanos	%	0.00	40.00	100.00
PROPIEDADES FISICO/QUIMICAS				
Presión de Vapor a 37.8 °C	psig	208	160	70.00
Presión de Vapor a 0.0 °C	psig	70.00	48	15
Punto de Ebullición @ 1 Atm	°C	-42.1	-25.5	-0.5
Líquido:				
Gravedad Especifica @ 60/60°F (Agua=1)	---	0.5083	0.5389	0.5847
Densidad @ 15 °C	kg/gal	1.922	2.038	2.211
Vapor:				
Densidad Relativa (Aire = 1)	---	1.5225	1.7162	2.0068
INFLAMABILIDAD				
Límite Inferior (LEL), % Vol. Aire	%	2.00	1.80	1.50
Límite Superior (UEL), % Vol. Aire	%	9.50	9.30	9.00
COMBUSTION				
Volumen Aire/Gas para combustión (Ideal)		23.86	26.72	31.02
Poder Calorífico	BTU / kg	47,375	47,063	46,596
Poder Calorífico (Vapor @ 15°C)	BTU / m3	88,353	98,940	114,544
Poder Calorífico (Líquido @ 60°F)	BTU / gal	90,823	95,657	102,909

Imagen 2: Propiedades del GLP

3.2.1.1.4 Características Químicas

El butano y el propano son compuestos de hidrógeno y carbono, por eso reciben el nombre de hidrocarburos y responden a la fórmula general de los hidrocarburos, que es C_nH_{2n+2} .



Imagen 3: Molécula Butano



Imagen 4: Molécula Propano

3.2.1.1.5 Características Físicas

- **Color**

Es incoloro tanto en su estado líquido como en su estado gaseoso. Sólo se hace visible cuando el gas líquido se libera de manera muy rápida al medio ambiente. Esto es debido a que en ese momento se produce una transformación o cambio de estado, de líquido a gas o vapor.

- **Contaminación**

El GLP no contiene ni azufre, ni plomo, ni sus correspondientes óxidos, la combustión no produce olores ni residuos (hollín, ni humos), y los productos de la combustión son CO₂, H₂O y NO_x. El GLP no se disuelve en el agua ni la contamina, por lo que se puede utilizar en embarcaciones como combustible.

- **Corrosión**

No corroe al acero, ni al cobre ni a sus aleaciones y no disuelve los cauchos sintéticos, por lo que estos materiales pueden ser usados para construir los elementos que forman la instalación. Por el contrario, disuelve las grasas, aceites, pinturas y el caucho natural.

- **Densidad**

La densidad relativa media del propano comercial es de 1,57, lo que significa que es más denso que el aire y que en el caso de que se produjese una fuga, se expandiría tendiendo a depositarse en las partes bajas del local.

Por este motivo, se debe tener en cuenta esta característica para diseñar las ventilaciones de seguridad de la instalación.

- **Grado de llenado**

El GLP en fase líquida se dilata por la temperatura más que los recipientes que lo contiene. Por lo tanto, éstos no se han de llenar completamente para así poder absorber el diferencial de dilatación producido por un aumento de la temperatura exterior, pues de lo contrario, se producirían excesos de presión no deseables. El grado de llenado máximo está establecido reglamentariamente en un 85%, considerando la masa en volumen a una temperatura de 20 °C.

- **Límites de inflamabilidad**

Los límites de inflamabilidad de los combustibles gaseosos son las concentraciones mínimas y máximas de éstos con respecto al aire, entre cuyos valores, dichas mezclas resultan inflamables. Si la concentración, expresada en tanto por ciento en volumen, es inferior al límite inferior de inflamabilidad o superior al límite superior de inflamabilidad no se produce la combustión. Lo que quiere decir que la combustión solo es posible en las mezclas con concentraciones comprendidas entre los límites de inflamabilidad.

En la siguiente tabla se pueden ver los valores para diferentes gases presentes en el GLP.

Gas	Límite de inflamabilidad [% en volumen]	
	Inferior	Superior
Propano	2,40	9,50
Propileno	2,40	11,10
n-Butano	1,60	8,50
Iso-Butano	1,80	9,00
Butilenos	1,70	8,50
n-pentano	1,40	7,80

Imagen 5: Límites de Inflamabilidad

- **Olor**

Carece de olor natural, de manera que por medidas de seguridad y para su comercialización se le añade una sustancia odorizante con el fin de detectar por el olfato una posible fuga. Los odorizantes más usados son algunos sulfuros y mercaptanos, que por su coste e intensidad del olor deben ser dosificados en aproximadamente 1 kg por cada 80.000 litros de GLP. Cuando se percibe el olor, la mezcla todavía se encuentra muy por debajo del límite inferior de inflamabilidad.

- **Poder calorífico**

El poder calorífico es la capacidad que tiene un combustible de ceder calor cuando está ardiendo. Cuando existe una combustión se producen humos, uno de ellos es el vapor de agua. Cuando el vapor de agua se condensa en la chimenea, lo hace cediendo calor. Cuando se tiene en cuenta este calor añadido al propio combustible se llama poder calorífico superior (PCS), si no se tiene en cuenta este calor se llama poder calorífico inferior (PCI).

- **Toxicidad**

El GLP no es tóxico. Únicamente en el caso de realizarse una combustión incorrecta debido a un defecto de oxígeno, se puede producir monóxido de carbono que es sumamente tóxico. Por este motivo, es importante tener cuidado con los aparatos que funcionan en locales cerrados o al realizar las chimeneas.

- **Presión de vapor**

Es la presión a la que el líquido está en equilibrio con el vapor. La presión de vapor existente en un recipiente que contiene GLP está determinada por la cantidad relativa de cada hidrocarburo presente en la mezcla y la temperatura presente del líquido, la cual depende de la transferencia de calor del ambiente. En la siguiente figura se puede observar los valores de presión de vapor de posibles mezclas de GLP que forman los dos hidrocarburos mayoritarios a diferentes temperaturas.

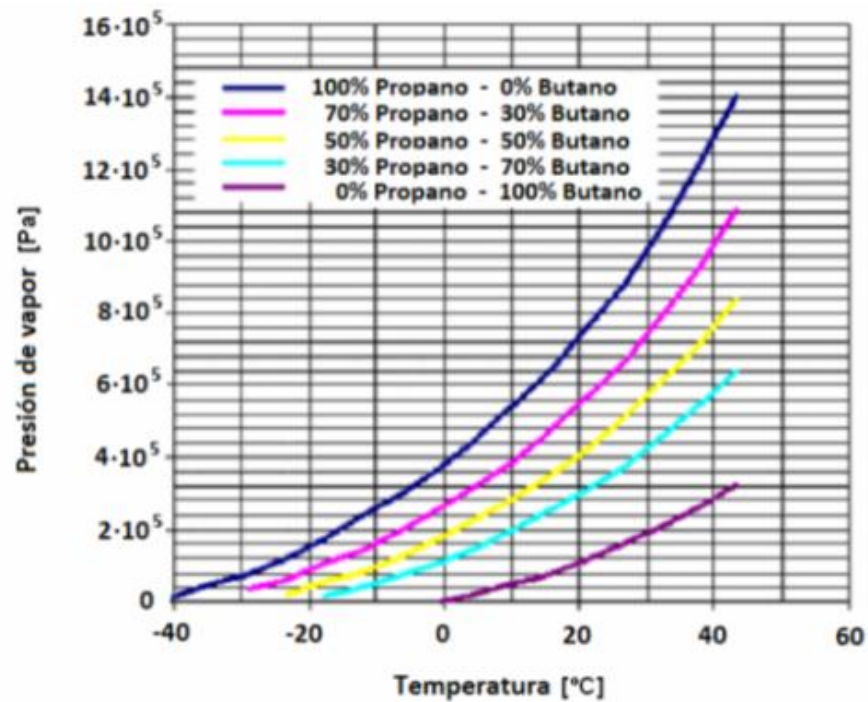


Imagen 6: Presión de vapor del GLP en función del % de propano y % de butano

3.2.1.1.6 Tipos de vaporización de GLP

Como el consumo de GLP se realiza por lo general en estado gaseoso, es necesario que pase al estado de vapor antes de que llegue al lugar de consumo. Este proceso se denomina vaporización y puede ser natural o forzada. ⁶

3.2.1.1.6.1 Vaporización natural

La vaporización natural es la posibilidad que tiene un depósito de suministrar de manera continua una determinada cantidad de fase gaseosa sin la necesidad de aportar calor de manera auxiliar al GLP líquido. Depende de la superficie del depósito, de la temperatura ambiente y de la presión a la que se extrae el gas. En el interior de un depósito cerrado a la temperatura ambiente, el GLP se encuentra con sus dos fases, la líquida ocupando la parte inferior y la gaseosa ocupando la superior, coexistiendo ambas en equilibrio y sometido a una presión que corresponde a la presión de vapor a dicha temperatura. Si se abre una válvula y se extrae fase gaseosa se rompe el equilibrio al disminuir la presión interior. Como consecuencia de ello, y para compensar esta pérdida de presión, se produce la vaporización natural de la fase líquida para tender a recuperar el equilibrio perdido. Es entonces cuando el líquido comienza a vaporizarse con la finalidad de aportar la fase gaseosa necesaria para mantener la presión de vapor.

Para realizar la transformación o cambio de estado de líquido a vapor se requiere un aporte de calor al líquido en una cantidad por unidad de masa determinada para cada sustancia, pero variable con la temperatura, que se conoce como calor latente de vaporización. Este calor lo toma el líquido de su propio seno, de manera que se enfría. Si se supone que inicialmente está a temperatura ambiente, en este momento, al disminuir su temperatura, se produciría una transmisión de calor desde el exterior al interior del depósito. Este calor lo recibe el GLP líquido del exterior a través de la chapa del recipiente que está en contacto con él, llamada superficie mojada, ya que la fase

gaseosa como todos los gases es muy mala conductora del calor. Esta superficie mojada es menor cuanto menor es la cantidad de líquido en el depósito, por lo que si se consideran dos depósitos del mismo volumen geométrico pero de dimensiones diferentes, la superficie mojada será mayor en el que tenga el menor diámetro.

Por otro lado, la cantidad de calor que pasa desde el entorno del depósito a la masa de líquido depende de si el depósito es aéreo o enterrado. En el primer caso, la cantidad es mayor ya que el aporte lo realiza el aire atmosférico que lo rodea y que con su movimiento facilita el intercambio. Cuando el depósito está enterrado, la cantidad de calor que recibe es menor, pues en este caso la transmisión se realiza por conducción desde el terreno en el que se encuentra.

Por último y en cuanto a la temperatura, es evidente que en los depósitos aéreos, cuanto más alta sea la temperatura exterior, mayor cantidad de calor se podrá transmitir al GLP, aunque también influyen otras condiciones meteorológicas como la velocidad del viento y la humedad relativa. Para los depósitos enterrados hay que considerar una temperatura constante del terreno que para los cálculos se toma de 5 °C.

En resumen, existen varios factores que influyen en la vaporización natural de un depósito. La presión de utilización, la superficie mojada que varía con las dimensiones del recipiente y con la cantidad de líquido que contiene y por último, la temperatura exterior que a su vez depende de la ubicación, ya sea aérea o enterrada.

3.2.1.1.6.2 Vaporización forzada

Si la demanda de fase gaseosa de la instalación es mayor que la que puede aportar el depósito, el GLP se va enfriando, con lo que disminuye la vaporización llegando a interrumpirse el suministro. Cuando mediante la vaporización natural no se obtiene la cantidad suficiente para suministrar de

manera continua la fase gaseosa que se precisa para el consumo, se ha de instalar un sistema de vaporización forzada consistente en un intercambiador de calor o vaporizador en el que por medio de un fluido auxiliar se aporta al GLP el calor necesario para la fase gaseosa que requiere la instalación sin que descienda la temperatura en el depósito.

De manera que la vaporización forzada es la que se produce cuando se calienta la fase líquida de forma artificial para provocar la vaporización y se lleva a cabo mediante un aporte de calor de forma auxiliar al GLP líquido.

3.2.2 Elementos de una unidad de medición

Una unidad de medición consta de una serie de instrumentos de medida. Estos instrumentos son utilizados para comparar magnitudes físicas mediante un proceso de medición. Es importante conocer el principio de funcionamiento en el que se basan dichos elementos, ya que de esta forma se pueden seleccionar aquellos cuyo desempeño sea el más acorde con las necesidades del proceso.

Las características importantes de un instrumento de medida son:

- **Precisión:** es la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones.
- **Exactitud:** es la capacidad de un instrumento de medir un valor cercano al valor de la magnitud real.
- **Apreciación:** es la medida más pequeña que es perceptible en un instrumento de medida.
- **Sensibilidad:** es la relación de desplazamiento entre el indicador de la medida y la medida real.

3.2.2.1 Sensor

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza,

torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Características de los Sensores:

- **Rango de medida:** Dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- **Precisión:** Es el error de medida máximo esperado.
- **Offset o desviación de cero:** Valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.
- **Linealidad o correlación lineal.**
- **Sensibilidad de un sensor:** Suponiendo que es de entrada a salida y la variación de la magnitud de entrada.
- **Resolución:** Mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- **Rapidez de respuesta:** Puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- **Derivas:** Son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
- **Repetitividad:** error esperado al repetir varias veces la misma medida.

3.2.2.2 **Transmisor**

El transmisor es un instrumento que capta la variable en proceso y la transmite a distancia a un instrumento indicador o controlador. En realidad es eso y mucho más, la función primordial de este dispositivo es tomar cualquier señal para convertirla en una señal estándar adecuada para el instrumento receptor, es así como un transmisor capta señales tanto de un sensor como de un transductor, aclarando siempre que todo transmisor es transductor más no un transductor puede ser un transmisor. Las señales estándar pueden ser neumáticas cuyos valores están entre 3 y 15 Psi, las electrónicas que son de 4 a 20 mA o de 0 a 10 voltios DC, las digitales que entregan 0 o 5 voltios para 0 o 1 respectivamente.⁷

Existen diferentes tipos de transmisores los cuales se describen a continuación.

- **Transmisor neumático:** Se fundamentan en el principio que cumple el sistema tobera obturador. Consiste en un tubo con un suministro constante de presión no superior a los 25 Psi, que pasa por una restricción que reduce el diámetro alrededor de 0.1 mm y que en su otro extremo obtiene la forma de tobera con un diámetro de 0.25 - 0.5 mm que está expuesto a la atmósfera. Esto ocasiona un escape que es regulado por un obturador el cual cumple la misión de controlar el escape proporcional a la separación entre él y la tobera. La función de la tobera - obturador es que a medida que la lámina obturadora disminuya o aumente la distancia hacia la tobera ocasionará un efecto inversamente proporcional sobre la presión interna que es intermedia entre la presión atmosférica y la de suministro igual a la señal de salida del transmisor que para la tobera totalmente cerrada equivale a 15 Psi y totalmente abierta a 3 Psi.

Para la obtención de una salida eficiente y a causa de diminutos volúmenes de aire que se obtienen del sistema se le acopla una válvula piloto que amplifica, formando un amplificador de dos etapas.

La válvula servo-pilotada consiste en un obturador que permite el paso de dos caudales de aire los cuales nos determinan la salida mediante los diferenciales de presión entre las superficies uno y dos logrando vencer el resorte que busca sostener la válvula cerrada, aunque realmente existe una mínima abertura que lo que nos determina los 3 Psi como salida mínima. Las funciones de la válvula son:

Aumento del caudal suministrado o del caudal de escape para conseguir tiempos de respuesta inferiores al segundo. Amplificación de presión (ganancia), de cuatro a cinco para obtener la señal neumática de 3 - 15 Psi. 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 equilibrio de fuerzas.
- Son de acción directa.

Transmisor electrónico: Generalmente se utiliza el equilibrio de fuerzas, el desequilibrio da lugar a una variación de posición relativa, excitando un transductor de desplazamiento tal como un detector de inductancia o un transformador diferencial. Un circuito oscilador asociado con cualquiera de estos detectores alimenta una unidad magnética y es así como se complementa un circuito de realimentación variando la corriente de salida en forma proporcional al intervalo de la variable en proceso. Su precisión es de

0.5 - 1 % en una salida estándar de 4 - 20 mA, se caracterizan por el rango de entrada del sensor.

Transmisor inteligente: Son aquellos instrumentos capaces de realizar funciones adicionales a la de transmisión de la señal del proceso gracias a un microprocesador incorporado. También existen dos modelos básicos de transmisores inteligentes:

El capacitivo que consiste en un condensador compuesto de un diafragma interno que separa las placas y que se abren debido a que se realiza presión en este diafragma, se llena de aceite lo cual hace variar la distancia entre placas en no más de 0.1 mm. Luego esta señal es amplificada por un oscilador y un demodulador que entregan una señal análoga para ser convertida a digital y así ser tomada por el microprocesador.

Las cualidades del semiconductor permiten que se incorpore un puente de whetstone al que el microprocesador linealiza las señales y entrega la salida de 4 - 20 mA.

Los transmisores inteligentes permiten leer valores, configurar el transmisor, cambiar su campo de medida y diagnosticar averías, calibración y cambio de margen de medida.

Algunos transmisores gozan de auto-calibración, auto-diagnóstico de elementos electrónicos, su precisión es de 0.075 % monitorean las temperaturas, estabilidad, campos de medida amplios, posee bajos costes de mantenimiento. Pero poseen desventajas como su lentitud, frente a variables de rapidez, pueden presentar problemas y para el desempeño en las comunicaciones no cuentan con dispositivos universales, es decir, no intercambiables con otras marcas. ⁸

3.2.2.2.1 Sensores / Transmisores de Presión

Los sensores/transmisores de presión son elementos que transforman la magnitud física de presión o fuerza por unidad de superficie en otra magnitud eléctrica que será la que emplearemos en los equipos de automatización o adquisición estándar. Los rangos de medida son muy amplios, desde unas milésimas de bar hasta los miles de bar.

Para medir la presión se utilizan sensores que están dotados de un elemento sensible a la presión y que emiten una señal eléctrica al variar la presión o que provocan operaciones de conmutación si ésta supera un determinado valor límite. Es importante tener en cuenta la presión que se mide, ya que pueden distinguirse los siguientes tipos:

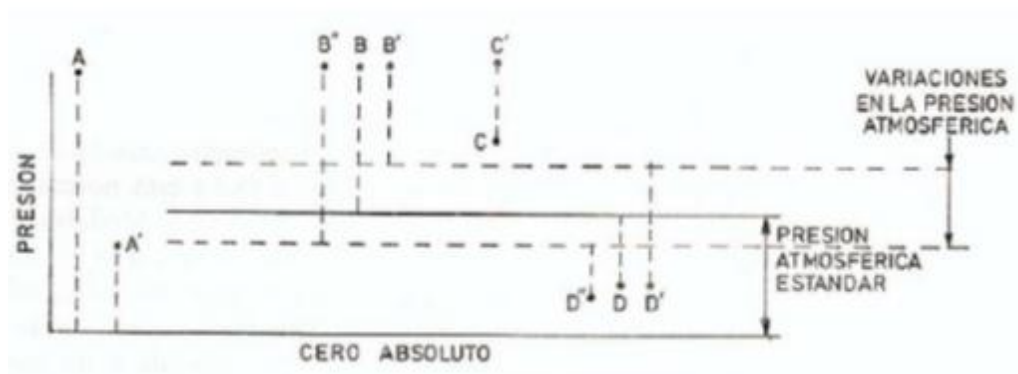


Imagen 7: Tipos de Presión

- Presión absoluta: Mide respecto al cero absoluto de presión (A y A').
- Presión atmosférica: Es la presión ejercida por la atmósfera terrestre.
- Presión relativa: Es la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica (B, B' y B'').
- Depresión relativa: Es la diferencia de presiones entre la presión atmosférica existente y la presión absoluta, es decir, es la presión medida por debajo de la atmosférica (D, D' y D'').

- Presión diferencial: Es la diferencia entre dos presiones, (C y C').

3.2.2.2.1.1 Unidades de Presión

	Psi	In. de H ₂ O	In. de Hg	Atm	Kg/cm ²	cm. de H ₂ O	cm. de Hg	Bar	Pa
Psi	1	27,68	2,036	0,0680	0,0703	70,31	51,72	0,0689	6894,76
In. de H ₂ O	0,0361	1	0,0735	0,0024	0,0025	2,540	1,868	0,0024	249
In. de Hg	0,4912	13,6	1	0,0334	0,0345	34,53	25,4	0,0338	3386,39
Atm	14,7	406,79	29,92	1	1,033	1033	760	1,0132	1,0133 x 10 ⁵
Kg/cm ²	14,22	393,7	28,96	0,9678	1	1000	735,6	0,98	98066
cm. de H ₂ O	0,0142	0,3937	0,0289	0,00096	0,0010	1	0,7355	0,0009	98,06
cm. de Hg	0,0193	0,5353	0,0393	0,0013	0,0013	1,359	1	0,0013	133,322
Bar	14,5	401	29,53	0,987	1,02	1020	750	1	10 ⁵
Pa	0,00014	0,0040	0,00029	0,987 x 10 ⁵	0,102 x 10 ⁴	0,01	0,0075	10 ⁻⁵	1

Tabla 1: Unidades de Presión

3.2.2.2.1.2 Clasificación de sensores de presión

Se pueden encontrar:

- Sensores de Presión Mecánicos
- Sensores de Presión Neumáticos
- Sensores de Presión Resistivos
- Sensores de Presión Piezoresistivos
- Sensores de Presión Capacitivos
- Sensores de Presión Piezoeléctricos

3.2.2.2.1.2.1 Sensores de Presión Mecánicos

Miden la presión comparándola con la ejercida por un líquido. El desplazamiento puede indicarse por un sistema de flotador sobre una escala.

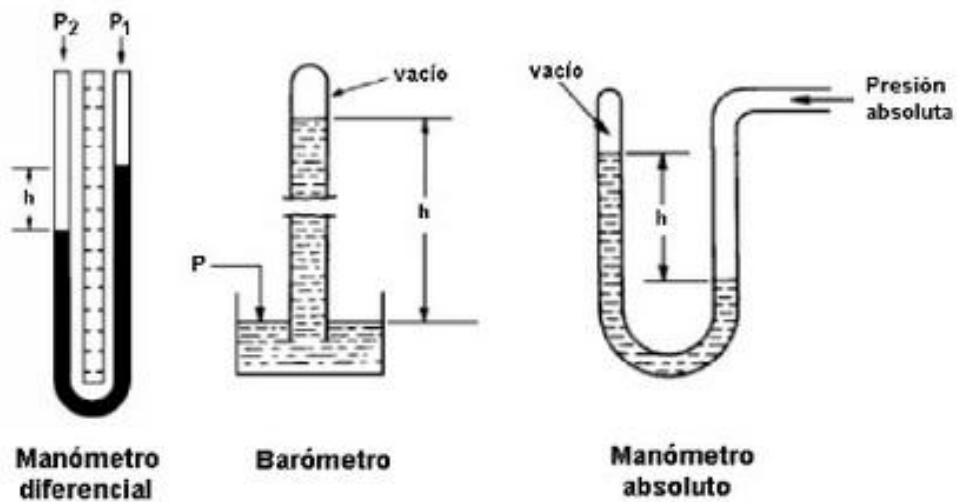


Imagen 8: Tipos de sensores de presión mecánicos

3.2.2.2.1.2.2 Sensores de Presión Neumático

Utilizan componentes mecánicos que procuran el equilibrio entre las fuerzas de expansión provocadas por la presión a medir, y las fuerzas de restitución del propio elemento sensor (tubo Bourbon, cápsulas selladas al vacío, fuelles, etc.).

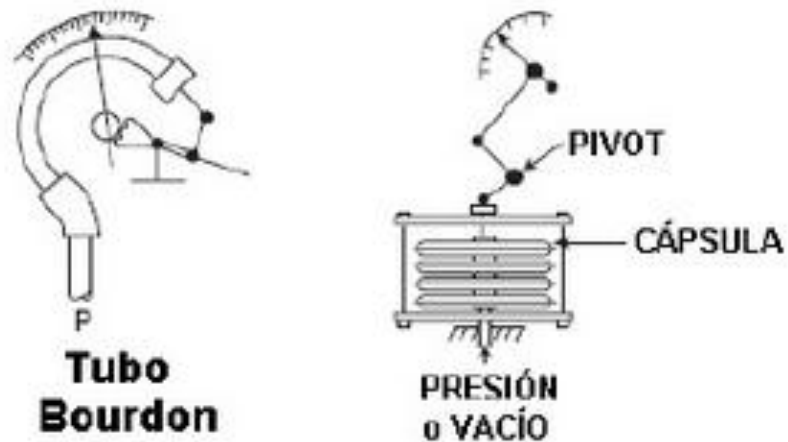


Imagen 9: Sensores de Presión Neumático

3.2.2.2.1.2.3 Sensores de Presión Resistivos

El principio de medida con sensores resistivos se basa en la medida de la variación de la resistencia inducida por la deformación en función de la presión. La resistencia de un conductor eléctrico está definida por la ecuación:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

R = resistencia eléctrica
 ρ = resistencia específica
 l = longitud
 A = superficie de sección

Imagen 10: Ecuación de la resistencia de un conductor eléctrico

Una tracción del conductor aumenta la longitud y reduce la superficie de sección con la consecuencia de un aumento de la resistencia eléctrica, ya que la resistencia específica se mantiene constante. Una deformación provocada por recalado tendría el efecto contrario. Para la realización del principio se utiliza un cuerpo base que se deforma de manera controlado al someterle a presión. A menudo este cuerpo consiste en una membrana con una parte fina. El valor de la deformación en función de la presión se mide mediante una cinta extensométrica, es decir conductores eléctricos metálicos tipo meandro.

Habitualmente se encuentran cuatro cintas extensométricas en una membrana, las cuales unas están ubicadas en el área de dilatación, otras en el área del recalado. La deformación de la membrana provoca la deformación de las cintas con el efecto de un aumento proporcional de la resistencia (dilatación) o de una reducción (recalado). Para realizar una medición precisa se conecta las cintas a un puente Whetstone.

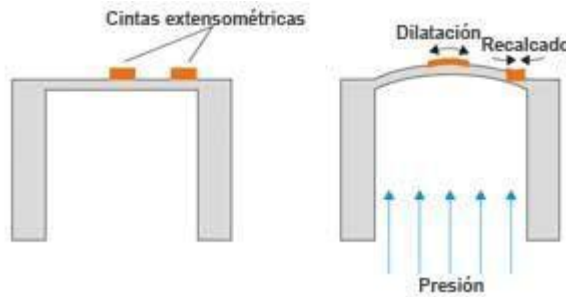


Imagen 11: Ubicación de las cintas extensométricas y el efecto producido por la presión.

3.2.2.2.1.2.4 Sensores de Presión Piezoresistivos

El principio de la medida con sensores piezoresistivos es similar al de los sensores resistivos. La diferencia reside en la utilización de semiconductores como cintas extensométricas en vez de metal y la deformación provoca en este caso una variación de la resistencia específica. Según la ecuación indicada arriba, la resistencia eléctrica varía proporcionalmente con la resistencia específica. Este efecto piezoresistivos con semiconductores es de un factor 10 hasta 100 veces mayor que con metal.

Las cintas metálicas pueden colocarse en cualquier material mientras las cintas semiconductoras están incorporadas como micro estructura en la membrana. Por lo tanto las cintas extensométricas y el cuerpo expuesto a la deformación están compuestos del mismo material. Normalmente se incorpora cuatro cintas en una membrana de silicio formando un puente de Wheatstone.

Dado que las microestructuras no presentan la suficiente resistencia contra numerosos medios de proceso se encapsula el chip para la mayoría de las aplicaciones. La transmisión de la presión se efectúa en este caso de manera indirecta, por ejemplo mediante una membrana metálica o mediante aceite como medio de transmisión.

El gran volumen del efecto piezoresistivos permite la aplicación de estos sensores también para presiones muy bajas. Sin embargo la elevada sensibilidad a efectos de temperatura requiere una compensación de temperatura individual para cada sensor.

3.2.2.2.1.2.5 Sensores de Presión Capacitivos

Este principio está basado en la medición de la capacidad de un condensador que varía en función de la aproximación a la superficie activa. La capacidad de un condensador de dos placas puede expresarse por la siguiente ecuación:

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

C = capacidad condensador
 ϵ = constante dieléctrica
 A = área efectiva de las placas
 d = distancia entre las placas

Imagen 12: Ecuación de la capacidad de un condensador de dos placas.

El principio de la medición capacitiva se realiza mediante un cuerpo base cuya membrana metálica, con recubrimiento metálico, constituye una de las placas del condensador. La deformación de la membrana, inducida por la presión, reduce la distancia entre las dos placas con el efecto de un aumento de la capacidad, manteniendo igual la superficie y la constante dieléctrica.

Este sistema permite la medición de presión con elevada sensibilidad y por lo tanto la medición de rangos muy bajos hasta unos pocos milibar. Dado que la membrana permite una deformación máxima hasta apoyarse a la placa estática resulta una elevada seguridad contra sobrecarga. Las limitaciones prácticas están determinadas por el material y las características de la membrana y las técnicas de unión y sellado.

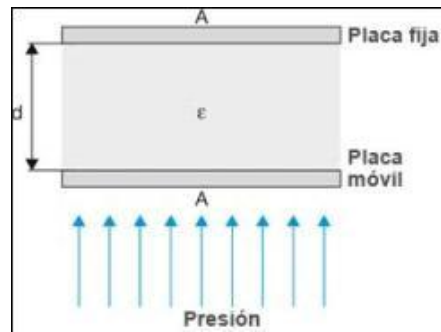


Imagen 13: Efecto de la presión en una membrana capacitiva.

3.2.2.2.1.2.6 Sensores de Presión Piezoeléctricos

El principio de los sensores piezoeléctricos se basa en un efecto físico que sucede en unos pocos cristales no conductivos como el cuarzo. Cuando se comprime el cuarzo se produce una polarización eléctrica en superficies opuestas. La deslocalización de la estructura cristalina con carga eléctrica genera un momento dipolar que se refleja en una (aparente) carga de superficies. La intensidad de la carga es proporcional a la fuerza empleada por la presión y la polaridad depende de la dirección. La tensión eléctrica generada por la carga de la superficie puede captarse y amplificarse. El efecto piezoeléctrico es apto únicamente para la medida de presiones dinámicas. En la práctica se limita el uso de sensores piezoeléctricos a aplicaciones especiales.

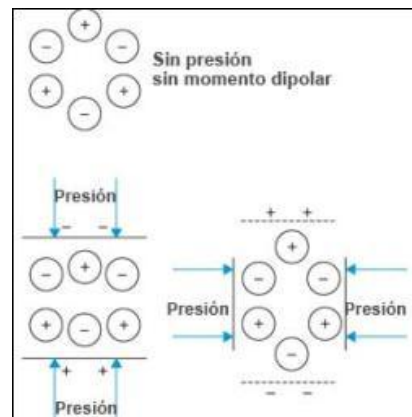


Imagen 14: Efecto de la presión en sensores Piezoeléctricos

3.2.2.2.2 Sensores/Transmisores de Temperatura

Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios de señales eléctricas que son procesados por un equipo eléctrico o electrónico.

Existen tres tipos de sensores de temperatura, los termistores, los RTD y los termopares.

El sensor de temperatura, típicamente suele estar formado por el elemento sensor, de cualquiera de los tipos anteriores; la vaina que lo envuelve y que está rellena de un material altamente conductor de la temperatura, para que los cambios se transmitan rápidamente al elemento sensor y del cable al que se conectará el equipo electrónico.

3.2.2.2.2.1 Termistor

El termistor está basado en que el comportamiento de la resistencia de los semiconductores es variable en función de la temperatura.

Existen los termistores tipo NTC y los termistores tipo PTC. En los primeros, al aumentar la temperatura, disminuye la resistencia. En los PTC, al aumentar la temperatura, aumenta la resistencia.

El principal problema de los termistores es que no son lineales según la temperatura por lo que es necesario aplicar fórmulas complejas para determinar la temperatura según la corriente que circula y son complicados de calibrar.

3.2.2.2.2.2 RTD (Resistance Temperature Detector)

Un RTD es un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

Los metales empleados normalmente como RTD son platino, cobre, níquel y molibdeno.

De entre los anteriores, los sensores de platino son los más comunes por tener mejor linealidad, más rapidez y mayor margen de temperatura.

3.2.2.2.3 Termopar

El termopar, también llamado termocupla y que recibe este nombre por estar formado por dos metales, es un instrumento de medida cuyo principio de funcionamiento es el efecto termoeléctrico.

Un material termoeléctrico permite transformar directamente el calor en electricidad, o bien generar frío cuando se le aplica una corriente eléctrica.

El termopar genera una tensión que está en función de la temperatura que se aplica al sensor. Si se mide con un voltímetro la tensión generada, conoceremos la temperatura.

Los termopares tienen un amplio rango de medida, son económicos y están muy extendidos en la industria. El principal inconveniente estriba en su precisión, que es pequeña en comparación con sensores de temperatura RTD o termistores.

3.2.2.2.3 Sensores/ Transmisores de flujo

El flujo de una sustancia es una variable de proceso cuyo control y medida es de fundamental importancia en la industria y más aún en la del GLP. Para medir flujo existen diversos métodos de medición de flujo basados en diferentes principios de funcionamiento, cada uno cuenta con sus fortalezas y debilidades, además de ser especialmente recomendables para aplicaciones específicas. El tipo de medidor a usar en el diseño planteado es el que se conoce como medidor Coriolis. Éstos son los más usados en la industria para medir el flujo másico, un parámetro muy importante para el proceso de despacho de GLP.

En muchos ámbitos de la industria es más interesante medir caudales másicos que caudales volumétricos. El motivo de ello es que el volumen de la mayoría de

líquidos puede variar notablemente por influencia de las condiciones físicas de presión, temperatura y densidad. ⁹

3.2.2.2.3.1 Principio de Medición – Caudalímetros másicos Coriolis

La primera descripción de este principio se atribuye comúnmente al físico y matemático francés por cuyo nombre se conoce: Gaspar Gustave de Coriolis (1792-1843). El efecto ocurre solamente en sistema en rotación, por ejemplo en tiovivos o en la superficie en rotación de nuestro propio planeta. Pero no debe confundirse con la fuerza centrífuga. Aunque el término “fuerza de Coriolis” está muy difundido, la descripción de dicha fuerza suele ser complicada. Esta fuerza aparece cuando en un sistema se superponen movimientos en línea recta y movimientos rotativos.

En la imagen 15 se ilustra un ejemplo práctico:

Una persona quieta sobre una plataforma circular giratoria a medio camino entre el centro y el borde sólo tiene que tumbar su peso ligeramente hacia adentro para contrarrestar la fuerza centrífuga (izquierda). Sin embargo, si la persona se desplaza desde el centro hacia el borde de la plataforma giratoria, a medida que avanza percibe un aumento de la velocidad de giro y aparece la fuerza de Coriolis como reacción a las fuerzas de inercia. La fuerza de Coriolis tiende a desviar la persona de la trayectoria más corta sobre la plataforma giratoria (es decir, la línea recta sobre el radio de la plataforma circular). Cuanto mayor sea la velocidad de giro de la plataforma, mayor el peso de la persona y mayor su velocidad de desplazamiento hacia el borde de la plataforma circular (su “caudal másico”), mayor será el efecto de la inercia y mayor se percibirá el efecto de la fuerza de Coriolis.

En términos matemáticos, el valor de la fuerza de Coriolis (F_c) es directamente proporcional a la masa en movimiento (m), a la velocidad angular de rotación (ω) y a la velocidad radial (V_r) en el sistema en rotación:

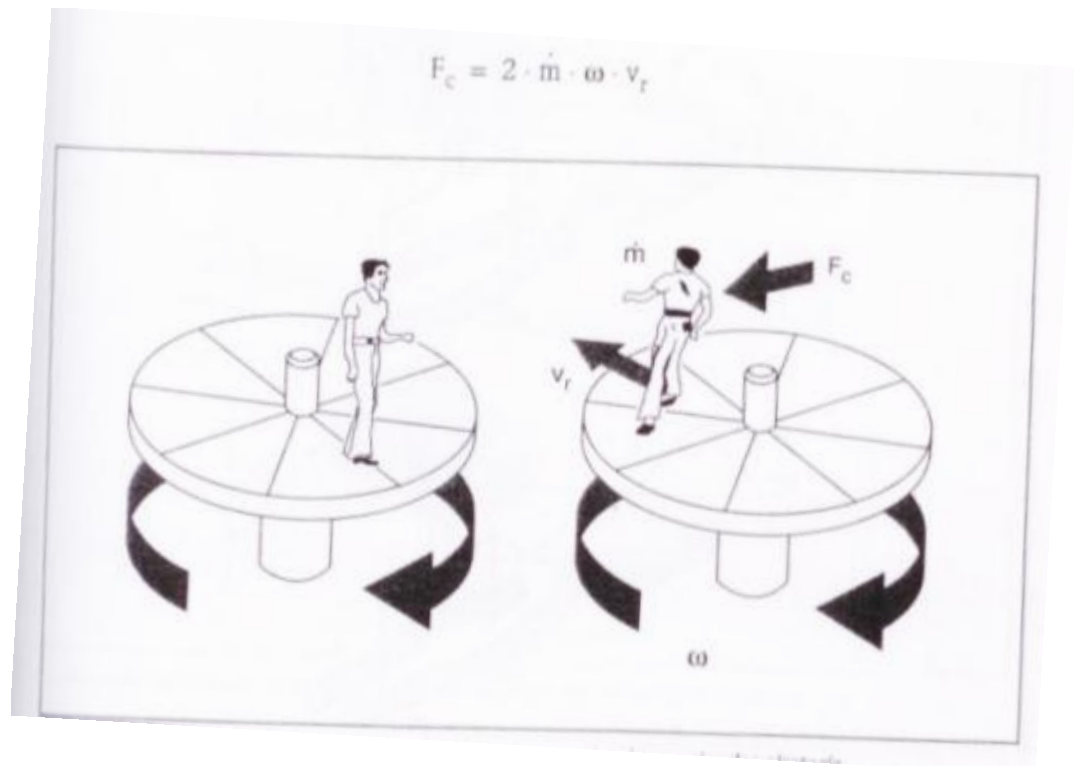


Imagen 15: Causas y efectos de la fuerza de Coriolis en una plataforma circular giratoria.

Las fuerzas de coriolis se presentan siempre que en un sistema se superponen movimientos lineales con movimientos rotacionales (derecha). En ausencia del movimiento lineal (izquierda, persona en reposo), solo se perciben las fuerzas centrífugas.

En un caudalímetro de caudal másico de efecto Coriolis, cada partícula individual de masa se halla sometida a la misma influencia que el cuerpo de la persona en la plataforma giratoria que vemos en la ilustración anterior (véase la imagen 15). El movimiento de giro que origina la fuerza de Coriolis en la descripción anterior se sustituye en el caudalímetro por un movimiento de oscilación del tubo de medición en su frecuencia de resonancia.

- A caudal cero, cuando el fluido está en reposo, no hay movimiento lineal (a). Por lo tanto, no se observan fuerzas de Coriolis.
- Por el contrario, cuando la masa de fluido circula, el movimiento inducido por la oscilación (equivalente a una rotación) del tubo de medición se superpone al movimiento lineal del fluido en circulación, los efectos de la fuerza de Coriolis “retuercen” los tubos de medición (b,c) y los sensores (A,B) a la entrada y a la salida registran una diferencia en este movimiento, es decir, una diferencia de fase. Cuanto mayor sea el caudal másico, mayor será la diferencia de fase (véase imagen 16).

(a)= Caudal cero: estado de oscilación de los tubos de medición a caudal cero.

(b)= Circulación de caudal: estado de oscilación de los tubos de medición en el intervalo de tiempo 1.

c= Circulación del caudal: estado de oscilación de los tubos de medición en el intervalo de tiempo 2.

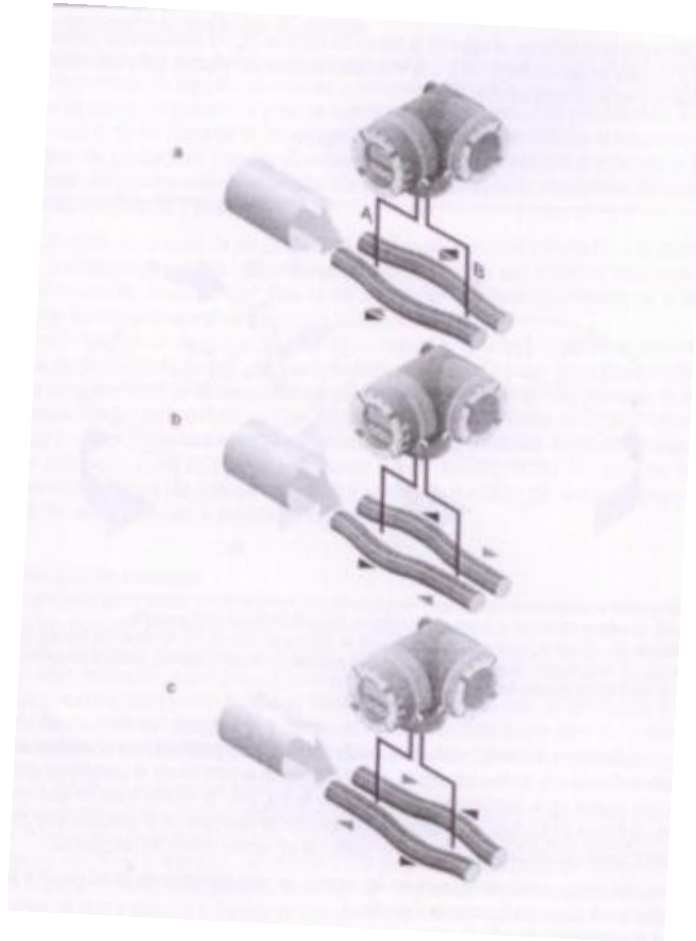


Imagen 16: El Principio de medición de Coriolis (para una explicación detallada: véase la imagen 17)

a= Caudal cero: estado de oscilación de los tubos de medición a caudal cero.

b= Circulación del caudal → estado de oscilación de los tubos de medición en el intervalo de tiempo 1.

c= Circulación de caudal → estado de oscilación de los tubos de medición en el intervalo de tiempo 2.

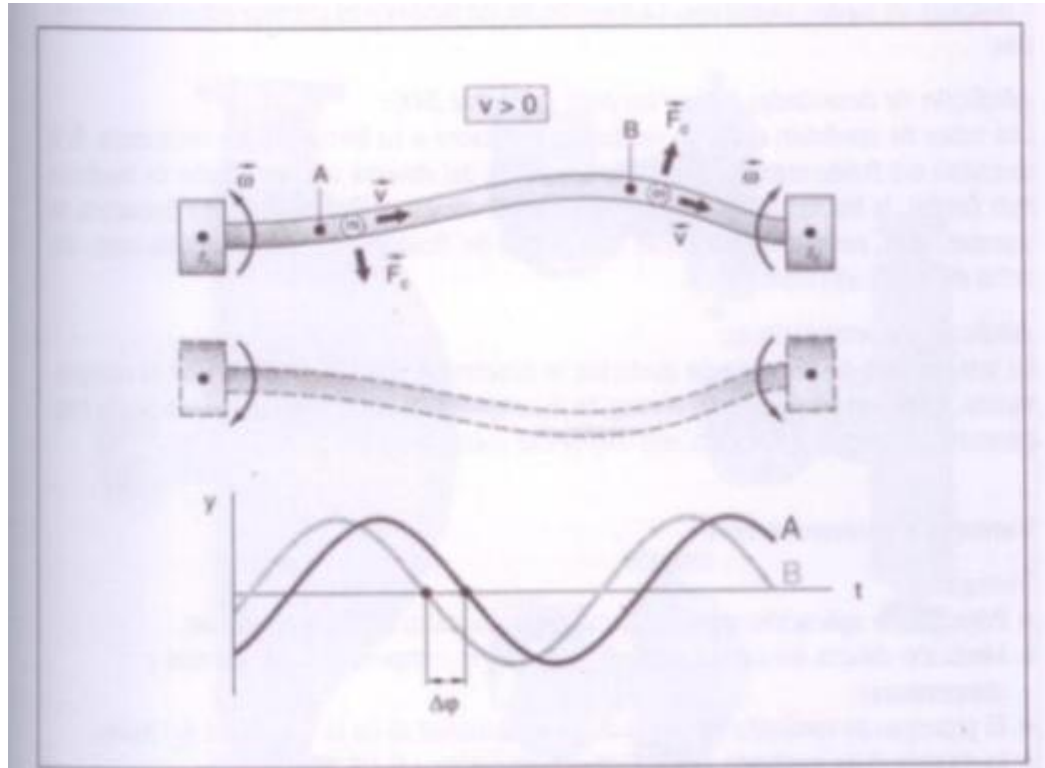


Imagen 17: Fuerza de Coriolis y geometría de la oscilación en los tubos de medición.

Cuando el fluido circula, las partículas de masa se mueven a lo largo del tubo de medición y están sometidas a una aceleración lateral sobrepuesta debido a las fuerzas de Coriolis (F_c).

A la entrada del tubo, las partículas de masa (m) experimentan un desplazamiento que las aleja del centro de rotación ($Z1$) y regresan nuevamente al centro ($Z2$) a medida que se aproximan al extremo de salida. Las fuerzas Coriolis actúan en sentidos opuestos a la entrada y a la salida y el tubo de medición empieza a “torcerse”. Este cambio de geometría en la oscilación inducida en el tubo de medición se registra en los sensores (A,B) a cada extremo del tubo como una diferencia de fase. Esta diferencia de fase ($\Delta\phi$) es directamente proporcional a la masa del fluido y a la velocidad de circulación (v) del mismo, por lo tanto también al caudal másico.

Un aspecto importante al aplicar los caudalímetros de efecto Coriolis es la posible presencia de influencias externas, como por ejemplo vibraciones de la tubería. Las vibraciones en los sistemas de tuberías suelen tener frecuencias de vibración entre 50 y 150 Hz. Por otra parte, las frecuencias de resonancia típica de los caudalímetros de efecto Coriolis de E+H por ejemplo, están entre 600 y 1000 Hz; estos caudalímetros son inmunes a las vibraciones inducidas en el sistema de esta naturaleza. Además, por el mismo motivo, estos dispositivos de medición no necesitan ningún tipo de montaje especial inhibidor de vibraciones.

En campo de valores de los diámetros habituales disponibles van desde DN 1 hasta 300 (1/24 hasta 12"). Sin embargo, en la práctica podemos hallar dosificadores desde cantidades muy pequeñas en aplicaciones farmacéuticas hasta aplicaciones de carga y descarga de navíos mercantes. La elección de los modelos es amplia.

3.2.2.2.3.2 Medición de Densidades

Los tubos de medición están en oscilación constante a su frecuencia de resonancia. Si la densidad del fluido cambia y por tanto, la masa del sistema oscilante (tubo de medición más fluido), la frecuencia de oscilación se ajusta correspondientemente. La frecuencia de resonancia es, pues, una función de la densidad del fluido y puede ser utilizada como una señal de salida adicional.

3.2.2.2.3.3 Medición de Temperatura

La temperatura de los tubos de medición se determina para calcular el factor de compensación, que tiene en cuenta los efectos de la temperatura. Esta señal corresponde a las temperaturas del proceso y también está disponible como señal de salida.

3.2.2.2.3.4 Ventajas e Inconvenientes

3.2.2.2.3.4.1 Ventajas:

- Principio de aplicación universal para medir caudales de líquidos y gases.
- Medición directa del caudal másico (no requiere compensación de presión y temperatura).

- El principio de medición no depende de la densidad ni de la viscosidad del fluido.
- La exactitud de la medición es muy alta (típicamente $\pm 0.1\%$ v,l).
- El sensor es multivariable: mide a la vez el caudal másico, la densidad y la temperatura.
- Es insensible a los cambios en el perfil de velocidades.
- M requiere tramos de entrada y salida.

3.2.2.2.3.4.2 Inconvenientes

- La inversión económica inicial es relativamente alta.
- El coste de instalación pueden ser considerable, según el tipo de modelo y el fabricante.
- El rango de temperaturas es limitado: típicamente de -50 a $+350$ °C (-60 a $+660$ °F).
- Su uso se restringe a fluidos con bajo contenido en gases y afluidos en una sola fase.
- Algunos modelos de gran tamaño son muy pesados.

3.2.2.3 Computador de Flujo

Un computador de flujo es un instrumento electrónico computacional el cual implementa los algoritmos que se requieren para procesar los datos recibidos de diversos transmisores ubicados a lo largo del sistema a fin de obtener las variables del proceso a evaluar.

Adicionalmente a estas características, efectúa compensación de volumen en función de presión y temperatura, lo cual es de suma importancia durante la medida del GLP.

Tiene la capacidad de auditar los cambios realizados a los parámetros de configuración usados para el proceso de manejo de los datos enviados por los medidores de flujo, además graba eventos y alarmas que se encuentren

relacionados con las variables de proceso que se estén monitoreando, guarda una base de datos con los valores obtenidos para futura referencia y ofrece conectividad con otros dispositivos para trasladar dichos datos con propósitos de manejo, supervisión y control.



Imagen 18: Computador de Flujo marca CONTREC modelo 1010A

3.2.3 Automatización de Procesos

La automatización es el proceso de implementación sucesiva que procesa alguna secuencia continua, sin intervención de la mano del hombre. Además es la sustitución de tareas tradicionalmente manuales por las mismas realizadas de manera automática por máquinas, robots o cualquier otro tipo de automatismo.

La automatización tiene ventajas muy evidentes en los procesos industriales. Se mejora en costes, en servicio y en calidad. El trabajo es más rápido y no necesita de una cantidad determinada de operarios, que antes eran necesarios.

Además se producen menos problemas de calidad por realizarse el trabajo de una manera más uniforme debido a las especificaciones dadas al automatismo. Otras ventajas que se obtienen de la automatización son el aumento de producción, menor gasto energético y mayor seguridad para los trabajadores.

Todo proceso industrial se compone de determinadas secuencias de acciones que requieren ser controladas. En los procesos sencillos la responsabilidad del control

de los procesos recae sobre el operador, es él quien se encarga de vigilar la marcha correcta del sistema y en caso de alguna contingencia, tomar las medidas para solucionarla. A medida que el proceso a monitorear se hace más complejo y extenso se hace más difícil la supervisión humana, por lo que se debe recurrir a otras alternativas. Los procesos automáticos discretos representan una opción muy recomendable para la solución de esta necesidad. En ellos, los operarios son sustituidos por un sistema de control secuencial y las variables de entrada y salida son de dos estados. Estos procesos tienen una serie de características particulares las cuales se enuncian a continuación:

- El proceso a controlar se puede descomponer en una serie de fases o estados que se suceden de manera secuencial.
- A cada uno de los estados del proceso se le asigna una variable interna la cual está encargada de memorizar el estado actual del proceso.
- Al estar activo, cada uno de los estados es capaz de realizar acciones sobre las variables de salida.
- La transición de los estados es controlada por medio de las señales de los sensores, a través de las variables de entrada.
- El controlador realiza siempre, y en el mismo orden, la misma secuencia de acciones.

Este tipo de sistema se encuentra orientado hacia las operaciones de mando-accionamiento y de regulación. Las operaciones de mando-accionamiento se caracterizan por manejar señales digitales y las de regulación por manejar señales analógicas. Las señales digitales son la manifestación física de una magnitud en la cual solo son importantes dos de sus estados, la presencia (ON, uno lógico) o ausencia (OFF, cero lógicos) de la misma. Como ejemplos, se pueden mencionar la apertura y cierre de un relé, el apretar y soltar un botón, la activación de un interruptor, entre otros.

3.2.4 Sistemas de Control

Los sistemas de control son aquellos dedicados a obtener la salida deseada de un sistema. En un sistema general se tienen una serie de entradas que provienen del sistema a controlar, llamado planta/proceso y se diseña un sistema para que a partir de estas entradas, modifique ciertos parámetros en el sistema planta/proceso, con lo que las señales anteriores volverán a su estado normal ante cualquier variación.

Un sistema de control básico es mostrado en la siguiente figura:

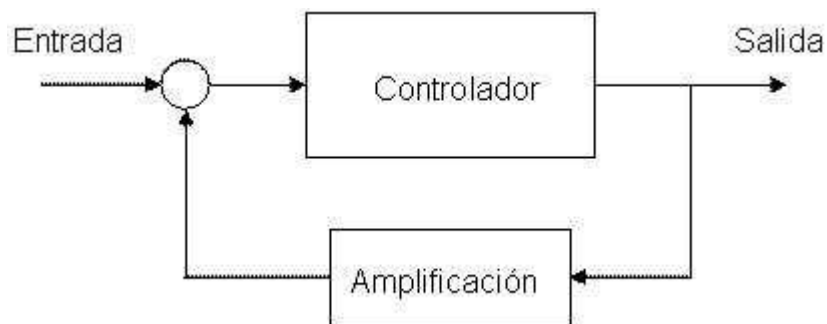


Imagen 19: Sistema de control básico.

Hay varias clasificaciones dentro de los sistemas de control. Atendiendo a su naturaleza son analógicos, digitales o mixtos. Atendiendo a su estructura (número de entradas y salidas) puede ser control clásico o control moderno. Y atendiendo a su diseño pueden ser por lógica difusa, redes neuronales, etc.

Los principales tipos de sistemas de control son:

- **Discretos:** En este sistema el controlador enciende o apaga la salida y es utilizado, por ejemplo, en el alumbrado público, ya que éste se enciende cuando la luz ambiental es más baja que un pre-destinado nivel de luminosidad.

- **Proporcional (P):** En este sistema la amplitud de la señal de entrada al sistema afecta directamente la salida, ya no es solamente un nivel predestinado sino toda la gama de niveles de entrada. Por ejemplo, algunos sistemas automáticos de iluminación utilizan un sistema P para determinar con que intensidad encender lámparas dependiendo directamente de la luminosidad ambiental.
- **Proporcional derivativo (PD):** En este sistema, la velocidad de cambio de la señal de entrada se utiliza para determinar el factor de amplificación, calculando la derivada de la señal.
- **Proporcional integral (PI):** Este sistema es similar al anterior, solo que la señal se integra en vez de derivarse.
- **Proporcional integral derivativo (PID):** Este sistema combina los dos anteriores tipos.
- **Redes neuronales:** Este sistema modela el proceso de aprendizaje del cerebro humano para aprender a controlar la señal de salida.

Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado.

3.2.4.1 Clasificación de los sistemas de control según su comportamiento

3.2.4.1.1 Sistema de control de lazo abierto:

Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada, y da como resultado una señal de salida independiente. Estos sistemas se caracterizan por:

- Sencillos y de fácil conceptos
- Nada asegura su estabilidad ante una perturbación
- La salida no se compara con la entrada

- Es Afectado por las perturbaciones
- La precisión depende de la previa calibración del sistema

3.2.4.1.2 Sistema de control de lazo cerrado:

Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Sus características son:

- Complejos, pero amplios de parámetros.
- La salida se compara con la entrada y afecta para el control del sistema.
- Estos sistemas se caracterizan por su propiedad de retroalimentación.
- Más estable a perturbaciones y variaciones internas.

Un ejemplo de un sistema de control de lazo cerrado sería el termo-tanque de agua que utilizamos para bañarnos.

3.2.4.2 Características de un sistema de control

- **Señal de corriente de entrada:** Considerada como estímulo aplicado a un sistema desde una fuente de energía externa con el propósito de que el sistema produzca una respuesta específica.
- **Señal de corriente de salida:** Respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implicaba la entrada.
- **Variable Manipulada:** Es el elemento al cual se le modifica su magnitud, para lograr la respuesta deseada.
- **Variable Controlada:** Es el elemento que se desea controlar.
- **Conversión:** Mediante receptores se generan las variaciones o cambios que se producen en la variable.
- **Variaciones externas:** Son los factores que influyen en la acción de producir un cambio de orden correctivo.

- **Fuente de energía:** Es la que entrega la energía necesaria para generar cualquier tipo de actividad dentro del sistema.
- **Retroalimentación:** La retroalimentación es una característica importante de los sistemas de control de lazo cerrado. Es una relación secuencial de causas y efectos entre las variables del sistema. Dependiendo de la acción correctiva que tome el sistema, éste puede apoyar o no una decisión. Cuando en el sistema se produce un retorno se dice que hay una retroalimentación negativa, si el sistema apoya la decisión inicial se dice que hay una retroalimentación positiva.

3.2.5 **Sistema de Control mediante computador de Flujo**

El sistema está compuesto por el elemento primario de medición, el computador de flujo y el elemento de control o actuador como una válvula de control.

El computador de flujo cuenta con los algoritmos de cálculo necesarios para establecer los valores de ingeniería que habrán de ser transmitidos hacia el HMI (human machine interface) y centros de control. El computador de flujo realiza los cálculos mediante la toma realizada por el elemento de medición y mediante la toma de variables auxiliares como la densidad, presión, temperatura, etc., que permiten calcular las mediciones compensadas así como un grupo de propiedades energéticas del producto medido.

Los elementos típicos de un sistema de control para SKID de medición de transferencia custodia para estaciones de despacho en GLP mediante un computador de flujo son: sensores (transmisor de flujo, transmisor de presión, transmisor de temperatura, transmisor de densidad, etc); controlador (computador de flujo); actuadores (válvula de control).

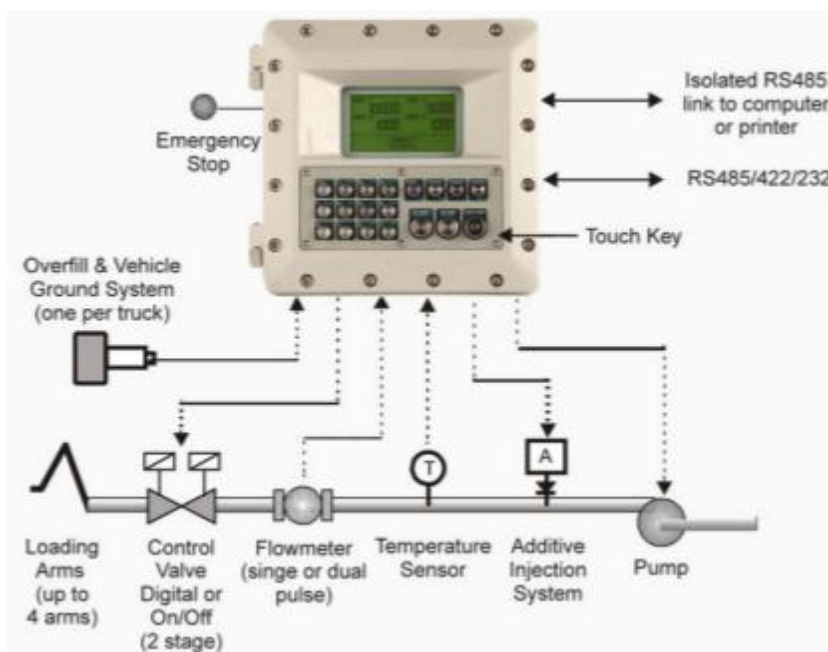


Imagen 20: Elementos típicos de un sistema de control para SKID de GLP.

3.2.6 Protocolos de comunicación Industriales

Un protocolo de comunicaciones es un conjunto de reglas y normas que permiten que dos o más entidades de un sistema de comunicación se comuniquen entre ellos para transmitir información por medio de cualquier tipo de variación de una magnitud física. Se trata de las reglas o el estándar que define la sintaxis, semántica y sincronización de la comunicación, así como posibles métodos de recuperación de errores. Los protocolos pueden ser implementados por hardware, software, o una combinación de ambos. ¹⁰

Los buses de datos que permiten la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso, reciben la denominación genérica de buses de campo. Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4-20mA o 0 a 10V DC, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión. Varios grupos han intentado generar e imponer una norma que permita la integración de equipos de distintos proveedores. Sin embargo, hasta la fecha no existe un bus de campo universal. Los buses de campo con mayor presencia en el área de control y automatización de procesos son:

- HART
- Profibus.
- Fieldbus Foundation.

3.2.6.1 HART (Highway-Addressable-Remote-Transducer)

Agrupada la información digital sobre la señal analógica típica de 4 a 20 mA DC. La señal digital usa dos frecuencias individuales de 1200 y 2200 Hz, que representan los dígitos 1 y 0 respectivamente, y que en conjunto forman una onda sinusoidal que se superpone al lazo de corriente de 4-20 mA (imagen 21).

Como la señal promedio de una onda sinusoidal es cero, no se añade ningún componente DC a la señal analógica de 4-20 mA., lo que permite continuar utilizando la variación analógica para el control del proceso.

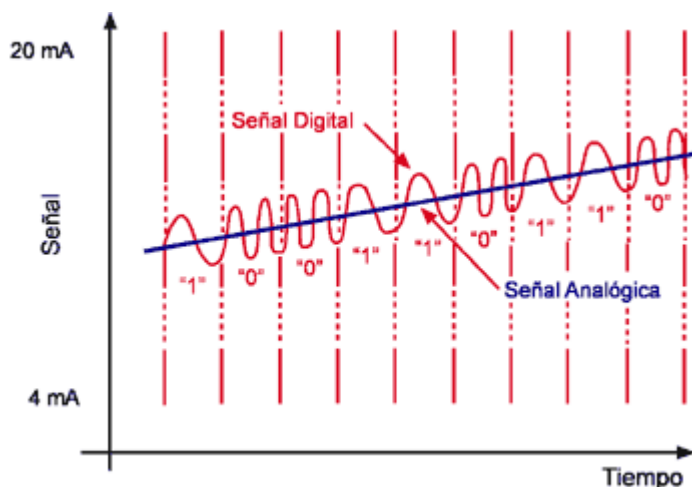


Imagen 21: Señal Hart

3.2.6.2 **PROFIBUS (Process Field Bus):**

Norma internacional de bus de campo de alta velocidad para control de procesos normalizada en Europa por EN 50170.

Existen tres perfiles:

- **Profibus DP (Decentralized Periphery):** Orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLCs) o terminales.
- **Profibus PA (Process Automation):** Para control de proceso, cumple normas especiales de seguridad para la industria química (IEC 11158-2, seguridad intrínseca).
- **Profibus FMS (Fieldbus Message Specification):** Para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización.

3.2.6.3 **Foundation Fieldbus (FF):**

Es un protocolo de comunicación digital para redes industriales, específicamente utilizado en aplicaciones de control distribuido. Puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para aplicaciones con varios lazos complejos de control de procesos y automatización. Está orientado principalmente a la interconexión de dispositivos en industrias de proceso continuo. Los dispositivos

de campo son alimentados a través del bus Fieldbus cuando la potencia requerida para el funcionamiento lo permite.

3.2.6.4 MODBUS

Es un protocolo de transmisión para sistemas de control y supervisión de procesos (SCADA) con control centralizado, puede comunicarse con una o varias Estaciones Remotas (RTU) con la finalidad de obtener datos de campo para la supervisión y control de un proceso. Las interfaces de Capa Física pueden estar configurada en: RS-232, RS-422, RS-485.

En Modbus, los datos pueden intercambiarse en dos modos de transmisión: RTU y ASCII.

3.2.6.5 DEVICENET:

Red de bajo nivel adecuada para conectar dispositivos simples como sensores fotoeléctricos, sensores magnéticos, pulsadores y dispositivos de alto nivel (PLCs, controladores, computadores, HMI, entre otros). Provee información adicional sobre el estado de la red, que será desplegada en la interfaz.

Los protocolos o buses de campo utilizados en el sistema son SLIP+ y OPC los cuales se detallaran a continuación.

3.2.6.6 SLIP

SLIP tiene sus orígenes en la implementación 3 COM UNET TCP/IP al principio de los años 80. SLIP es simplemente una definición de una serie de caracteres, para llevar paquetes IP en una línea serie. Al ser un protocolo de muy fácil implementación no proporciona ni direccionamiento, ni identificación de tipo de paquete, ni detección/corrección de errores, ni mecanismos de compresión. Ya en 1984 era posible la conexión de forma sencilla de host y encaminadores (routers) mediante líneas serie. SLIP se puede emplear en líneas con velocidades entre 1200 bps y 19.2 Kbps. Las configuraciones de SLIP más comunes serán: host-host, host-router y router-router.

SLIP fue creado en primer lugar para conectar dos estaciones de trabajo SUN a internet a través de una línea serie de discado usando un modem. Fue diseñado por Rick Adams en 1984.

SLIP es un protocolo antiguo con fallos que sólo sirve para conexiones por módem sencillas. Esto hizo que el PPP solo llegara a ser estándar de facto por su gran difusión entre los sistemas UNIX. Su código fuente es gratuito y fácil de transportar. Su misión es preparar los paquetes de datos de manera que puedan transmitirse a través de una línea serie (conexión a través del módem), en cambio estos solo pueden transmitirse byte a byte, marcándose el inicio y el final de los paquetes.

SLIP (Serial Line Protocol, “Protocolo Internet para líneas Seriales”), permite que la computadora utilice el Protocolo de Internet (IP) sobre un enlace serie, como puede ser una línea telefónica. Cuando la computadora se encuentra conectada a un proveedor de servicio SLIP (que le conecta a internet o a otra red), puede enviar y recibir paquetes IP como si estuviese conectada a la red. Esto significa que cualquier software en una computadora que utilice el protocolo TCP/IP funcionará de forma adecuada.

Este protocolo se encuentra en la Capa de Enlace de Datos junto al PPP y HDLC. SLIP está definido bajo el RFC 1055.

Para conectarse a internet, existen dos posibilidades: pertenecer a una red local, en la que los ordenadores están físicamente conectados entre sí, o bien conectarse vía módem con una red local. En este último caso se debe de utilizar el protocolo SLIP o el PPP, aunque el PPP es el más extendido.

Es muy utilizado para conectar sistemas caseros a internet a través del puerto serial RS-232 que se encuentra en casi todas las computadoras y modems.

3.2.6.6.1 Formato de SLIP.

Cada datagrama IP es terminado por el carácter especial C0. Para prevenir ruido de línea se acostumbra mandar uno al principio también, de modo que se concluya cualquier tipo de conexión errónea anterior.

Si el carácter C0 se presenta en el contenido del datagrama se utiliza la secuencia de dos bytes DB, DC el carácter DB es el carácter de escape de SLIP (distinto al valor ASCII de ESC –1B--).

Si en el contenido se presenta el carácter de escape, se reemplaza por la secuencia DB, DD.

SLIP deja a las capas superiores la detección y recuperación de marcos perdidos.

El protocolo SLIP define dos caracteres especiales END y ESC que se corresponden con el octal 300 y 333 respectivamente. El carácter ESC de SLIP no debe confundirse con el carácter ESCape de ASCII. Si en los datos enviados en un paquete SLIP aparece un código igual al carácter END, entonces éste se sustituye por dos caracteres que son un ESC y el octal 334. Si la coincidencia es ahora con el carácter ESC entonces se sustituye con la secuencia ESC y el octal 335. Para terminar los datos en el paquete entonces se envía un END. Al no ser un protocolo estándar no está definido un tamaño máximo de paquetes para SLIP.

3.2.6.6.2 Servicios de SLIP

Durante una conexión SLIP, es posible usar todos los servicios disponibles en internet, tales como Telnet, FTP, gráficos, sonidos, multimedia, fotografía, animación y otros.

SLIP tiene varias limitaciones que lo hacen un protocolo no muy confiable.

- Admite solamente TCP/IP. No se puede utilizar SLIP para transferir directamente otros protocolos de red, tales como IPX/SPX o NetBEUI.

- Se requiere una dirección IP estática. SLIP solicita al cliente que configure todos los parámetros de configuración de TCP/IP, tales como las direcciones IP, antes de establecer una conexión con el servidor.
- Depende de la autenticación de inicio de sesión basada en texto y normalmente, requiere de archivos de comandos para automatizar el proceso de inicio de sesión.
- Transmite las contraseñas de autenticación mediante texto, lo que puede ser peligroso para la seguridad porque las contraseñas no se encriptan durante la autenticación del usuario.

3.2.7 SCADA

SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Un SCADA es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es generalmente cerrado por el operador. Los Sistemas de Control Distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática. Hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador. Todos los sistemas SCADA poseen una serie de funciones en común sin importar sobre qué tipo de proceso se esté efectuando el SCADA. Entre las principales están las mencionadas a continuación:

- Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.
- Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.
- Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en

la operación diaria de la planta (eventos). Además de almacenar dichos cambios para un análisis posterior, los cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis. Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

3.2.8 Software de programación SCADA FactoryTalk View Rockwell

Esta es el actual HMI de Rockwell Automation, tienen dos grandes versiones, según la capacidad y la distribución de sus componentes:



Imagen 22: SCADA típico para Sistema de monitoreo y despacho de GLP

- **FactoryTalk View Site Edition:** Es la versión más completa y más distribuida. Esta es una arquitectura escalable que puede ser instalada como una aplicación en un solo PC (un usuario, un servidor, Stand-alone) o como aplicación distribuida, en varios servidores con respaldo y varios clientes.
- **FactoryTalk View Machine Edition:** Está pensada para instalarse en terreno, para el control de una máquina o un proceso pequeño. Tiene todo lo necesario en una unidad de software compacta. Puede ser instalada en un hardware dedicado denominado PanelView plus o plus CE (4 a 15 pulgadas), o en un PC estándar corriendo Windows CE, 2000 o XP

Dado que la versión Site Edition es la más completa y Machine Edition es un subconjunto de ella, será esta versión la que analizaremos con más detalle.

Las funciones del sistema, que son ejecutadas por diferentes programas, y que ejecutadas coordinadamente forman el sistema completo, son las siguientes:

- Servidor de datos o servidor de comunicaciones: RSLinx Enterprise o RSLinx Clasic. Es el servicio que se encarga de leer desde los PLCs y poner disponible los datos al resto de las aplicaciones, tanto servidores como clientes HMI
- Servidor HMI. FT View Server: Es el servicio principal de la aplicación. Se encarga de tener la base de datos con los diseños de las pantallas, y las envía a las estaciones clientes a través de la navegación entre pantallas.
- Clientes HMI. FT View Client: Es precisamente el software que interactúa con el operador, es la cara visible de la aplicación. Muestra todas las pantallas y permite al operador dar comandos y navegar entre pantallas. Esta aplicación lee los datos desde los servidores de datos.
- Sistema de alarmas: De tal modo de alertar al operador sobre condiciones de excepción.

- Servidor de históricos: Es el encargado de registrar los datos históricos, de acuerdo a los modelos establecidos. Después sirve los datos a los clientes HMI, para graficar las tendencias. Existe una versión integrada, y una versión más sofisticada, basada en el famoso software PI.
- Sistema de seguridad: FT Security Se encarga de la seguridad de accesos. Permite limitar los accesos según el usuario registrado, a los diferentes componentes del sistema: pantallas, datos, comandos, etc. Puede utilizar la BD de usuarios de Windows.
- Sistema de desarrollo: FT View Studio. Permite desarrollar toda la aplicación, independiente de la versión a ejecutar. En el caso de servidores, puede desarrollarse remotamente desde una estación de ingeniería.

Algunas funcionalidades adicionales, como sistema integrado:

- Comunicaciones: Aunque su modo natural es con PLC de Rockwell Automation, también puede comunicarse con otros PLCs utilizando drivers Kepware que están incluidos en el sistema. También cuenta con comunicación OPC.
- Redundancia: Puede tener redundancia de servidores HMI o redundancia de servidores de datos. Redundancia en comunicaciones Ethernet entre clientes, servidores y PLCs. También puede configurarse redundancia de comunicación OPC.
- Crear tags una sola vez. A través de Factory Talk, los tags quedan disponibles para el resto de los módulos de la aplicación.
- Múltiples clientes, se pueden conectar a múltiples servidores, de tal modo que cada cliente se configura según el tipo de dato que es pertinente según su uso. Cada cliente puede ejecutar código Visual Basic localmente.
- Puede proveer un registro de auditoría y de alarmas, en una BD centralizada.

- Simulación: Permite ejecutar la aplicación en modo simulado, para detectar fallas anticipadamente.

Y en relación a la herramienta de diseño, algunas de sus características son:

- Permite editar servidores remotamente
- Permite editar ambos software, tanto FT View Machine Edition como Site Edition.
- Permite editar diferentes versiones del FT View.
- Permite importar de aplicaciones antiguas: PanelBuilder y RSView 32 (con algunas restricciones).

Opciones pre-configuradas de elementos de HMI como: botoneras, selectores, dispositivos de entrada numéricos o de texto, indicadores de diagnóstico, displays.

3.2.9 Organización Internacional de Metrología Legal (OIML R117) - Sistemas de Medida para Líquidos con excepción del Agua (Sistemas de Medición de Flujo Volumétrico)

3.2.9.1 Clases de precisión

Tomando en consideración el campo de aplicación, los sistemas de medida serán

Clasificados en cinco clases de precisión de acuerdo a la Tabla 2.

Clase	Campo de aplicación
0.3	Sistemas de medida en tuberías (ver 5.6)
0.5	<p>Todos los sistemas de medida si no se lo a establecido de otro modo en alguna otra parte de esta tabla, en particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dispensadores de combustible para vehículos a motor (que no sean dispensadores de GLP) (ver 5.1 y 5.9) • sistemas de medida en autotanques para líquidos de baja velocidad (ver 5.2) • sistemas de medida para descargado de buque tanque, ferrocarriles tanque y autotanques (ver 5.3) • sistemas de medida para leche (ver 5.5) • sistemas de medida para cargado de buques (ver 5.6) • sistemas de medida para recarga de combustible en aeronaves (ver 5.8)
1.0	<p>Sistema de medida (que no sean dispensadores de GLP) para gases licuados bajo presión medidos a una temperatura igual o sobre -10°C (ver 5.4)</p> <p>Dispensadores de GLP para vehículos a motor (ver 5.7)</p> <p>Sistemas de medida normalmente en la clase 0.3 o 0.5 pero usados para líquidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • cuyas temperaturas son menores que -10°C o mayores que 50°C o • cuya viscosidad dinámica es mayor que 1000 mPa.s, o • cuya velocidad máxima de flujo volumétrica no es mayor que 20 L/h
1.5	<p>Sistemas de medida para dióxido de carbono licuado (ver 5.4.10)</p> <p>Sistemas de medida (que no sean los dispensadores de GLP) para gases licuados bajo presión medidos a temperaturas bajo los -10°C (ver 5.4)</p>
2.5	Sistemas de medida de líquidos a temperaturas bajo los -153°C

Tabla 2: Clases de precisión según OIML R117 para sistemas de medida de líquidos.¹¹

3.2.9.2 Errores máximos permisibles

Para volúmenes no menores a dos litros y sin perjuicio de lo estipulado en 2.5.3 de OIML R117, los errores máximos permisibles relativos, positivo o negativo, en indicaciones de volumen son especificados en la tabla 3.

		Clases de precisión				
			0.3	0.5	1.0	1.5 2.5
A(*)		0.3%	0.5%	1%	1.5%	2.5%
B(*)		0.2%	0.3%	0.6%	1.0%	1.5%

Tabla 3: Clases de precisión.¹²

Para volúmenes menores a 2 litros, y sin perjuicio de lo estipulado en 2.5.3, los errores máximos permisibles positivos o negativos, en las indicaciones de volumen se especifican en la tabla 4.

Magnitud de medición	Errores máximos permisibles
desde 1 a 2 L	• Valor fijado en la Tabla 2, aplicado a 2L
desde 0.4 a 1 L	• Dos veces el valor fijado en la Tabla 2
0.2 a 0.4 L	• Dos veces el valor fijado en la Tabla 2, aplicado a 0.4 L
desde 0.1 a 0.2 L	• Cuatro veces el valor fijado en la Tabla 2
menos que 0.1 L	• Cuatro veces el valor fijado en la Tabla 2, aplicado a 0.1 L

Tabla 4: Errores máximos permisibles.¹³

Sin embargo, cualquiera que sea la magnitud de medida, la magnitud del error máximo permisible es dada por el mayor entre los dos valores siguientes:

- Valor absoluto del error máximo permisible dado en la Tabla 2 o Tabla 3.
- Desviación del volumen mínimo especificado.

Para magnitudes mínimas de medición mayores que o iguales a 2 litros, la

desviación del volumen mínimo especificado (E_{\min}) es dada por la fórmula:

$$E_{\min} = (2 V_{\min}) \times (A/100)$$

Dónde:

V_{\min} : es la magnitud mínima medida,

A: es el valor numérico especificado en la línea A de la Tabla 2 para una clase de precisión relevante.

Para magnitudes mínimas medidas menores a dos litros, la desviación del volumen mínimo especificado es dos veces el valor especificado en la Tabla 3 y relacionado a la línea A de la Tabla 2.

Nota: La desviación del volumen mínimo especificado es el error máximo permisible absoluto.

3.2.9.3 Condiciones para la aplicación de los errores máximos permisibles

Las provisiones en ésta subclase se aplican a indicaciones de volumen a las condiciones en que se realiza la medición (ver 2.7 para indicaciones de conversión).

Los errores máximos permisibles en la línea A de la Tabla 2 se aplican a sistemas de medida completos, para todos los líquidos, todas las temperaturas y todas las presiones de los líquidos y todas las velocidades de flujo para las cuales el sistema ha sido pensado, o ha sido aprobado, sin ningún ajuste entre varios ensayos, para:

- Aprobación de modelo.

- Verificación inicial de una etapa o en una segunda etapa en una verificación inicial a dos etapas.
- Verificaciones subsecuentes.

Los errores máximos permisibles en la línea B de la Tabla 2 se aplican a:

- Aprobación del modelo de un medidor, para todos los líquidos, todas las temperaturas, todas las presiones de los líquidos y todas las velocidades de flujo para las cuales el sistema tiene el propósito de ser aprobado.
- Verificación inicial (primera etapa de la verificación) de un medidor que tiene el propósito de ser dotado de un sistema de medida sujeto a verificación inicial de dos etapas.

Notas:

1. Se permite un ajuste para cada líquido, pero en este caso el certificado de aprobación del modelo provee información sobre la capacidad del medidor para medir todos los líquidos sin precauciones particulares. Por ejemplo, el medidor puede estar autorizado solamente para medir un líquido bajo condiciones normales, o puede ser necesario un dispositivo automático que provee una adaptación para cada líquido.
2. Si el medidor está provisto de un dispositivo de corrección o ajuste, es suficiente verificar que la(s) curva (s) de error(es) esta(n) dentro de un campo de medida igual a dos veces el valor especificado en la línea B de la Tabla 2.
3. Ver ejemplo en 6.1.5.2.4 de OIML R117.

Cuando se lo expresa en el certificado de aprobación de modelo, una verificación inicial

de una etapa o la segunda etapa en una verificación inicial de dos etapas de un sistema de medida, que tiene el propósito de medir dos o más líquidos, puede ser llevado a cabo solamente con un líquido o con un líquido diferente al previsto. En éste caso y si es necesario, el certificado de aprobación de modelo provee un campo de medida más pequeño o un desplazamiento para errores máximos permisibles de manera que el sistema de medida cumpla con 2.6.1 para todos los líquidos previstos.

Cuando se lo expresa en el certificado de aprobación del modelo, la verificación inicial de un medidor de un sistema de medida, que tiene el propósito de medir dos o más líquidos, puede ser llevado a cabo solamente con un líquido o con un líquido diferente al previsto. En este caso, y sí es necesario, el certificado de aprobación del modelo provee un campo de medida más pequeño o un desplazamiento para los errores máximos permisibles de tal manera que cumplan con el numeral 2.6.2 para el medidor en todos los líquidos previstos.

Las consideraciones de arriba pueden extenderse al caso de sistemas de medida o a medidores que tienen el propósito de medir solamente un líquido pero ser verificado con otro líquido.

CAPITULO IV
DESARROLLO DEL PROYECTO



Imagen 24: Lugar de Proyecto.

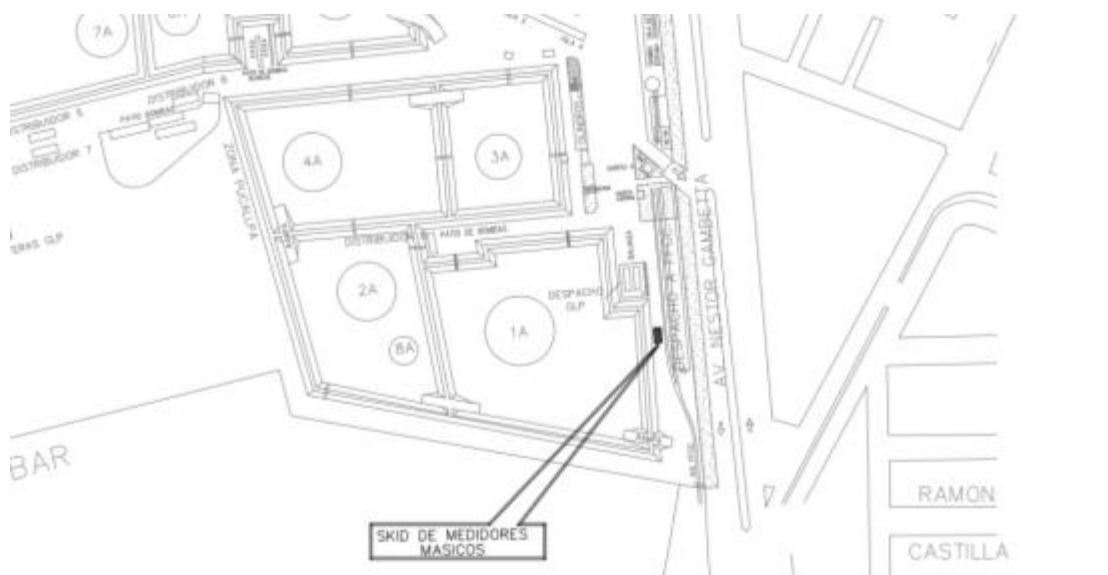


Imagen 25: Ubicación del SKID de medidores másicos en planta.

4.1.2 Sistema de Despacho de GLP actual en Vopak Perú S.A.

Vopak posee tres islas de despachos a camiones cisternas de GLP y utiliza como sistema de contrastación balanzas de la marca AND (A&D Weighing), modelo AD-4321B, del tipo electrónica, de funcionamiento no automático, con un rango de medición desde 0 hasta 80000Kg, división mínima de escala de 20Kg y clase de precisión III.

El proceso de despacho a camiones de GLP se realiza de la siguiente manera: Los camiones cisterna de GLP de diferentes empresas ingresan a las instalaciones del terminal de Callao de Vopak Perú, son pesados con sus contenedores vacíos mediante la balanza descrita líneas arriba y luego se ubican en una de las tres islas de despacho disponible para ser llenados de GLP. El operario se encarga de conectar los brazos de carga, tubería de GLP líquido y tubería de vapor de GLP y aterrizar el sistema mediante un grounding device. Una vez realizado este procedimiento, el operario dispone a abrir la válvula de control y por método de cálculo de tiempos se estima el cerrado de la válvula, finalizando el proceso de despacho. Luego se dispone nuevamente a pesar el camión cisterna, la diferencia de pesos dará como resultado el contenido real que se cargó dentro del camión cisterna de GLP y se procederá a realizar la facturación por el servicio de despacho.



Imagen 26: Sistema de despacho de GLP actual en Vopak Perú S.A.

El sistema de despacho cuenta actualmente con los siguientes equipos:

4.1.2.1 Balanza

La empresa Vopak Perú S.A. utiliza balanzas de la marca AND modelo AD-4321B, las cuales son indicadores electrónicos confiables para todas las aplicaciones de pesaje.



Imagen 27: Balanza AND modelo AD-4321B.

4.1.2.1.1 Características

- Cumple con los requerimientos NBS HB-44, OIML clase III y NTEP.
- Funciona con 12 VDC o 110/220 VAC El AD-4321B opera con 12V DC.
- Circuitos controladores (Watch Dog) monitorean el CPU que automáticamente restablece la unidad a operación normal en caso de una caída del sistema.
- Calibración totalmente digital elimina la necesidad de descargar y cargar las pesas para calibrar ganancia y cero.
- La etapa analógica ópticamente aislada y los circuitos del convertidor A/D están protegidos por una jaula de Faraday interna para alta inmunidad contra todas las formas de Interferencias por Radio Frecuencias (RFI).
- 10,000 divisiones en pantalla y una alta resolución interna de 130,000 divisiones ofrecen exactitud casi para cualquier aplicación.
- Frecuencia de muestreo de 4 veces por segundo.
- Maneja hasta 8 celdas de carga (350Ω).

4.1.2.1.2 Especificaciones Técnicas

Modelo	AD-4312A	AD-4312B
Entradas y conversión A/D		
Sensibilidad de entrada	1.1 μ V/D a 120 μ V/D	0.9 μ V/D a 100 μ V/D
Rango de ajuste de cero	1mV a 30mV	0.8mV a 25mV
Excitación a celda de carga	12 VDC, 280 mA (con sensado)	10VDC, 230mA (con sensado)
Impedancia de entrada	10M Ω (min)	
Método de conversión A/D	integración de doble pendiente	
Divisiones A/D	130,000	
Tasa de conversión A/D	4 veces por segundo	
Sección digital		
Pantalla	7 dígitos de 13mm, en azul fluorescente de alta intensidad	
Indicación de bajo cero	Signo negativo "-"	
Indicadores	Centro de cero, Movimiento, Neto, Bruto, Encendido y Tara ingresada	
Interruptores	Espera/Operación, Cero, Tara, Bruto/Neto, impresión	
Interruptores DIP de Programación	Detector de movimiento: 1D o 3D /seg. Rastreo de cero: 0.5D, 1D, 1.5D/1.2seg. Punto decimal: Ninguno, 1, 2 o 3 decimales Incrementos: 1, 2, 5, 10, 20, 50 Capacidades máximas: 300/400/500/600/800/1,000/1,200/1,500/2,000/2,500/ 3,000/4,000/5,000/6,000/8,000/10,000/12,000/15,000/ 20,000/25,000/30,000/40,000/50,000/60,000/80,000/1 00,000/120,000/150,000/200,000/250,000/300,000/40 0,000/500,000	
Calibración	El interruptor de calibración inicia o fija el valor de calibración Se obtienen fácilmente de 300 a 10,000 divisiones	
No-linealidad	$\pm 0.01\%$ de la lectura	
Coefficiente de temperatura	Cero: $\pm(0.3\mu\text{V} \pm 0.0005\%$ del voltaje inicial de cero) / $^{\circ}\text{C}$ Ganancia: ± 5 ppm / $^{\circ}\text{C}$ de la lectura	
Panel posterior	Entrada de celda de carga: Conector de 7 patas Control externo: Conector de 7 patas (Cero, Tara, Bruto/Neto, imprimir)	
GENERAL		
Alimentación	115 VAC 50/60Hz (100, 120, 220, 240 VAC disponible)	11VDC a 18 VDC / 380mA – 710mA
Peso neto	1.7 Kg (3.7lb)	1Kg (2.2 lb)
Temperatura de operación	-10°C a $+40^{\circ}\text{C}$ (14°F a $+104^{\circ}\text{F}$)	
Humedad de operación	Max. 95% Humedad Relativa sin condensación	
Dimensiones físicas	198(ancho) x 178(profundo) x 76(alto)mm / 7.8"(ancho) x 7"(profundo) x 3"(alto)	

† Las especificaciones pueden cambiar por mejoras sin previo aviso

Imagen 28: Especificaciones Técnicas balanza AND.

4.1.2.2 Manómetros:

Indicadores de presión tipo manómetro marca Ashcroft modelo 45 1279 SS L 04 L 0/300 PSIG.



Imagen 29: Manómetro instalado en líneas de despacho de GLP en Vopak Perú S.A.

4.1.2.2.1 Características:

- **Caja:** Caja de frente sólido en fenol negro tipo torre, con aros delantero y trasero roscados en Nylon - 33, reforzados con fibras de vidrio. Diámetro nominal 4 1/2”(114mm). Equipada con disco trasero de seguridad en acero inoxidable con diafragma interno en Buna-N. Opcionalmente amortiguada para vibraciones mecánicas a través del exclusivo Plus™ Performance (XLL), o llena de líquido, grado de protección IP65.
- **Cuadrante:** Aluminio, fondo blanco e impresión en negro.
- **Aguja:** Aluminio, balanceada, con ajuste micrométrico de cero.
- **Visor:** Vidrio plano. Acrílico cuando está equipado con aguja de máxima o en la versión lleno de líquido.
- **Sistema sensor:** Tubo bourdón y zoquete de acero inoxidable tipo AISI-316 (código SS).
- **Mecanismo:** Tipo engranajes en acero inoxidable, con recursos para ajuste de linealidad y angularidad.
- **Conexión:** Inferior con rosca de 1/2” NPT.
- **Rangos de presión:** 0-300 psig.
- **Temperatura de operación:** Mínima de -7°C y máxima de 65°C para ambiente y fluido de proceso.
- **Límites de sobrepresión:** El límite de sobrepresión es de 1,3 veces el rango total sin afectar la calibración.

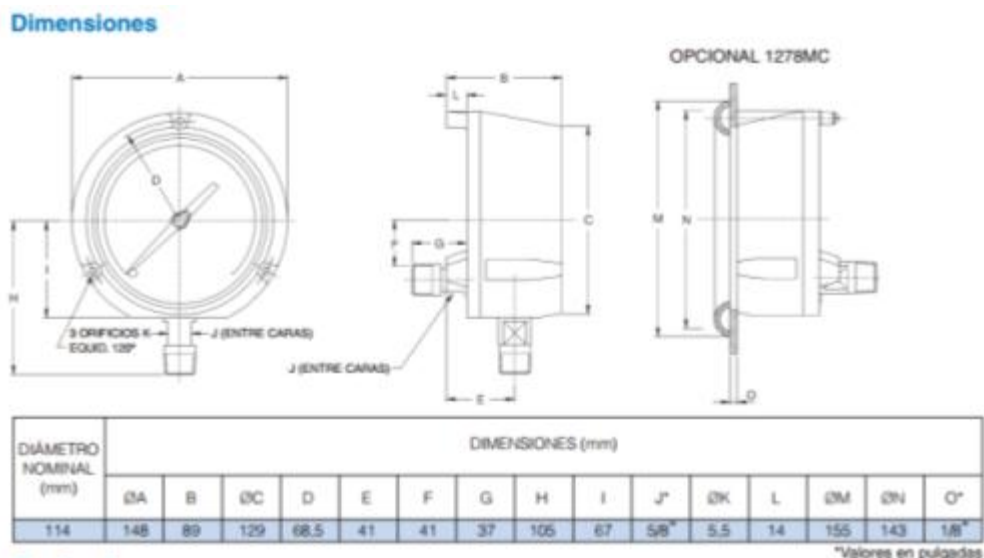


Imagen 30: Dimensiones del manómetro.

4.1.2.3 Termómetros bimetálicos

Para el sistema de despacho de GLP, Vopak utiliza indicadores de temperatura bimetálicos marca Ashcroft modelo BIR-IN 114 69M 025 0/100°C

4.1.2.3.1 Características

- **Caja:** Caja y aro tipo bayoneta en acero inoxidable AISI-304. Acabado pulido. Diámetro nominal 114mm.
- **Grado de protección:** IP 66.
- **Cuadrante:** Aluminio, fondo blanco e impresión en negro. Sistema “Maxivision®” que minimiza los errores de paralaje.
- **Aguja:** Aluminio, balanceada, con ajuste tipo fricción.
- **Visor:** Vidrio plano.
- **Sistema sensor:** Bimetal helicoidal.
- **Montaje:** Local.
- **Vástago:** Inferior en acero inoxidable AISI 304. Diámetro de 1/4”, 2 1/2” de longitud de vástago.
- **Conexión al proceso:** 1/2” NPT.

- **Rangos de temperatura:** Desde 0°C hasta 100°C

Dimensiones

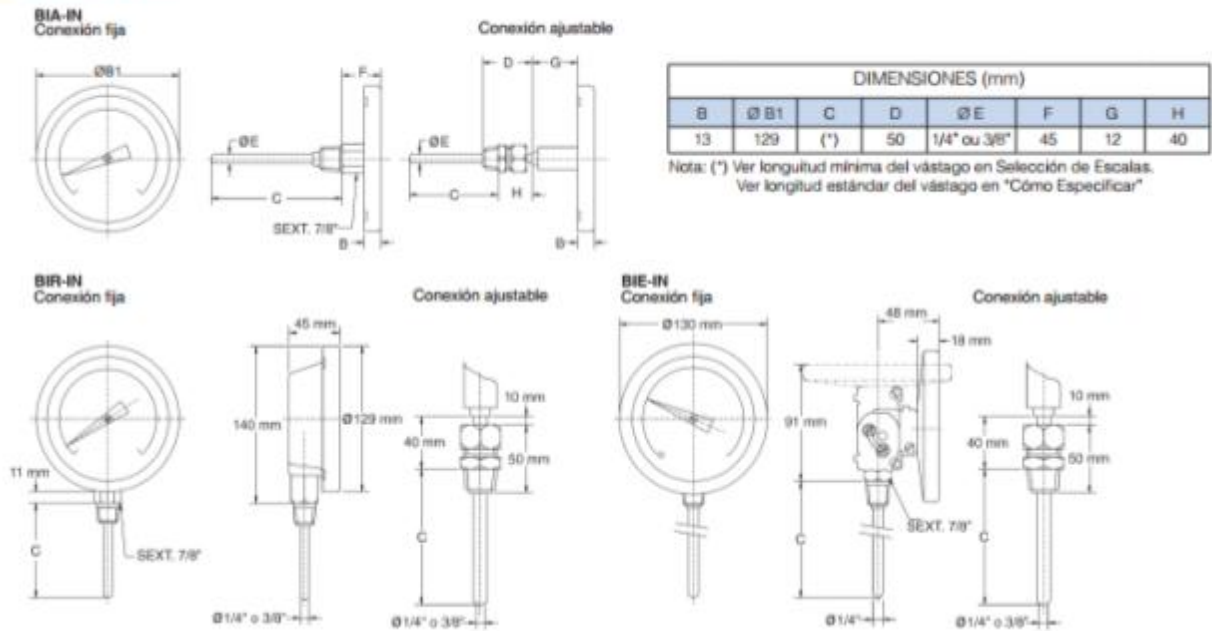


Imagen 31: Dimensiones del termómetro bimetalico.

4.1.3 Proceso de Pesaje antes de Carga de GLP

Los camiones cisternas de las diferentes empresas minoristas distribuidoras de GLP ingresan a las instalaciones de Vopak Perú S.A. Los camiones cisternas son pesados mediante una balanza (características indicadas líneas arriba). El operador toma nota del peso inicial antes de ser cargado en el terminal de despacho.

4.1.4 Proceso de Carga de GLP a Camiones Cisternas:

En este proceso se realizará el despacho de GLP líquido, desde las esferas de almacenamiento hasta los camiones cisternas.

En primer lugar, se dispone a apagar el motor del camión, luego se conecta la puesta a tierra mediante el Grounding Device o pinza de aterramiento. La carga se realiza mediante la conexión de dos brazos de carga al camión cisterna. Uno de

ellos pone en contacto las fases gaseosas de las esferas de almacenamiento del camión y el segundo conecta las fases líquidas del tanque y del camión.

Después, se realiza la apertura de las válvulas on/off tanto en la conducción de fase líquida como en la conducción de la fase gaseosa, tuberías que vienen directamente desde las esferas de almacenamiento. A continuación se abren las válvulas on/off tanto de las fases líquidas como gaseosas del camión cisterna y de los brazos de carga.

Posteriormente, el operador enciende la bomba encargada de impulsar el GLP líquido desde las esferas de almacenamiento al camión cisterna para la carga.

El control de carga se realizará a través de un sensor de nivel que por lo general viene instalado en cada camión cisterna, que indicará al operador el nivel máximo de llenado de las cisternas. Cuando se llegue a este nivel el operador cierra las válvulas de todo el sistema, culminando el proceso de carga a camiones cisternas de GLP.

4.1.5 Proceso de Pesaje después de Carga de GLP

Posterior al proceso de carga de GLP a los camiones cisternas, estos son pesados nuevamente, la facturación es determinada mediante la diferencia del peso inicial y el peso final.

4.1.6 Datos de la aplicación

4.1.6.1 Información Meteorológica

- Calidad del Aire en los alrededores: No Aplica.
- Temperatura Máxima: 32 ° C
- Temperatura Mínima: 15 ° C
- Temperatura Promedio: 25 ° C
- Humedad relativa promedio: 45% - 83%
- Precipitación media: No aplicable

- Punto de rocío promedio: 14 ° C / 16,2 ° C / 19 ° C
- Días con precipitación(min., nom., max.): 2 / 8 / 18
- Luz del sol: indirecta - indirecta
- Presión: 1014 mbar

4.1.6.2 Elevación del Sitio

- Elevación nominal sobre el nivel del mar: 13,75 m

4.1.6.3 SÍSMICA, viento, nieve y escarcha DATOS

- Velocidad media del viento: 70 km / h aprox.
- Promedio Dirección del Viento: S
- Días con Temperatura mínimas bajo cero: 0
- Promedio Nevadas: No aplicable
- Carga de nieve: No aplicable
- Días con nieve: 0
- Record Nevadas 24 horas: No aplicable
- Registre Nevadas mensual: No aplicable
- Clasificación de la zona sísmica: Zona 3, s / Norma Técnica E.030 Diseño Sismo. Resistente, aceleración 0.52.

4.1.6.4 Datos del Proceso

4.1.6.4.1 Tubería de GLP líquido:

- Fluido: Gas Licuado de Petróleo (GLP).
- Concentración: 60% de propano, 40% de butano.
- Rango de flujo:
 - Mínimo: 90 GPM.
 - Promedio: 230 GPM.
 - Máximo: 397 GPM.
- Densidad (Mín. / Prom. / Máx.): 0,52 / - / 0,535 g/cm³.
- Peso específico: 0.525

- Presión de Vapor @37.8 °C: Propano: 208 Psig, butano: 70 Psig y GLP: 160 Psig.
- Contenido de azufre: 0.0
- Viscosidad a 20 ° C: Butano: 0.25MPa-s Máximo, Propano: 0.20MPa-s Máximo.
- Temperatura:
 - Mínima: 4.44 °C.
 - Promedio: 20 °C.
 - Máxima. : 30 ° C.
- Presión:
 - Mínima: 80 Psig.
 - Promedio: 150 Psig.
 - Máxima. : 195 Psig.
- Pérdida de presión permisible Max: Se realizará el diseño sin ninguna limitación.

4.1.6.4.2 Tubería de GLP de vapor:

- Fluido: Gas Licuado de Petróleo (GLP)
- Concentración: 60% de propano, 40% de butano.
- Rango de Flujo:
 - Mínimo: 20 m³ / h.
 - Promedio: 52 m³ / h.
 - Máximo: 90 m³ / h.
- Densidad: 0.014 Tn/m³.
- Peso específico: No confirmado.
- Vapor pressure@37.8 °C: No confirmado.
- Contenido de azufre: 0.0.
- Viscosidad: No confirmado.
- Temperatura:

- Mínima. : 15 ° C.
- Promedio: 22 ° C.
- Máxima. : 28 ° C.
- Presión:
 - Mínima: 80 Psig
 - Promedio: 90 Psig.
 - Máxima: 195 Psig.

4.1.6.5 Datos para el diseño

4.1.6.5.1 Tubería de GLP Líquido:

- Temperatura ambiente: 15 - 32 °C.
- Temperatura de proceso: 4,44 °C / 20 °C / 30 °C.
- Temperatura de diseño: 50 ° C máx.
- Presión de diseño: 300 Psig.

4.1.6.5.2 Tubería de GLP Vapor:

- Temperatura ambiente: 15 - 32 °C.
- Temperatura de proceso: 10 a 33 °C.
- Temperatura de diseño: 50 °C máxima.
- Presión de diseño: 300 Psig.

4.1.6.6 Sistema de unidad

- Sistema de unidad: Sistema Internacional para todas las variables. Sin embargo, las variables que se enumeran a continuación tendrán las siguientes unidades:
 - Temperatura: °C.
 - Presión: Psi.
 - FLUJO: USGPM.
 - Diámetro del tubo: Pulgadas.

- Densidad: g / cc.

4.1.6.7 Datos de diseño para tuberías

- Código y Estándares Pipe: ASME B31.3 para el diseño de tuberías.

ASME B31.4 para brida aceptación.

ASME VIII, División 1, Apéndice 2 para los valores

Límite.

- Grado de la presión: 300 lbs (ANSI).
- Materiales:
 - Tubería de proceso: A106 Gr. B.
 - Bridas ANSI B16.5, ASTM A105N.
 - Accesorios: ASME B16.9, ASTM A234 Gr. WPB.
 - Pernos de las bridas: ASME B 18.2.1.
 - Nuts: ASME B18.2.2.
 - Juntas: ASME B16.20 (espiral enrollada 3mm).
- NACE: No aplicable.
- Subsidio a la corrosión: 1,6 mm.
- Conexión de bridas 300 libras, la cara levantada, ANSI.

4.1.6.8 Aislamiento Térmico

- Método: No aplicable.

4.1.6.9 Sistema de Pintura

Las principales normas empleadas en el desarrollo de esta especificación son las que aparecen a continuación, si bien, no se han considerado únicamente éstas:

- SSPC, Steel Structures Painting Council Manual.
- SSPC-PA2, Measurement of dry fill thickness with magnetic gages.

- ASTM D-714-1987, Standards Test Method of Paints Evaluating Degree of Blistering of Exterior Paints.
- ASTM D-772-1986, Standards Test Method of Paints Evaluating Degree of Flaking (Scaling) of Exterior Paints.
- ASTM D-1654-1992, Standards Test Method of Evaluating or Painted or Coated Specimens Subjected to corrosive Environments.
- ASTM D-3359 Rev. A-1992, Standards Test Method for Measuring Adhesion by Tape Test.
- EN ISO 8501-1, Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Visual assessment of surfaces cleanliness. Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates after overall removal of previous coatings.
- D.S. No 036-2003-EM Reglamento de Seguridad para Almacenamiento de Hidrocarburos, incluidas todas sus modificatorias y disposiciones complementarias y concordantes.
- D.S. No 052-93-EM Reglamento de Almacenamiento de Hidrocarburos, incluidas todas sus modificatorias y disposiciones complementarias y concordantes.
- D.S. No 043-2007-EM Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, incluidas todas sus modificatorias y disposiciones complementarias y concordantes.

Otras normas Peruanas

Estas normas se aplicarán en su última edición vigente en el momento de emitir la correspondiente petición de oferta a menos que se indique la fecha explícitamente. En caso de discordancia entre esta especificación y alguna de las normas referidas y/o aplicadas, se considerará como válido el criterio más severo.

4.1.6.10 Electricidad

- Potencia disponible: 230 VAC 60Hz,
24VDC.
- Grado de Protección: IP66.

4.1.6.11 Zonas Peligrosas

- Riesgo y operabilidad: Área Peligrosa.
- Zona de peligro: Zona de 1,2 Grupo Gas IIA (ATEX)
- Instrumentos de protección: Protección contra explosiones, ATEX Flameproof Ex, T4.

4.1.6.12 Normas y especificaciones aplicables

- Especificaciones de Vopak: No aplica.
- Especificaciones del proyecto: No aplica.
- Orden de precedencia metrológica a implementar:
 - 1) API / SMP (Cap. 5. Sec6.Ch11.Sec.2.4)
 - 2) API2510
 - 3) NFPA58 / NFP70 / NFP77
 - 4) El concepto de OIML R117-1
- Código y Estándares Pipe:
 - ASME B31.3 para el diseño de tuberías
 - ASME B31.4 para brida aceptación
 - Eléctrica: NFPA58/NFP70

4.1.6.13 Descripción de los códigos de diseño

- **API / SMP (Ch. 11.Sec.2.4)**
Corrección de la temperatura de los volúmenes de LGN y GLP, Tablas 23E, 24E, 53E, 54E, 59E y 60E. Esta publicación es una versión actualizada del TP-25.

- **API / SMP (Cap. 5. Sec. 6.)**
Medición de Hidrocarburos líquidos por Coriolis.
- **API2510**
Diseño y Construcción de Instalaciones de GLP.
- **NFPA58 / NFP70 / NFPA77**
Asociación Nacional de Protección contra Incendios
- **OIML-R117-1**
Este código establece reglamentos para las características metrológicas requeridas de ciertos instrumentos de medición y que especifican métodos y equipos para el control de su conformidad.
- **ASME B31.3 - 2002 - Piping Process**
Este código establece los requisitos para el diseño, fabricación, montaje, instalación, revisión, inspección, y pruebas.
- **ASME B31.4 - 2002 - Sistemas de transporte de tuberías para hidrocarburos líquidos y otros Líquidos**
Este código establece los requisitos para el diseño, materiales, construcción, montaje, inspección y pruebas de tuberías que transportan líquidos.
Las tuberías consisten en tuberías, bridas, pernos, juntas, válvulas, dispositivos de alivio, accesorios y la presión que contiene partes de otros componentes en las tuberías. También incluye perchas y soportes, equipos y otros artículos necesarios para evitar la sobrecarga de presión que contiene. No incluye las estructuras de apoyo, como los marcos de lo construcción, construcciones puntales o fundaciones.

4.2 Estudio y Análisis de la normativa técnica para la fiscalización de hidrocarburos líquidos.

La norma técnica para la fiscalización de hidrocarburos líquidos consiste en un conjunto de directrices de operación enfocado a la medición fiscal en la

comercialización de GLP. Dichas normas han sido definidas y recopiladas por el Ministerio de Energía y Minas y están en constante evolución a fin de adaptarse a los avances en tecnología y a las condiciones del mercado.

La norma se encarga de crear un contexto del proceso de fiscalización del GLP, define los términos manejados, las responsabilidades que se atribuyen a cada uno de los involucrados, establece parámetros a seguir para la instalación, operación, calibración y certificación de los sistemas de medida para la comercialización del GLP. Para efectos de esta investigación se tienen en cuenta los reglamentos establecidos en lo concerniente a la fiscalización durante la transferencia de custodia entre una empresa comercializadora de GLP (Vopak Perú S.A.) y clientes (distribuidores minoristas de GLP).

4.3 Medición automática para fiscalización y transferencia de custodia

Con una visión clara de los conceptos manejados, se procede al análisis y estudio de los parámetros y directrices fijadas gubernamentalmente, específicamente los que competen a la categoría en la que se ubica el sistema de medición a diseñar.

Los skids de medición se implementan, por lo general, en puntos de fiscalización y transferencia a custodia. Los skids de medición deben estar conformados por la instrumentación necesaria para medir flujo volumétrico o másico, presión, temperatura, densidad y las facilidades mecánicas para la conexión de un probador o prober (conexiones para instalación de un sistema de calibración móvil y en línea para el skid).

Así mismo, deben contener todos los accesorios necesarios para la correcta adecuación del líquido (válvulas bola, válvulas de control, filtros y/o separadores o eliminadores de vapores).

Los sistemas de medición de flujo que se instalen, deberán incluir las facilidades necesarias para probar el comportamiento de los equipos y determinar los correspondientes factores del medidor o realizar una calibración de todo el sistema.

No se permitirá la construcción de vías alternas a los medidores o bypass que posibiliten que el líquido sea transferido sin medición.

Los medidores de flujo utilizados deberán incluir compensación automática por temperatura. Esta compensación será ejecutada de manera individual en cada línea del skid.

4.4 Parámetros a medir

El proceso de fiscalización tiene un parámetro básico de medida, la cantidad de GLP. Este valor es obtenido a través de una serie de variables, los instrumentos aprobados para este propósito son mostrados a continuación.

4.4.1 Medición de Cantidad de GLP

Los instrumentos aceptados para la medición de la cantidad del líquido son los siguientes:

- Medidor de flujo.
- Medidor de temperatura.
- Medidor de presión.
- Probador en línea.
- Computador de flujo.

4.5 Tecnología para la fiscalización y transferencia de custodia del GLP

Cada uno de los instrumentos a usar para el proceso de fiscalización debe cumplir con determinados requisitos técnicos de desempeño los cuales se definen a continuación.

4.5.1 Medidor de Flujo

Para la medición de líquidos se utilizarán equipos con tecnología de punta con precisión en flujo másico de $\pm 0.05\%$ del valor de lectura y en densidad una precisión de ± 0.0005 g/cc (en todo el rango de medición del sensor).

4.5.2 Medidor de temperatura

Se utilizarán medidores de temperatura RTD's con precisión de $\pm 0.1\text{C}$. Se utilizarán productos de marcas reconocidas y de uso común dentro de la industria petrolera.

4.5.3 Medidor de Presión

Se utilizarán medidores de presión tipo diafragma metálico con una precisión de $\pm 0.075\%$, se deberán usar productos de marcas reconocidas y de uso común dentro de la industria.

4.5.4 Computador de Flujo

Para el cálculo de flujo se emplearán equipos de última tecnología, con las siguientes características:

- Matemática de Punto Flotante.
- Corrección de flujo no-lineal.
- Compensación de temperatura/presión con tablas API.
- Entradas analógicas para densidad, presión y temperatura.
- Control para válvulas digitales.
- Control para válvulas digitales.
- Parada de emergencia.
- Alarmas.
- Protocolo de comunicación.
- Resta de la medición de GLP líquido y GLP de vapor.

4.6 Definición y selección de la ubicación y punto de conexión del sistema

La ubicación del sistema de medida (SKID) debe ser elegida detenidamente a fin de realizar una elección óptima, ya que de esta depende la facilidad de instalación y mantenimiento del equipo, la precisión de las medidas y la seguridad del mismo.

Este aspecto del diseño es de vital importancia para la correcta realización del mismo, para ello existen una serie de factores a tomar en cuenta, los cuales deben ser observados de manera estricta y detallada.

Para el presente trabajo y por indicaciones de Vopak Perú S.A., el punto de medición fue definido por la misma empresa, cercana al sistema de despacho actual, un espacio de 10.70 metros de largo por 6.50 metros de ancho, teniendo en cuentas los siguientes factores: reducción de incertidumbre en las medidas, fácil acceso a los recursos de alimentación eléctrica para la serie de instrumentos que conforman el skid de medición, la seguridad que pueda proporcionársele al equipo, la facilidad de acceso tanto de personal, como de equipos de mantenimiento, las condiciones del terreno y la cercanía a la estación a cuya comercialización será fiscalizada.

Vopak tomo en cuenta todos estos factores los cuales han sido corroborados por el autor del presente trabajo. Se definió como localización para el skid de medición las siguientes coordenadas dentro de sus instalaciones: Latitud ($12^{\circ} 2'25.36''S$), Longitud ($77^{\circ} 7'37.71''O$).

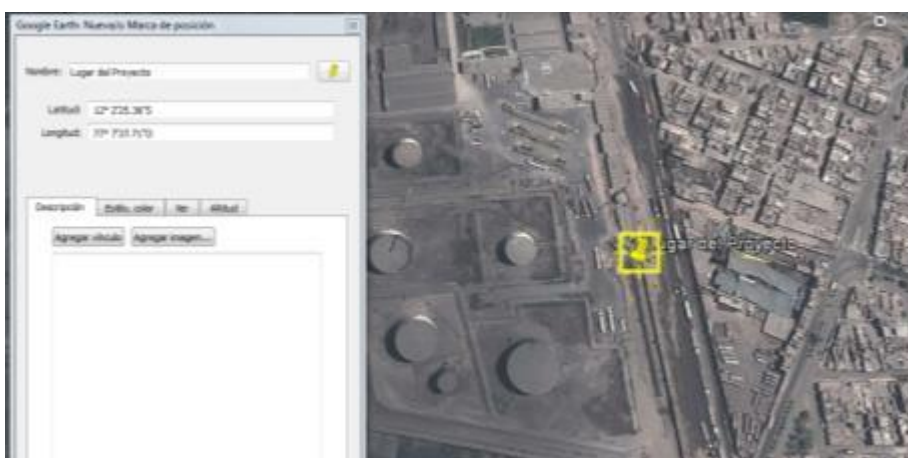


Imagen 32: Localización del SKID en coordenadas.



Imagen 33: Zona de ubicación del SKID.

Esta ubicación cumple con los requisitos necesarios en términos de proceso como de infraestructura, su extensión es de 10.70x6.50 metros, que es un área suficiente para el diseño proyectado. Dado a que está dentro del centro operativo cuenta con cerca de protección, iluminación y facilidades de alimentación eléctricas.



Imagen 34: Ubicación actual de tuberías de GLP líquido y GLP de vapor.

En lo referente a la relación de la ubicación seleccionada y el proceso a monitorear, se tiene que las tuberías de GLP líquido y GLP de vapor se encuentran muy cerca de la localización propuesta del skid lo que abarata los costos de instalación, asimismo los costos de mantenimiento se reducen ya que la ubicación seleccionada facilita sustancialmente el acceso de personal y maquinaria.

4.7 Selección de los instrumentos de medida a utilizar en el diseño

La selección de los instrumentos de medida que formaran parte del sistema es una decisión tomada con mucha cautela y consideración, ya que de estos depende el desempeño total del sistema como un todo. Existen una serie de factores que deben de tomarse en cuenta para la selección de las tecnologías a utilizar y criterios mínimos establecidos que deben ser cumplidos. Un factor de considerable

importancia es la precisión presentada por los instrumentos de medida, este puede ser manipulado en función de los instrumentos seleccionados y cómo se acoplan sus respectivos índices de incertidumbre. Sin embargo, existe un estándar mínimo que debe ser cumplido, el cual es presentado según OIML R117, clase 0,5 para sistemas de carga (que es 0,5% de error máximo admisible para el sistema de medición completo). Revise las siguientes tablas donde se puede ver en detalle la clase de precisión OIML en detalle.

OIML Accuracy Class

Table 1

Class	Type of measuring system
0.3	<ul style="list-style-type: none"> - Measuring systems on pipelines (see 5.7) (With exemption for what is stated for accuracy class 1.0 and 1.5)
0.5	All measuring systems, if not differently stated elsewhere in this table, in particular: <ul style="list-style-type: none"> - fuel dispensers for motor vehicles (other than LPG dispensers) (see 5.1, 5.9, and 5.10) - measuring systems on road tankers for liquids of low viscosity (see 5.2) - measuring systems for the unloading of ships' tanks and rail and road tankers (see 5.3) - measuring systems for milk, beer, and other foaming liquids (see 5.6) - measuring systems for loading ships (see 5.7) - measuring systems for refuelling aircraft (see 5.8)
1.0	<ul style="list-style-type: none"> - Measuring systems for liquefied gases under pressure measured at a temperature equal to or above -10°C (see 5.4) - LPG dispensers for motor vehicles (see 5.5) - Measuring systems: <ul style="list-style-type: none"> • used for liquids whose dynamic viscosity is higher than 1000 mPa·s, or • whose maximum flowrate is not higher than 20 L/h or 20 kg/h
1.5	<ul style="list-style-type: none"> - Measuring systems for liquefied carbon dioxide (see 5.4.9), - Measuring systems (other than LPG dispensers) for liquefied gases under pressure measured at a temperature below -10°C (see 5.4)

Tabla 5: Tipo de Precisión vs tipo de sistema de medición según OIML.

Table 2

Line	Accuracy class			
	0.3	0.5	1.0	1.5
A (*)	0.3 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %
B (*)	0.2 %	0.3 %	0.6 %	1.0 %
C (equal to Line A – Line B)	0.1 %	0.2 %	0.4 %	0.5 %

(*) see 2.6 for application of line A or line B.

Line A: Complete Measuring System

Line B: Accuracy of one meter

Tabla 6: Clases de Precisión.

A continuación se describen los instrumentos seleccionados. Se incluyen: transmisores de flujo, transmisores de presión, transmisores de temperatura, válvulas on/off, válvulas de control, etc.

4.7.1 Transmisor de Flujo tipo coriolis

Los beneficios de los medidores de Coriolis para la medición de hidrocarburo ligero o productos-blancos del petróleo son bien conocidos. Los medidores de masa industriales han estado en funcionamiento desde mediados de la década de 1970 y ahora se consideran una tecnología madura.

El medidor de flujo Promass 84F de Endress + Hauser ofrece una precisión sin igual y es una unidad robusta, mucho mejor adecuada para aplicaciones de campo que el medidor de desplazamiento positivo bastante delicado (PD-meter), al que sustituye sin ningún problema.



Imagen 35: Flujómetro tipo Corioliss Endress+Hauser.

Para el presente trabajo, el GLP se considera un producto limpio. Sin embargo, el medidor Coriolis tiene una mayor tolerancia a las inclusiones de los sólidos, el agua y los gases en el flujo, a comparación de los antiguos medidores PD-meter y los tipos turbina. En efecto, esta tolerancia es un factor que contribuye a la excelente estabilidad a largo plazo de los medidores de masa, lo que resulta en períodos prolongados de funcionamiento normal entre re-calibraciones eventuales.

Para tuberías de GLP Líquido:

Modelo: 84F80-CABSAN6LAAA1

Marca: Endress+Hauser

Conexión al proceso: DN 80 (3 ") con bridas ANSI serie CI300 B16.5

Conexión eléctrica: 2 x Gland M20 x 1,5 mm, 85 a 260 V AC, 45 a 65 Hz

Precisión de caudal másico: $\pm 0.05\%$ de la lectura

Densidad: $\pm 0,0005$ g / cc (en todo el rango de medición del sensor)

Repetibilidad: $\pm 0.05\%$ de la lectura

Caudal: de 0 a 120,000 kg / h

Indicación local: Display 4-lineas y teclado.

Resistencia a la presión: CI300

Temperatura rango: Fluido de proceso: -50 a +125 ° C

Ambiente: -40 a +60 ° C

Aprobación peligrosa: ATEX II 1/2GD+ IECEx Z0/1,21 Ex deia IIB

Z=Zone

Grado de Protección: IP67 NEMA 4X

Int. Custody Transfer Aprobación: PTB (Alemania)

Materiales: Contacto con el medio: acero inoxidable

Carcasa: Acero inoxidable

Cabezal del Transmisor: Acero inoxidable

Salida: Relay + 20mA + 2x pulse freq. (phase-shifted).

Para tuberías de GLP Vapor:

Modelo: 83F25-CABSAA5LAAB2

Marca: Endress+Hauser

Conexión al proceso: DN 25 (1") con bridas ANSI serie CI300 B16.5

Conexión eléctrica: 2 x Gland M20 x 1,5 mm, 85 a 260 V AC, 45 a 65 Hz

Precisión de caudal másico: $\pm 0.1\%$ de la lectura

Densidad: $\pm 0,0005$ g / cc (en todo el rango de medición del sensor)

Repetibilidad: $\pm 0.05\%$ de la lectura

Caudal: de 0 to 18000 kg/h

Indicación local: Display 4-lineas y teclado.

Resistencia a la presión: CI300

Temperatura rango: Fluido de proceso: -50 a +125 ° C

Ambiente: -40 a +60 ° C

Aprobación peligrosa: ATEX II 1/2GD+ IECEx Z0/1,21 Ex deia IIB

Z=Zone

Grado de Protección: IP67 NEMA 4X

Materiales: Contacto con el medio: acero inoxidable

Carcasa: Acero inoxidable

Cabezal del Transmisor: Acero inoxidable

Salida: 4-20mA SIL HART + freq.+relay+20mA

4.7.2 Sensor de Temperatura

Sensor de temperatura modelo TR66 de Endress+Hauser que se propone para este sistema con una alta precisión sensor de inserción RTD.

Modelo: TR66-MSEBB1XCDC70

Marca: Endress+Hauser

Incerto: Pt100 ohm / 0 ° C, 4 hilos RTD

Certificación: ATEX II 1/2 GD Ex d IIC

Protección eléctrica: Ex d

Vaina: Longitud 317mm con conexión a proceso Brida 1" ANSI 300 RF

B16.5, longitud del cuello 69mm.

Conexión eléctrica: Gland 1 x M20 x 1,5 mm

Clase de precisión: AA

Salida: Hilos RTD mediante terminal block

Ambiental: IP66/68

Materiales: En Contacto con el medio: 316Ti.

Cabezal del Transmisor: Acero Inoxidable.

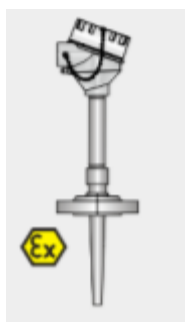


Imagen 36: Sensor de temperatura Endress+Hauser

4.7.3 Transmisor de Presión

Se propone para este sistema el transmisor de presión PMP71 de Endress+Hauser, proporcionando alto rendimiento de precisión. La unidad es un transmisor digital con sensor piezo-resistivo y membrana metálica soldada. Es un transmisor modular con larga estabilidad a largo plazo y una mayor seguridad a través de funciones “self diagnostic”.

Modelo: PMP71-5A11S61RDABA

Marca: Endress+Hauser

Aprobación: ATEX II 2G Ex d IIC T6 Gb

Exactitud de referencia: $\pm 0,075\%$

Estabilidad a largo plazo: 0,05% del URL / año

Temperatura rango: Fluido de proceso: -40 a +125 ° C

Ambiente: -40 a +85 ° C

Conexión a proceso: Rosca ½" NPT

Materiales: En contacto con el fluido: 316L

Cabezal del transmisor: 316L

Grado de Protección: IP66/67 NEMA6P

Salida: 4-20mA/Hart

Indicación Local: LCD + botonera

Conexión Eléctrica: Gland 1 x M20 x 1.5mm



Imagen 37: Transmisor de presión.

4.7.4 **Válvulas tipo Bola ON/OFF**

Válvulas de tipo bola, la presión nominal es de CI300. El cuerpo y partes internas se harán de WCB o de hierro con acero al carbón o acero inoxidable. El sello será el adecuado para el GLP. La operación es por palanca manual. Se utilizarán válvulas modelo RB34SGG de la marca Pekos Valves en diferentes diámetros 1", 1 ½", 3", etc.



Imagen 38: Válvulas Bola On/Off

4.7.5 **Filtro Y-Strainer**

Se utiliza en el skid un sencillo filtro de tipo Y para garantizar la protección de los sellos de las válvulas y la calidad del fluido cargado hacia el cliente. El Y-strainer tiene un elemento extraíble y lavable de malla dura bajo la tapa de la brida. Para el desarrollo del diseño se utilizará Y-Strainer de la marca Tecmara con el siguiente part number FYMF-20801A300-AB43-1Q22-Z1.

Conexiones: A Proceso: 3 "con bridas serie nb CI300

Drenaje: ½" NPT

Rango de caudal: 300 GPM LPG

Malla: 10 a 20 mesh, Acero Inoxidable elemento extraíble y lavable

Materiales: ASTM A105, A234 WCB o equivalente

Tratamiento de la Superficie: Tratada con pintura resistente al clima del sistema



Imagen 39: Filtro tipo Y-Strainer

4.7.6 SET STOP CONTROL VALVE

Una válvula de control estándar, de estilo digital electro-hidráulico se utiliza para controlar las tasas de carga del sistema. La unidad se señaliza eléctricamente e hidráulicamente es operada mediante un diafragma de control y solenoides normalmente abiertas (NO) y normalmente cerradas (NC). El control del líquido se lleva a cabo por el uso de la presión de línea o una fuente de presión externa para el accionamiento de la válvula. Para el presente diseño se propone un modelo de unidad de la marca FMC modelo 210 Part Number: S6693VLV21001.

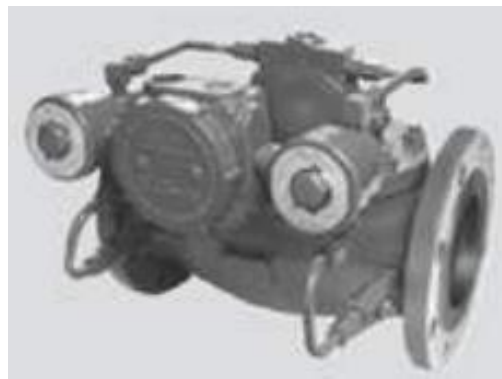


Imagen 40: Válvula de control Set Stop

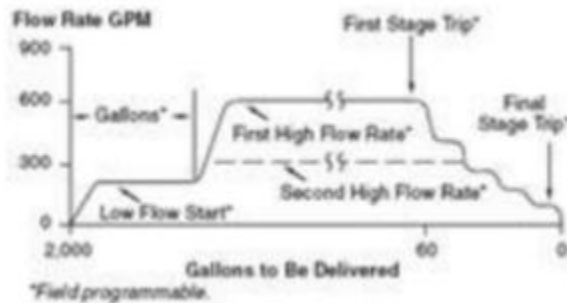


Imagen 41: Gráfica de funcionamiento de la válvula de control Set Stop

Conexión a Proceso: 3 " nb, con bridas ANSI 300 libras

Rango de flujo: 300GPM LPG

Rango de Temperatura del Fluido de Proceso: -28° a $+93^{\circ}$ C

Código de diseño: ANSI B31.3 / 4

Materiales: Cuerpo: ASTM A105, A234 WCB o equivalente.

Recorte: Ni-Resistente, Acero Inoxidable, hierro dúctil

Juntas: Buna-N (viton)

Solenoides: En contacto con el medio acero inoxidable, sellos Viton-A (/ F, Chemraz).

Tratamiento de la Superficie: Tratada con pintura resistente al clima del sistema

Grado de Protección: IP65

Conexión Eléctrica: 3/8 "NPT F

4.7.7 AIR ELIMINATOR (Eliminador de Vapores)

En este diseño, el GLP líquido es considerado como un producto relativamente limpio. Además el Coriolis tiene una mayor tolerancia a las inclusiones de los

sólidos, el agua y los gases en el fluido, mayor que los antiguos medidores PD (Desplazamiento positivo). Según los requisitos de las normas nacionales y las buenas prácticas, también se proporciona un recipiente de desgasificación o eliminación de aire con válvulas de ventilación automática para asegurar que el líquido se prepara para una alta medición de exactitud.

El eliminador de vapores protegerá contra las burbujas de aire o gas que pueden formarse como resultado del mantenimiento u otras razones operacionales.

Se propone para el diseño el eliminador de vapores de la marca Flashpoint modelo AV125 con las siguientes características mínimas:

Conexiones: Proceso: 3 " cl.300

Unidad AV: 1" NPT

Rango de caudal: 300 GPM

Rango de Temperatura: Fluido: -10 ° C a +35 ° C

Ambiente: -5 ° a +45 ° C

Presión: Normal: 9-13 barg

Ajuste de Relief: Presión de diseño.

Sistema de Clasificación: cl.300

Código de diseño: ASME VIII

Materiales: ASTM A105, A106.

Tratamiento de la Superficie: Tratada con pintura resistente al clima.

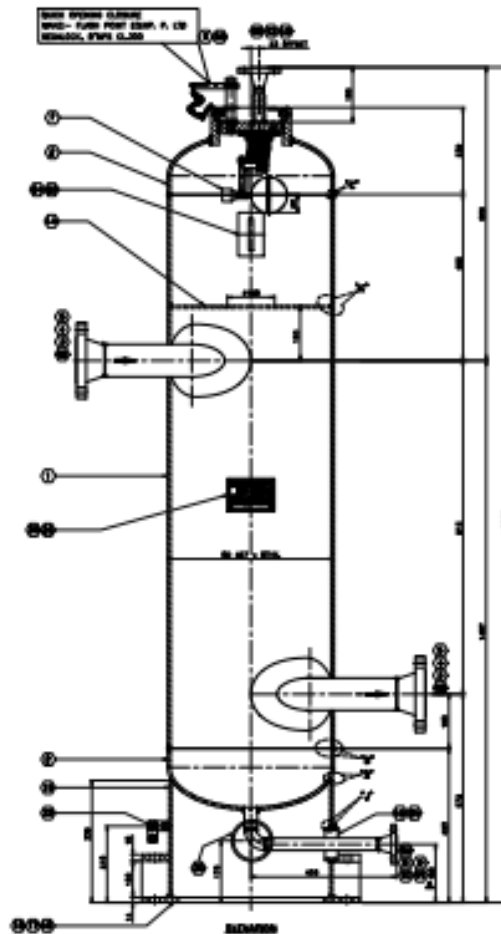


Imagen 42: Eliminador de vapores

4.7.8 Computador de Flujo

Para el diseño se propone el computador de la marca CONTREC modelo 1010A. El 1010A es un sistema inteligente de carga de gran alcance, diseñado para manejar la carga de petróleo y productos químicos a camiones cisterna, vagones de ferrocarril y barcasas.

El 1010A ofrece las ventajas de una caja robusta a prueba de explosión, pantalla de matriz de puntos grandes y teclado alfanumérico. El 1010A puede manejar carga simultánea de hasta 4 brazos (no para la versión GLP).

El gran LCD retro iluminado mostrará hasta cuatro totales separados, así como los valores preestablecidos, caudales u otra información solicitada por el operador.

El 1010A también dispone de un puerto de comunicaciones RS485 aislado que elimina los problemas de bucles de masa y reduce el ruido eléctrico.

El modelo especial 1010A posee el Application Pack 2-BS, el cual puede manejar solo un brazo de carga de GLP con medición de línea de vapor de retorno. La versión 2-BS tiene pantalla gráfica completa y un teclado alfanumérico.

Funciones del software:

- Dual / Doble Entrada de impulsos por canal
- Corrección de linealidad para el flujo
- Temperatura / Presión de Compensación de API
- Líquida entrada analógica Densidad
- Entrada analógica Presión
- Digital válvula de control
- On-off Válvula de control
- La demanda de bomba con tiempo de retardo
- Salida de impulsos Aditivo (programable)
- Planta de entrada y Control
- Desgasificador de bajo nivel de entrada y Control
- Desgasificador de alta de entrada y control de nivel
- Parada de emergencia
- Salida de alarma
- Contraseña de acceso
- Protocolo SLIP +
- Programación de Carga (activar / desactivar)
- Salida de impresora

- Salida de impulsos Aditivo
- Fecha y Hora
- Registro de transacciones (200 transacciones almacenados)
- Mensaje inicial programable
- Controlador de autorización (Touch / Pin / Ninguno)
- Truck Autorización (Touch / Pin / Ninguno)
- Autorización Local o Remoto
- Hacer Compartimiento No (activar / desactivar)
- Hacer Retorno Cantidad (activar / desactivar)
- Hacer Load No. (activar / desactivar)
- Hacer Cantidad de preconfiguraciones
- Deadman Timer (activar / desactivar)
- Bloqueo de accesos no autorizados (activar / desactivar)
- Unidades programables (litros / litros / galones / kg / lb, m3)
- Programmable Product Name (alphanumeric)
- Programa de diagnósticos
 - Number of Arms per 1010A: 1 arm (2 x Metering Lines LPG Liquid & Vapour)
 - Product: LPG
 - Temperature Inputs: 2 off 4 wire RTD
 - Density Inputs: 1 off 4-20mA
 - Pressure Inputs: 1 off 4-20mA
 - Protocol: SLIP+
 - Communications: Main Port: Isolated RS485 (standard) or non-isolated RS485/422/232
 - Auxiliary Port: Non-isolated RS485/422/232
 - Power requirements: 220V ac +10% -15%, 50/60Hz.

4.8 PROCESO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA CUSTODIA SKID DE GLP

El diseño de un sistema de medición de transferencia a custodia es un proceso que involucra una serie de directrices y guías, las cuales deben de ser observadas de manera precisa para asegurar que el sistema diseñado cumple con los estándares de desempeño necesarios para la industria petrolera.

Las pautas a seguir para el proceso de diseño provienen de diversas fuentes, las cuales se complementan para llegar a un resultado eficiente y que satisfaga las necesidades del proceso. Por una parte, se tienen una serie de lineamientos establecidos por la norma OIML R117, en la cual, se cubren todos los aspectos del proceso. Desde el tipo de equipos y ciertas características que deben presentar, la manera en que deberán ser dispuestos hasta el número de equipos a usar. El otro factor determinante para el diseño son las condiciones del fluido las cuales determinan la arquitectura y la extensión del sistema a diseñar.

Al iniciar las labores de diseño, implementación, operación y mantenimiento de un sistema de medición fiscal, la empresa operadora se somete a una serie de responsabilidades y obligaciones que deben ser cumplidas para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, dichas responsabilidades abarcan todas las facetas y actividades relacionadas con el proceso de medición fiscal, estas responsabilidades y la relación existente entre ellas pueden ser apreciadas en la figura siguiente:

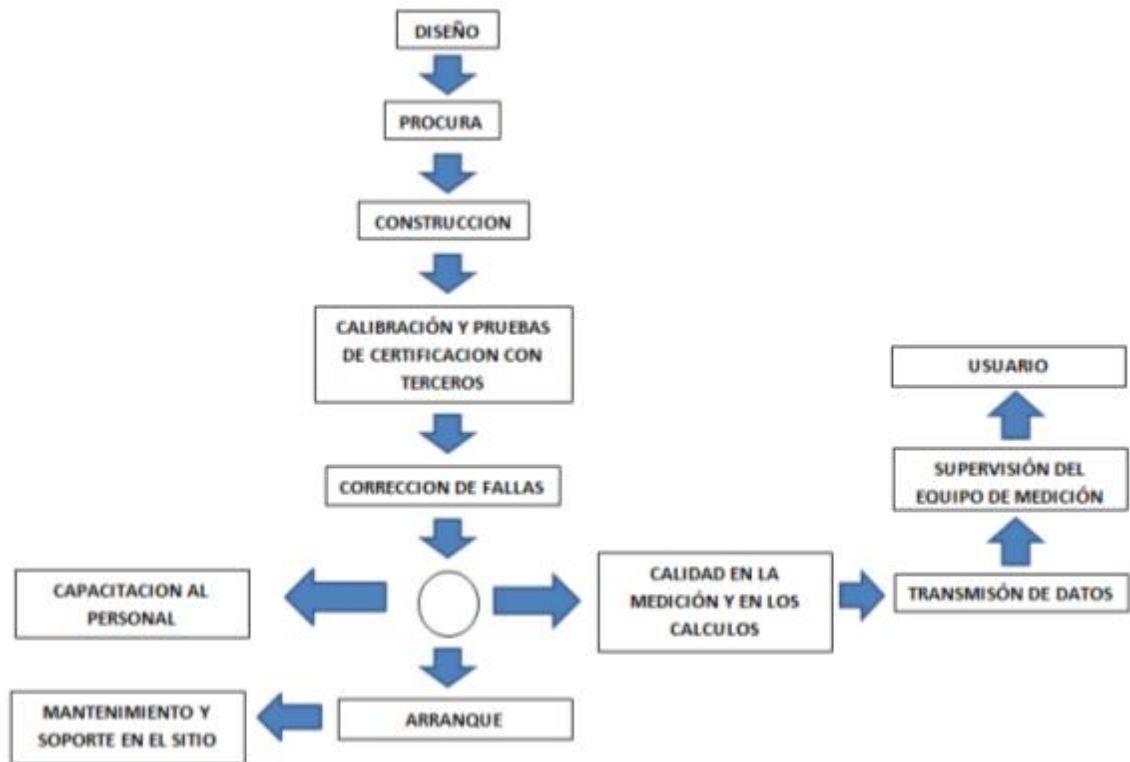


Imagen 43: Diagrama de flujo del proceso de diseño del sistema de transferencia custodia para SKID de GLP.

A continuación se realiza una breve explicación de la serie de responsabilidades ilustradas en la figura anterior.

- **Diseño:** Es la fase que compete a este trabajo de investigación y es la base sobre la cual se establece el proceso de implementación de un sistema de medición fiscal o transferencia custodia “SKID”. Sigue una serie de pasos y directrices que se definen tanto por estándares fijados como por las condiciones del proceso con el que se trabaja.
- **Procura:** Esta fase consiste en la adquisición de los equipos, insumos e instrumentos definidos en la fase de diseño, involucra el contacto con los proveedores de las marcas seleccionadas y el transporte y almacenamiento de los recursos hasta el momento de su implementación.

- **Construcción:** En esta etapa se lleva a cabo el levantamiento y acondicionamiento del terreno, el montaje y acoplamiento de los diversos instrumentos de medida y la serie de tuberías de interconexión, la construcción de las estructuras de soporte, alojamiento para los instrumentos que lo requieran y la conexión con las líneas de entrada y salida de fluido.
- **Calibración y pruebas de certificación con terceros:** Una vez construido el sistema deben realizarse una serie de pruebas fuera de línea para calibrar los instrumentos de medida y comprobar su correcto funcionamiento. La calibración se realiza en función de las condiciones del proceso a fin de obtener un desempeño de los equipos de medida.
- **Corrección de fallas:** Después de haber realizado la calibración y certificación, se corrige cualquier anomalía que pueda presentarse en el desempeño de los equipos.
- **Capacitación del personal:** Es el proceso mediante el cual se realiza la preparación del personal que estará en contacto con el equipo de manera habitual, dicha preparación debe comprender las instrucciones para el manejo, configuración y mantenimiento de los equipos, además de una serie de planes para la solución temporal de contingencias.
- **Transmisión de datos:** Realizada por una serie de instrumentos que se encuentran separados del sistema de medición. Esta es una etapa muy importante ya que permite el monitoreo remoto y almacenamiento de los datos obtenidos durante el proceso de medición.
- **Supervisión del equipo de medición:** Se refiere al monitoreo remoto del desempeño del sistema teniendo en cuenta cualquier anomalía

que pueda indicar algún problema ya sea con el sistema o con el proceso medido.

- Arranque: Es el paso final y el resultado de todos los anteriores, su buen término depende en gran medida de la eficiencia con la que se haya seguido el proceso desde la etapa de diseño. Consiste en la puesta en marcha del sistema bajo las condiciones reales de trabajo.
- Mantenimiento y soporte en sitio: Luego del arranque exitoso del sistema se debe asegurar que se cuente con un soporte técnico adecuado para la realización del mantenimiento tanto preventivo como correctivo, que pueda requerir el equipo para su óptimo funcionamiento.

Al analizar la serie de responsabilidades y obligaciones asociadas con el proceso de implementación y operación de un sistema de medición fiscal, es evidente que la base sobre la que se cimenta este proceso es la fase de diseño, por tanto, esta debe de ser llevada a cabo de manera meticulosa y detallada, teniendo en cuenta todas las variables involucradas en la misma.

Los sistemas deben contar con la instrumentación necesaria para la medición de flujo volumétrico o másico, presión, temperatura, densidad y de tener las facilidades mecánicas para la conexión de un probador.

Además de los instrumentos de medida, el diseño debe de disponer de todos los accesorios necesarios para garantizar el óptimo desempeño del sistema, entre estos se incluyen una serie de válvulas necesarias para el control de presión y control del fluido circulante, los filtros, los alojamientos para los diversos sensores e instrumentos de medida utilizados, los materiales y equipos necesarios para la implementación de la alimentación eléctrica del sistema.

Existen consideraciones o estándares que se aplican al momento de realizar las labores de diseño, estos son determinados de manera interna en la empresa

operadora y se aplican en función del proceso con el que se trabaje, con el objetivo de maximizar el desempeño del equipo a implementar. El proceso de diseño de un skid de medición puede ser visto desde cuatro enfoques, los cuales se nombran a continuación:

- Diseño mecánico y de instrumentación.
- Diseño de arquitectura de control y transmisión de datos
- Diseño de arquitectura de alimentación eléctrica.
- Diseño de arquitectura civil

Estos enfoques consideran aspectos diferentes de la arquitectura a desarrollar. A continuación se describe con detalle el proceso seguido y los resultados obtenidos para cada uno de ellos.

4.8.1 Diseño mecánico y de Instrumentación

Este enfoque de diseño es el más complejo de todos los que integran el sistema de medida ya que aquí se considera tanto la arquitectura de tuberías a para el manejo y control del flujo como los instrumentos de medida encargados de realizar la fiscalización del GLP. Para tener una comprensión más clara de la filosofía de diseño que se sigue, es importante conocer ciertas características del proceso en cuestión. El elemento fundamental de la fiscalización del GLP es el medidor de flujo Coriolis, éste es un instrumento de alta precisión que basa su funcionamiento en unos tubos dispuestos paralelamente en el interior del mismo, estos tubos son extremadamente sensibles a las impurezas presentes en el fluido que circula a través de ellos, por lo que se requiere filtrar el GLP antes de que pasen por estos medidores. Tomando esto en cuenta se divide el sistema de medida en cinco secciones claramente definidas:

- 1.- Sección de filtrado
- 2.- Sección de regulación y protección del sistema

- 3.- Sección de medición en la fase de GLP líquido
- 4.- Sección de medición en la fase de GLP de vapor
- 5.- Sección de conexión del prober para el sistema.
- 6.- Sección de drenaje del sistema

En la primera, se eliminará cualquier posible impureza del GLP para proteger a los medidores Coriolis. La segunda regulará y protegerá que las presiones y temperaturas del sistema se encuentren en óptimas condiciones. La tercera albergará todos los instrumentos que se encargan de tomar las medidas pertinentes al fluido de GLP líquido a fin de determinar su cantidad. La cuarta albergará todos los instrumentos que se encargan de tomar las medidas pertinentes al fluido de GLP de vapor en las líneas de retorno de vapores. La quinta albergará accesorios y tuberías para la conexión de prober para futuras calibraciones del SKID en línea. Finalmente, la sexta albergará todos los accesorios y/o tuberías que se encargarán de conducir impurezas al sistema de drenaje general de la planta.

4.8.1.1 Diseño de la sección de filtrado

La arquitectura del sistema de medición se define del siguiente modo:

Partiendo desde las tomas de entrada del sistema hacia el SKID de medición, se tendrá una línea principal de GLP líquido que será conectado al SKID mediante una toma de 8" y la línea principal de GLP de vapor mediante una toma 3", posterior a ello las tomas principales se dividirán en tres líneas independientes de 3" cada una. Se aplicará el diseño de selección de filtrado a cada línea independiente de las tuberías de GLP líquido.



Imagen 44: Tomas de ingreso al SKID Línea de GLP líquido y Vapor

La sección de filtrado es la configuración de tuberías y elementos que efectúan el proceso de filtrado de las impurezas en el GLP líquido, la etapa de filtrado se compone de un eliminador de vapores y un filtro tipo Y-Strainer para cada línea de GLP líquido tal como se muestra en la siguiente figura.

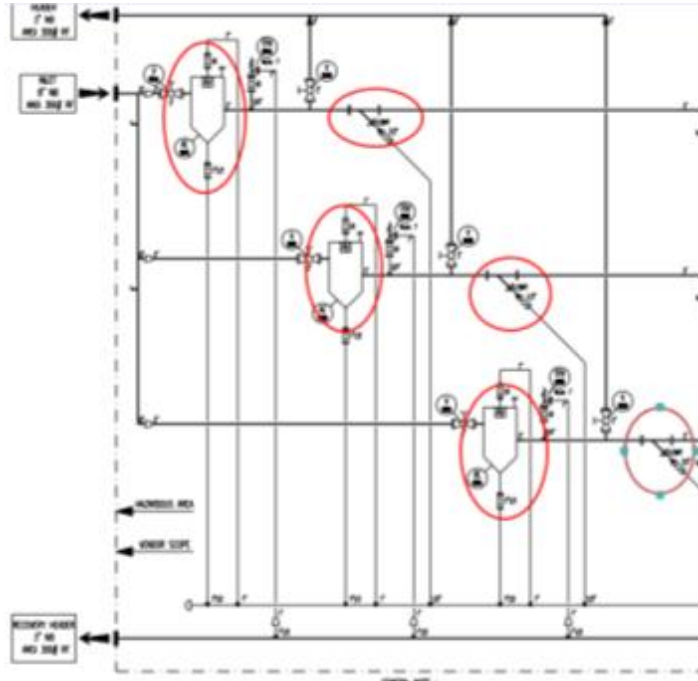


Imagen 45: P&ID del sistema de filtrado del SKID.

4.8.1.2 Diseño de la sección de regulación de presión y Protección del sistema

La arquitectura de la sección de regulación y protección del sistema conforma los siguientes equipos:

Protección del Sistema - Válvula Expansión Térmica y Presión:

El equipo seleccionado es de la marca Safety Systems modelo 2C/5121A2/C con las siguientes características:

Modelo: 2C/5121A2/C

Marca: Safety Systems

Orifice: 0.110 in²

Valve series: Liquid

Connection Size: 1" x 1" orifice 1, 2, 6 or 7

Inlet connection type: ANSI 300/600 RF flange

Outlet connection type: ANSI 300 RF flange

Spring material: Aluminium Coated CS

Trim - nozzle and disc material: Stainless steel 316

Accessories: Screwed cap



Imagen 46: Válvula de Expansión Térmica y presión

Regulación de Presión del Sistema – Pressure Maintaining Valve

El equipo Seleccionado es de la marca Mosoneilan modelo 526 de las siguientes características:

Modelo: 526.

Marca: Masoneilan.

Conexión al proceso: Brida ANSI 3" RF 300lb.

Body materials: Carbon Steel and st. st.

Trim Materials: 316 Stainless Steel Plug and Seat Rings.

Bonnet Packing: Crane 285K PTFE w/Aramid core -20°F a 450°F.



Imagen 47: Pressure Maintaining Valve

Ambos equipos serán instalados en las líneas de GLP líquido del SKID.

El equipo de protección o Thermal Expansion Relief Valve (TPRV valve) o en español válvula de alivio de presión y temperatura es un equipo de control muy importante para la protección contra excesos de temperatura y de presión en el sistema, por lo general están pre-seteados desde fábrica. Éste equipo será conectado posterior al eliminador de vapores con una conexión a proceso en bridas de $\frac{3}{4}$ " , posee un sistema de alivio que será conectado al sistema de retorno de vapores de GLP.

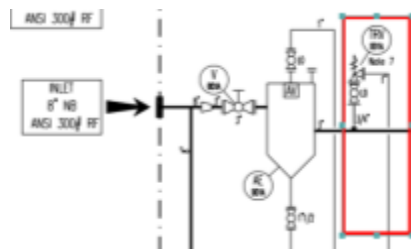


Imagen 48: Válvula TPRV en el Stream 1.

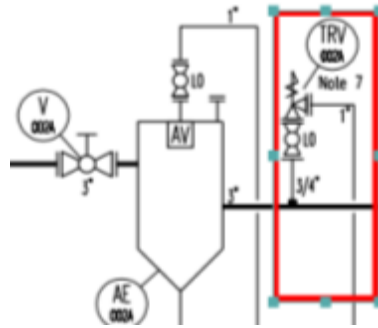


Imagen 49: Válvula TPRV en el Stream 2.



Imagen 50: Válvula TPRV en el Stream 3.

Además, el equipo de regulación de presión o Pressure Maintaining valve, mantiene la presión deseada aguas arriba mediante la variación del flujo en respuesta a los cambios en la presión aguas arriba. Este equipo será instalado en cada línea de medición de GLP líquido posterior al sistema de medición de GLP líquido mediante conexiones de proceso en bridas de 3”.

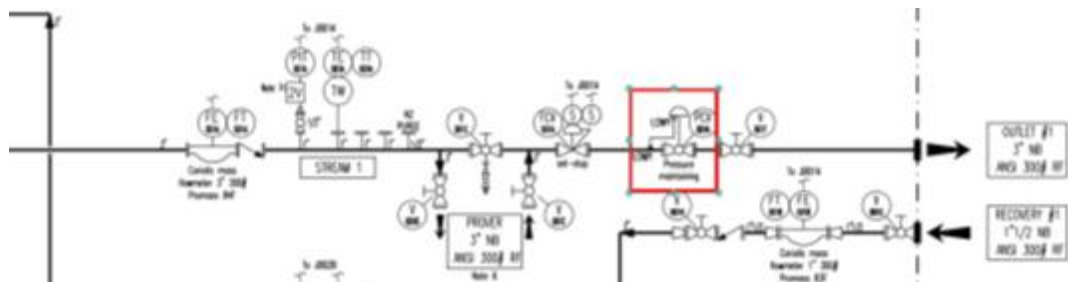


Imagen 51: Pressure Maintaining Valve en el Stream 1

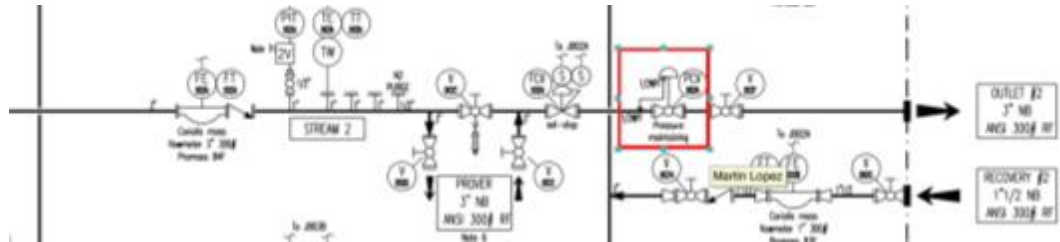


Imagen 52: Pressure Maintaining Valve en el Stream 2

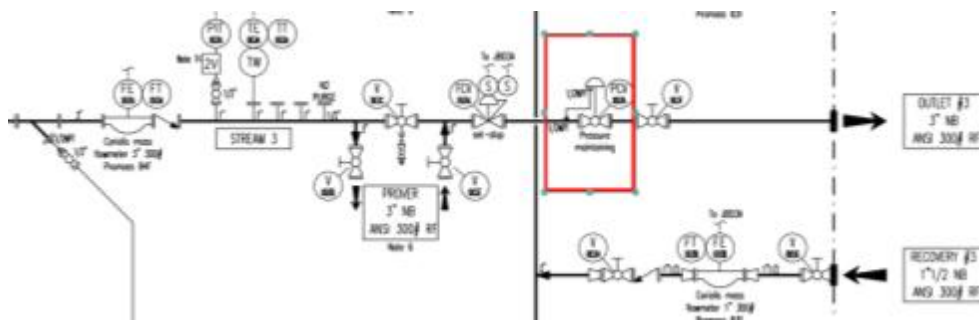


Imagen 53: Pressure Maintaining Valve en el Stream 2

4.8.1.3 Diseño de la sección de medición de GLP Líquido

El diseño de la sección de medición se rige por ciertas especificaciones del proceso y del fluido que será sometido a medida, las cuales son las siguientes:

Tubería de GLP líquido:

- Fluido: Gas Licuado de Petróleo (GLP).
- Concentración: 60% de propano, 40% de butano.
- Rango de flujo:
 - Mínimo: 90 GPM.
 - Promedio: 230 GPM.
 - Máximo: 397 GPM.
- Densidad (Mín. / Prom. / Máx.): 0,52 / - / 0,535 g/cm³.
- Peso específico: 0.525
- Presión de Vapor @37.8 °C: Propano: 208 Psig, butano: 70 Psig y GLP: 160 Psig.

- Contenido de azufre: 0.0
- Viscosidad a 20 ° C: Butano: 0.25MPa-s Máximo, Propano: 0.20MPa-s Máximo.
- Temperatura:
 - Mínima: 4.44 °C.
 - Promedio: 20 °C.
 - Máxima. : 30 ° C.
- Presión:
 - Mínima: 80 Psig.
 - Promedio: 150 Psig.
 - Máxima. : 195 Psig.
- Pérdida de presión permisible Max: Se realizará el diseño sin ninguna limitación.

Estas especificaciones del proceso se toman como base para dos pasos de gran importancia, los que deben ser realizados para sentar las bases de la arquitectura que tendrá el sistema de medición. Se trata de la selección de los instrumentos de medida y la definición del número de líneas de medición del skid. La selección de los instrumentos se efectúa en base a las características técnicas de los equipos, su correspondencia con las especificaciones del proceso y el cumplimiento de los estándares fijados por la normativa gubernamental, los equipos seleccionados y sus especificaciones técnicas pueden verse a continuación:

Medidor de Flujo y Densidad para tubería de GLP Líquido:

Se selecciona el modelo Promass 84F de Endress+Hauser con las siguientes características:

Modelo: 84F80-CABSAN6LAAA1

Marca: Endress+Hauser

Conexión al proceso: DN 80 (3 ") con bridas ANSI serie CI300 B16.5

Conexión eléctrica: 2 x Gland M20 x 1,5 mm, 85 a 260 V AC, 45 a 65 Hz

Precisión de caudal másico: $\pm 0.05\%$ de la lectura

Densidad: $\pm 0,0005$ g / cc (en todo el rango de medición del sensor)

Repetibilidad: $\pm 0.05\%$ de la lectura

Caudal: de 0 a 120,000 kg / h

Indicación local: Display 4-lineas y teclado.

Resistencia a la presión: CI300

Temperatura rango: Fluido de proceso: -50 a +125 ° C

Ambiente: -40 a +60 ° C

Aprobación peligrosa: ATEX II 1/2GD+ IECEx Z0/1,21 Ex deia IIB

Z=Zone

Grado de Protección: IP67 NEMA 4X

Int. Custody Transfer Aprobación: PTB (Alemania)

Materiales: Contacto con el medio: acero inoxidable

Carcasa: Acero inoxidable

Cabezal del Transmisor: Acero inoxidable

Salida: Relay + 20mA + 2x pulse freq. (phase-shifted).



Imagen 54: Transmisor de Flujo Corioliss Endress+Hauser.

Sensor de Temperatura

Transmisor de temperatura modelo TR66 de Endress+Hauser se selecciona para este sistema, con una alta precisión y sensor de inserción RTD.

Modelo: TR66-MSEBB1XCDC70

Marca: Endress+Hauser

Incerto: Pt100 ohm / 0 ° C, 4 hilos RTD

Certificación: ATEX II 1/2 GD Ex d IIC

Protección eléctrica: Ex d

Vaina: Longitud 317mm con conexión a proceso Brida 1" ANSI 300 RF

B16.5, longitud del cuello 69mm.

Conexión eléctrica: Gland 1 x M20 x 1,5 mm

Clase de precisión: AA

Salida: Hilos RTD mediante terminal block

Ambiental: IP66/68

Materiales: En Contacto con el medio: 316Ti.

Cabezal del Transmisor: Acero Inoxidable.

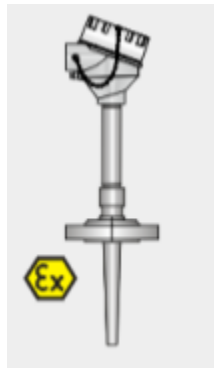


Imagen 55: Sensor de Temperatura Endress+Hauser.

Transmisor de Presión

Se selecciona para este sistema el transmisor de presión PMP71 de Endress+Hauser, proporcionando alto rendimiento de precisión.

Modelo: PMP71-5A11S61RDABA

Marca: Endress+Hauser

Aprobación: ATEX II 2G Ex d IIC T6 Gb

Exactitud de referencia: $\pm 0,075\%$

Estabilidad a largo plazo: 0,05% del URL / año

Temperatura rango: Fluido de proceso: -40 a +125 ° C

Ambiente: -40 a +85 ° C

Conexión a proceso: Rosca ½" NPT

Materiales: En contacto con el fluido: 316L

Cabezal del transmisor: 316L

Grado de Protección: IP66/67 NEMA6P

Salida: 4-20mA/Hart

Indicación Local: LCD + botonera

Conexión Eléctrica: Gland 1 x M20 x 1.5mm



Imagen 56: Transmisor de Presión Endress+Hauser.

Válvulas

Se selecciona válvulas de tipo bola, la presión nominal es de Cl300. El cuerpo y partes internas se harán de WCB o de hierro con acero al carbón o acero inoxidable. El sello será el adecuado para el GLP. La operación es por palanca manual. Se han seleccionado válvulas modelo RB34SGG de la marca Pecos Valves en diferentes diámetros 1", 1 ½", 3", etc.



Imagen 57: Válvulas Bola manuales on/off.

Válvulas Check tipo pistón:

El equipo seleccionado es de la marca KCM modelo 7100 con las siguientes características:

Modelo: 7100

Marca: KCM

Conexión a proceso: Brida de 1 ½” y 3” Cl. 300

Sellos adecuados para el producto a medir GLP.



Imagen 58: Válvula Check tipo pisto KCM modelo 7100.

Computador de Flujo

Se propone el computador de flujo de la marca Contrec modelo 1010A de las siguientes características:

- Number of Arms per 1010A: 1 arm (2 x Metering Lines LPG Liquid & Vapour)
- Product: LPG
- Temperature Inputs: 2 off 4 wire RTD
- Density Inputs: 1 off 4-20mA
- Pressure Inputs: 1 off 4-20mA
- Protocol: SLIP+
- Communications: Main Port: Isolated RS485 (standard) or non-isolated RS485/422/232
- Auxiliary Port: Non-isolated RS485/422/232
- Power requirements: 220V ac +10% -15%, 50/60Hz.

El componente fundamental del sistema de medición, el que se encarga de tomar todos los valores que se requiere monitorear se define, como línea de medición. Se toman medidas de presión, temperatura, densidad y flujo másico. Para determinar el número de líneas que formarán parte del sistema se debe tomar en cuenta dos factores primordiales:

- Flujo volumétrico promedio del punto de conexión
- Capacidad del medidor de flujo a implementar

Conociendo estos factores se procede al cálculo del número de líneas que componen la sección de medición.

El primer cálculo a realizar es el máximo flujo aproximado diario soportable por el medidor Coriolis, valor que será extraído del datasheet del equipo seleccionado en el paso anterior.

Para el medidor coriolis Promass 84F de Endress+Hauser 3'' se tiene un flujo máximo de 792 GPM, y un flujo nominal de 594 GPM; para propósitos de este cálculo se trabajará con el valor de flujo nominal.

La conversión de GPM a Kg/día se realiza a través de las siguientes ecuaciones:

$$1 \text{ USGPM} = 0.$$

$$227 \text{ Kg/h}$$

$$Flujo_{Nominal} = 594 \text{ GPM} = 594 \left(0.227 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \right) * \frac{24 \text{ h}}{\text{dia}}$$

Resolviendo esta ecuación se tiene que el flujo diario nominal para el medidor Coriolis es el siguiente:

$$Flujo_{Nominal} = 3236.11 \text{ Kg/dia}$$

Finalmente se realiza el cálculo del número de medidores de flujo a implementar, que se realiza por medio de la siguiente expresión:

Nro. de medidores de flujo

$$= \frac{\text{Producción Diaria}}{\text{Capacidad del medidor} * \text{factor de seguridad}}$$

$$Nro. \text{ de medidores de flujo} = \frac{4905.89 \text{ Kg/d}}{2427.08 \frac{\text{Kg}}{\text{d}} * 0.75} = \frac{4905.89 \text{ Kg/d}}{1820.31 \text{ Kg/d}}$$

$$Nro. \text{ de medidores de flujo} = 2.7 \approx 3$$

En esta expresión se trabajó con una producción diaria de 900GPM = 4905.89 Kg/d, la cual es el valor con el que se trabaja al momento de realizar el diseño, una capacidad de medidor nominal de 2427.08 Kg/d y un factor de seguridad de 0,75.

Al realizar el cálculo se obtuvo un resultado de $2.7 \approx 3$ medidores. Sin embargo, debido a que el valor obtenido fue tan cercano a 3 se implementarán inicialmente tres carreras principales.

Con el conocimiento de los instrumentos que serán usados y el número de líneas del SKID a implementar se procede a describir la arquitectura de la sección de medición. Tener en cuenta que la sección de medición será tratada por cada línea independientemente.

El primer elemento de medición que se encuentra posterior a la etapa de filtrado en cada línea del SKID será el transmisor de Flujo coriolis de 3", el cual será conectado directamente de manera horizontal a la tubería de GLP líquido para la medición.

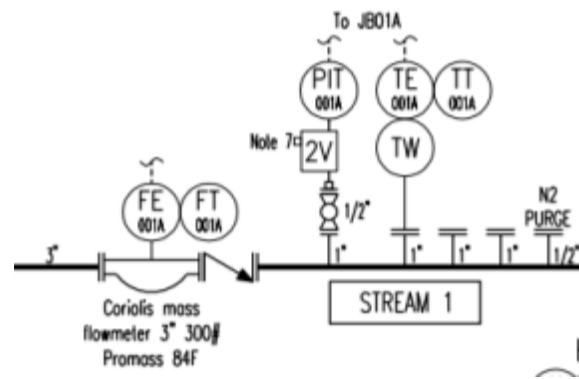


Imagen 59: P&ID ubicación del transmisor de flujo coriolis en el Stream 1.

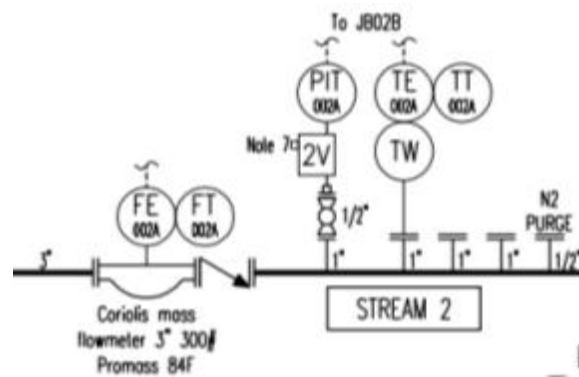


Imagen 60: P&ID ubicación del transmisor de flujo coriolis en el Stream 2.

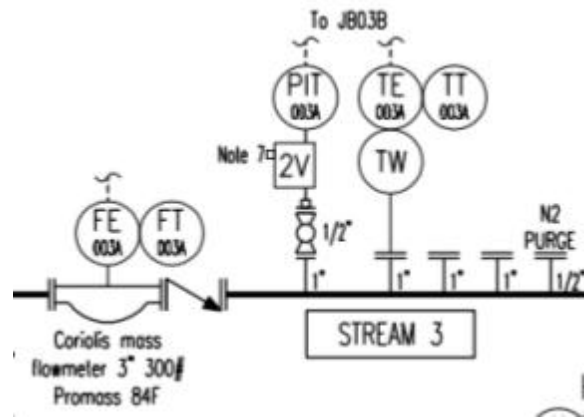


Imagen 61: P&ID ubicación del transmisor de flujo coriolis en el Stream 3.

Posterior al medidor, se instalara una válvula check que tendrá como objetivo dejar libre el paso del GLP líquido en un solo sentido y cerrar por completo el paso del fluido, ya sea líquido o gaseoso en el sentido contrario, manteniendo la circulación del fluido en una sola dirección y evitando flujo de retorno.

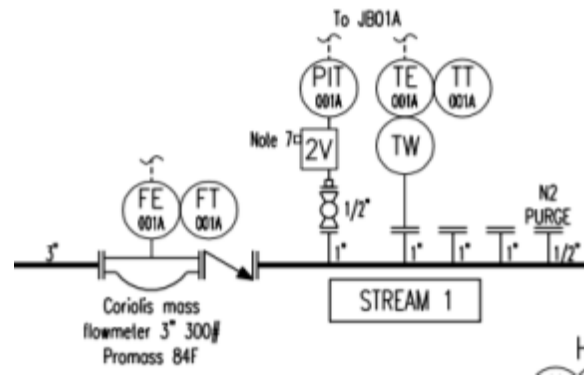


Imagen 62: P&ID ubicación de la válvula check en el Stream 1.

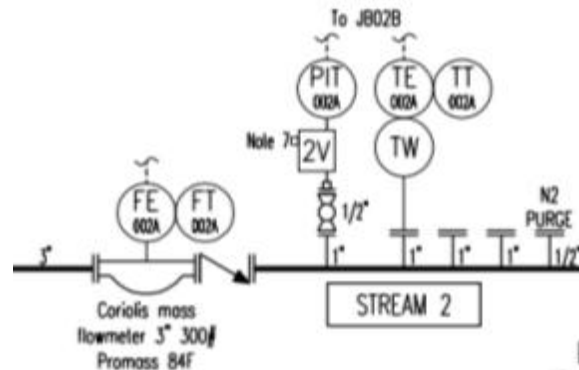


Imagen 63: P&ID ubicación de la válvula check en el Stream 2.

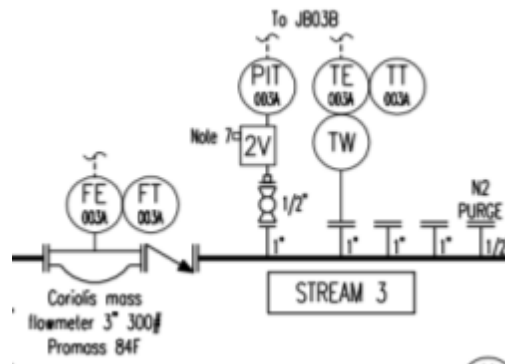


Imagen 64: P&ID ubicación de la válvula check en el Stream 3.

Posterior a ello se conectará el transmisor de presión el cual nos brindará la lectura de la presión de la línea de GLP líquido, éste será instalado con accesorios como válvulas bolas de conexión a proceso bridadas de 1/2" y conexión hacia el transmisor en rosca hembra de 1/2" NPT, además de un manifold. Todo este conjunto de accesorios tiene como propósito permitir la apertura o cerrado de la línea en caliente para propósitos de mantenimiento del transmisor de presión.

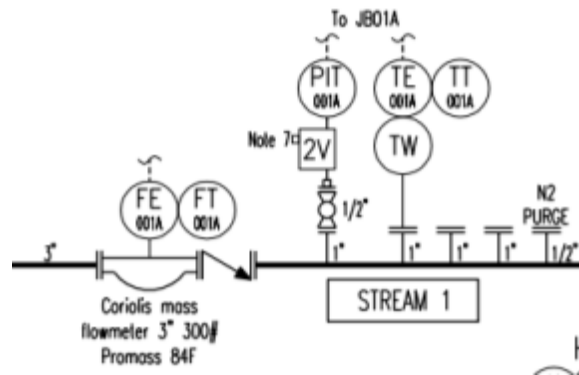


Imagen 65: P&ID ubicación del Transmisor de Temperatura en el Stream 1.

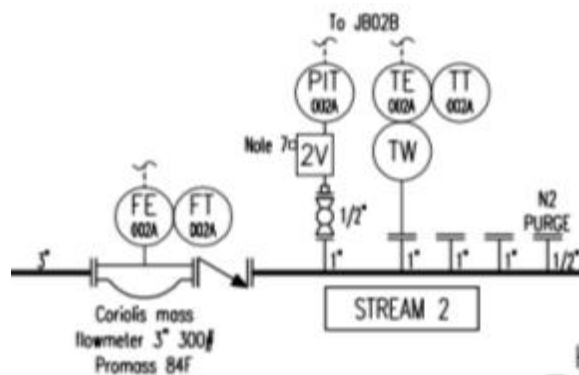


Imagen 66: P&ID ubicación del Transmisor de Temperatura en el Stream 2.

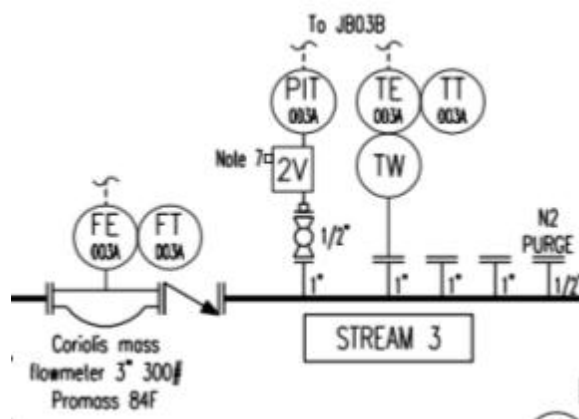


Imagen 67: P&ID ubicación del Transmisor de Temperatura en el Stream 3.

Posterior al transmisor de presión se conectará el sensor de temperatura mediante una conexión bridada de 1", al respectivo termopozo del equipo. El sensor de temperatura brindará lecturas de la temperatura del GLP líquido en las respectivas líneas.

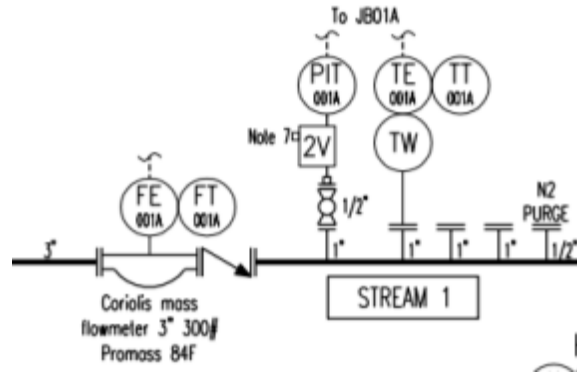


Imagen 68: P&ID ubicación del sensor de temperatura en el Stream 1.

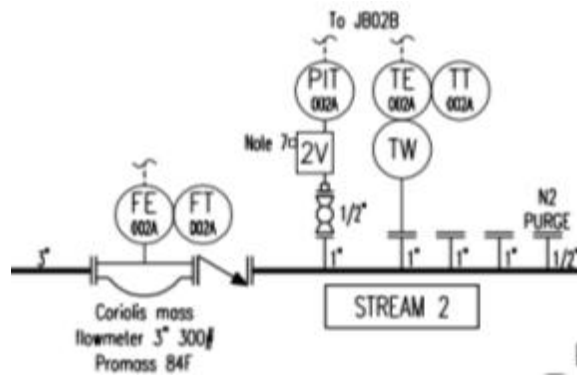


Imagen 69: P&ID ubicación del sensor de temperatura en el Stream 2.

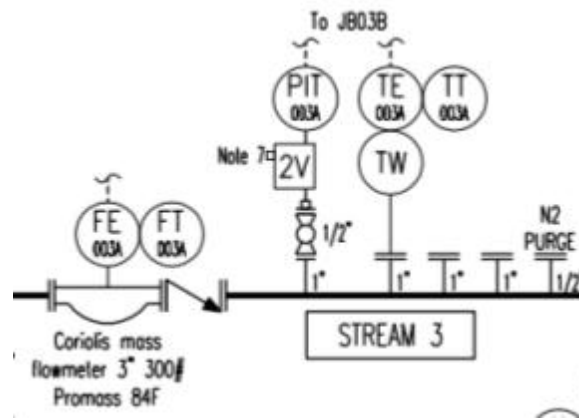


Imagen 70: P&ID ubicación del sensor de temperatura en el Stream 3.

Después del sensor de temperatura se ha dejado 2 conexiones bridadas de 1" y 1 conexión de 1/2" para futuras ampliaciones y/o procesos de mantenimiento o purga del sistema.

4.8.1.4 Diseño de la sección de medición de GLP Vapor

El diseño de la sección de medición de GLP Vapor se rige por ciertas especificaciones del proceso y del fluido que será sometido a medida, las cuales se muestran a continuación:

Tubería de GLP de vapor:

- Fluido: Gas Licuado de Petróleo (GLP)
- Concentración: 60% de propano, 40% de butano.
- Rango de Flujo:
 - Mínimo: 20 m³ / h.
 - Promedio: 52 m³ / h.
 - Máximo: 90 m³ / h.
- Densidad: 0.014 Tn/m³.
- Peso específico: No confirmado.
- Vapor pressure@37.8 °C: No confirmado.

- Contenido de azufre: 0.0.
- Viscosidad: No confirmado.
- Temperatura:
 - Mínima. : 15 ° C.
 - Promedio: 22 ° C.
 - Máxima. : 28 ° C.
- Presión:
 - Mínima: 80 Psig
 - Promedio: 90 Psig.
 - Máxima: 195 Psig.

Estas especificaciones del proceso se toman como base para la selección de los instrumentos de medida. La selección de los instrumentos fue efectuada en base a las características técnicas de los equipos y su correspondencia con las especificaciones del proceso y los equipos seleccionados. Sus especificaciones técnicas pueden verse a continuación:

Para tuberías de GLP Vapor:

Modelo: 83F25-CABSAA5LAAB2

Marca: Endress+Hauser

Conexión al proceso: DN 25 (1") con bridas ANSI serie CI300 B16.5

Conexión eléctrica: 2 x Gland M20 x 1,5 mm, 85 a 260 V AC, 45 a 65 Hz

Precisión de caudal másico: $\pm 0.1\%$ de la lectura

Densidad: $\pm 0,0005$ g / cc (en todo el rango de medición del sensor)

Repetibilidad: $\pm 0.05\%$ de la lectura

Caudal: de 0 to 18000 kg/h

Indicación local: Display 4-lineas y teclado.

Resistencia a la presión: CI300

Temperatura rango: Fluido de proceso: -50 a +125 ° C

Ambiente: -40 a +60 ° C

Aprobación peligrosa: ATEX II 1/2GD+ IECEx Z0/1,21 Ex deia IIB

Z=Zone

Grado de Protección: IP67 NEMA 4X

Materiales: Contacto con el medio: acero inoxidable

Carcasa: Acero inoxidable

Cabezal del Transmisor: Acero inoxidable

Salida: 4-20mA SIL HART + freq.+relay+20mA



**Imagen 71: Transmisor de Flujo tipo Corioliss
Endress+Hauser.**

La sección de medición de GLP de vapor se realizará en la línea de retorno de vapores provenientes de la conexión de la fase de vapores de los camiones cisternas

de GLP hacia el SKID, esta sección inicia con una conexión bridada de 1 1/2", posteriormente se conectará una válvula bola de conexión bridada de 1 1/2", después se realizará una reducción en la tubería de 1 1/2" a 1" para conectar el flujómetro Promass 83F de Endress+Hauser, el cual nos brindará la lectura de flujo de GLP vapor que pasa a través de esta tubería.

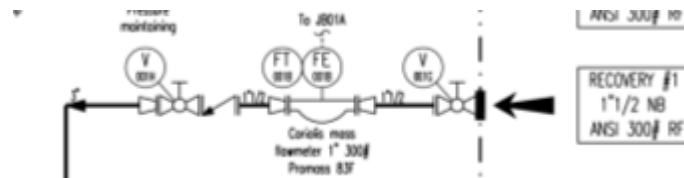


Imagen 72: P&ID Ubicación del Transmisor de Flujo Corioliss para la línea de Retorno de Vapores del Stream 1.

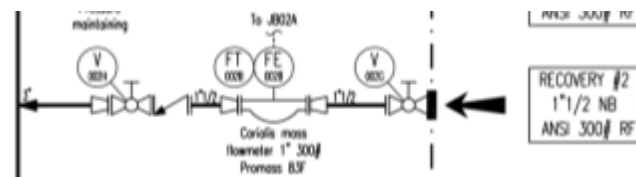


Imagen 73: P&ID Ubicación del Transmisor de Flujo Corioliss para la línea de Retorno de Vapores del Stream 2.

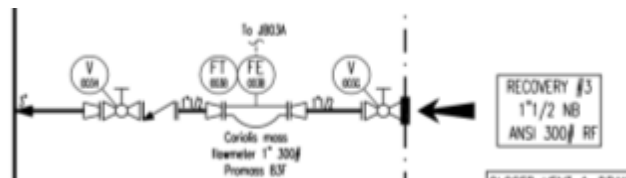


Imagen 74: P&ID Ubicación del Transmisor de Flujo Corioliss para la línea de Retorno de Vapores del Stream 3.

Luego se ampliará nuevamente la tubería de 1" a 1 1/2" e inmediatamente después se conectará una válvula check de conexión a proceso bridada de 1 1/2" que cumplirá la función de dejar libre el paso del GLP de vapor en un solo sentido y cerrar por completo el paso del fluido ya sea líquido o gaseoso en el sentido contrario, manteniendo la circulación del fluido en una sola dirección y evitando flujo de

retorno. Además de la válvula check se conectará una segunda válvula bola de conexión a proceso de 1 ½”, estas dos válvulas bolas conectadas al inicio y en la parte posterior del flujómetro brindarán la función de corte o apertura en esta parte del sistema para realizar el mantenimiento respectivo al flujómetro. Como siguiente paso se ampliará la tubería de 1 ½ “ a 3” y se dejará una conexión de 3” en el SKID para conectar la tubería principal de retorno de vapores que viene desde las esferas de almacenamiento hacia el SKID.

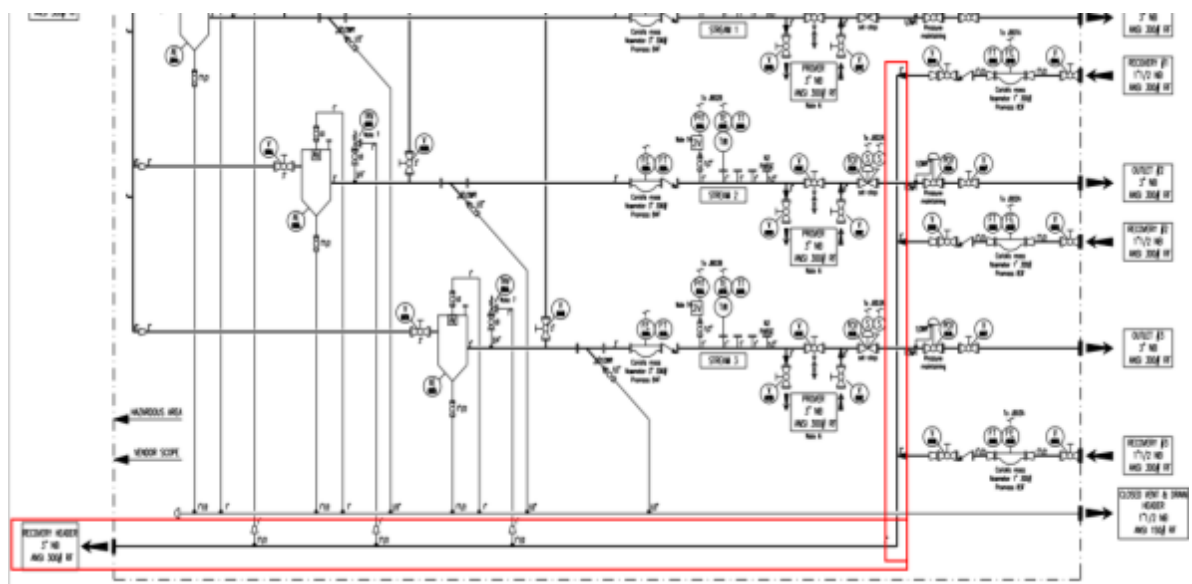


Imagen 75: Línea principal de retornos de vapores.

4.8.1.5 Diseño de la sección del drenaje del sistema

Esta sección está conformada por las diferentes válvulas tipo bola y tuberías que interconectadas de manera adecuada formarán el sistema de drenaje del SKID. Los instrumentos que poseen conexión al sistema de drenaje son: eliminador de vapores y la válvula tipo Y-Strainer; todas las conexiones de drenaje de estos equipos serán interconectadas a una línea principal de drenaje del SKID de 1 ½” para su conexión al sistema de la planta.

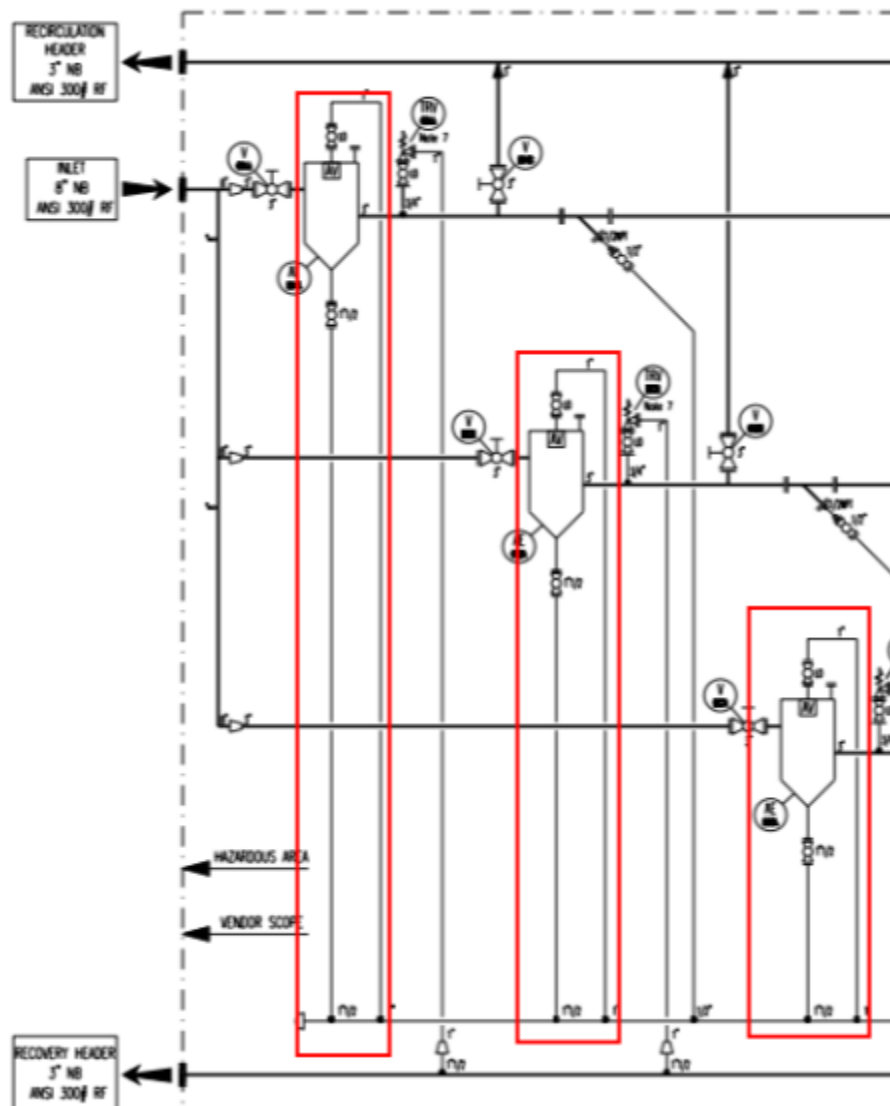


Imagen 76: P&ID conexión del sistema de drenaje de los eliminadores de vapores a la línea general de drenaje.

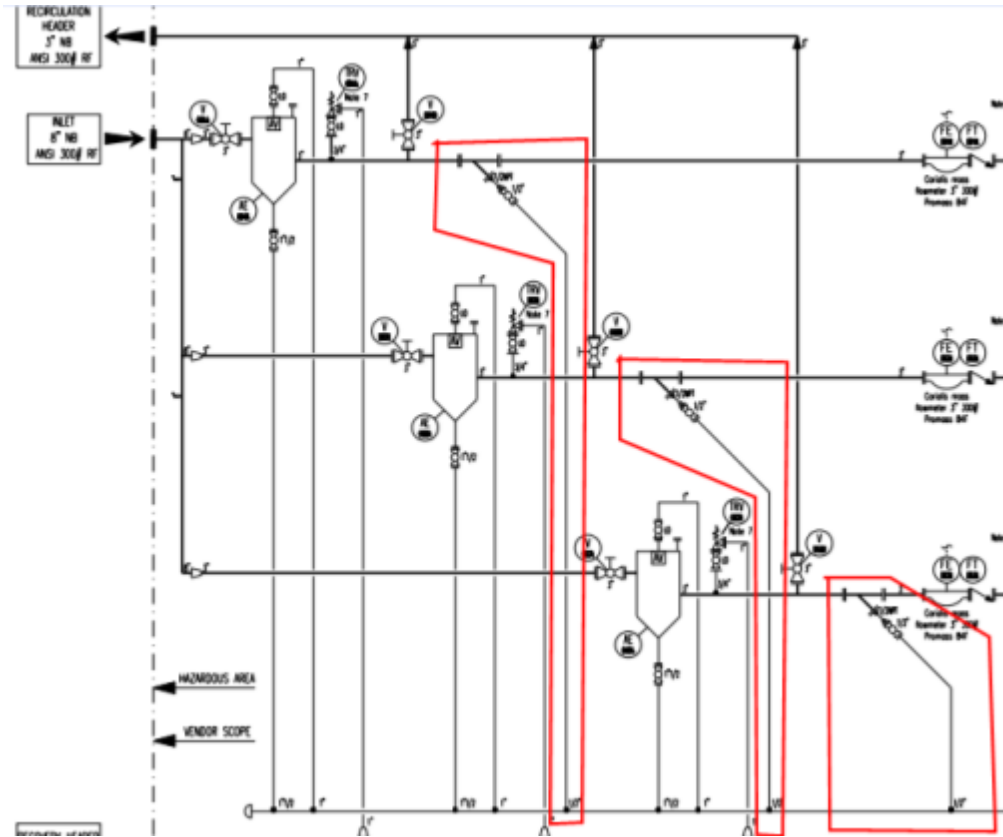


Imagen 77: P&ID conexión del sistema de drenaje de los Filtros Y-Strainer a la línea general de drenaje.



Imagen 78: Línea general de drenaje del SKID.

De esta manera se puede dar como finalizado el diseño de los aspectos mecánicos y de instrumentación del skid.

4.8.2 Diseño de la arquitectura de control y transmisión de datos

El diseño de arquitectura de control y transmisión de datos del skid de medición se compone por una serie de pasos, el primero de estos consiste en la selección de los equipos encargados del manejo y transporte de las señales producidas por los medidores, para que puedan ser adecuadas y procesadas por el computador de

flujo y luego enviadas al sistema de adquisición de datos con el que se esté trabajando.

Los elementos que fueron seleccionados para este propósito y sus características técnicas son los siguientes.

- 3 Cajas de Conexiones o Junction Boxes para interconectar todas las señales de los equipos y utilizarlo como una caja de paso hacia el computador de flujo.
- 1 concentrador de señales RS-485.
- 1 Convertidor o Interfaz RS422/RS-485 a PCI.

Después de determinar los equipos a utilizar para las labores de control y transmisión de datos del equipo, se procede a analizar la arquitectura de control del sistema, este se aprecia en la figura siguiente.

En este gráfico tenemos la arquitectura de la sección de medida, se aprecian los diversos instrumentos con los que se cuenta para la medición del fluido y la manera en que estos interactúan entre sí.

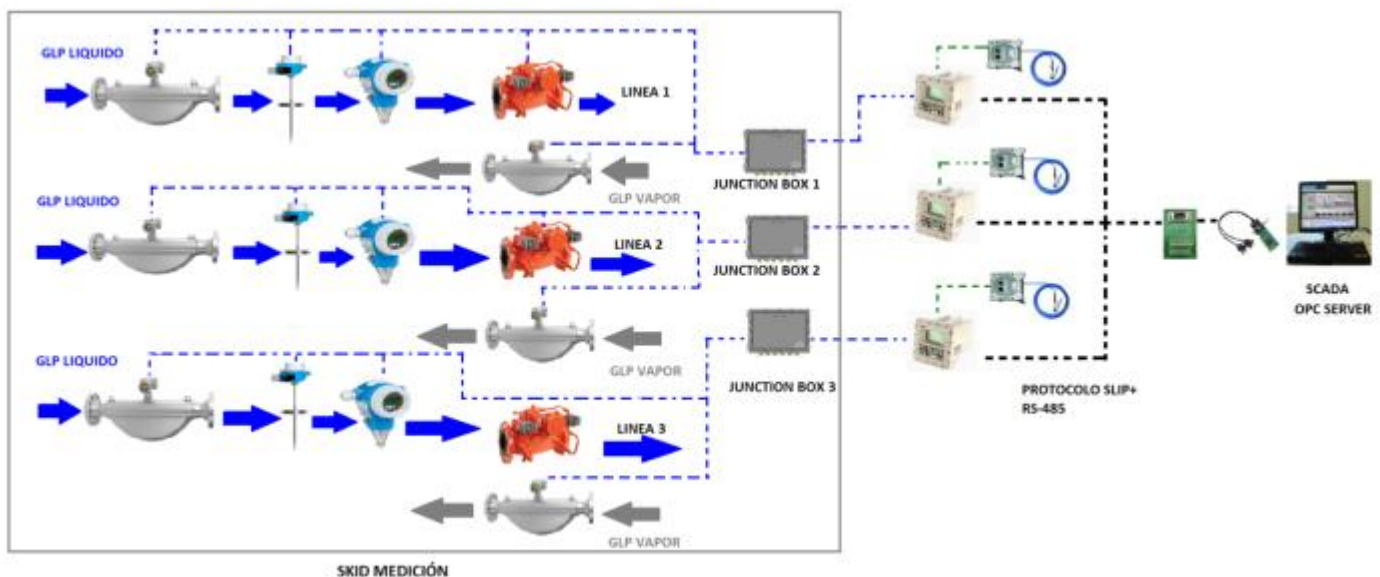


Imagen 79: Arquitectura de la sección de medida.

En esta arquitectura, los datos tomados por todos los instrumentos de medida son transmitidos hacia el computador de flujo pasando a través de las cajas de paso o Junction Boxes, el cual efectuará la adecuación de los mismos y usará dichos valores para la determinación de ciertas variables de proceso que deben ser medidas. La siguiente tabla muestra las propiedades que se miden, el equipo encargado de medirlas y el objetivo de dichas mediciones.

Propiedad Medida	Instrumento de Medida	Señal del instrumento	Objetivo de la medición
Densidad	Flujómetro Coriolis	4-20mA/HART	Cálculo del Flujo Volumétrico
Flujo Másico	Flujómetro Coriolis	Pulsos de Frecuencia	Cálculo del Flujo Volumétrico
Presión	Transmisor de Presión	4-20mA/HART	Compensación por presión usada para cálculo de flujo volumétrico estándar
Temperatura	Sensor de Temperatura	PT100 4 Hilos	Compensación por temperatura usada para cálculo de flujo volumétrico estándar

Tabla 7: Tabla resumen de las señales medidas.

Todas estas medidas son transmitidas al computador de flujo que efectuará los procesos detallados en la tabla anterior y a partir de allí se desarrolla la transmisión de los datos a las estaciones de control.

La figura siguiente muestra un diagrama de control, muestra la arquitectura previamente descrita enfocándose en la naturaleza de las señales transmitidas y su distribución:

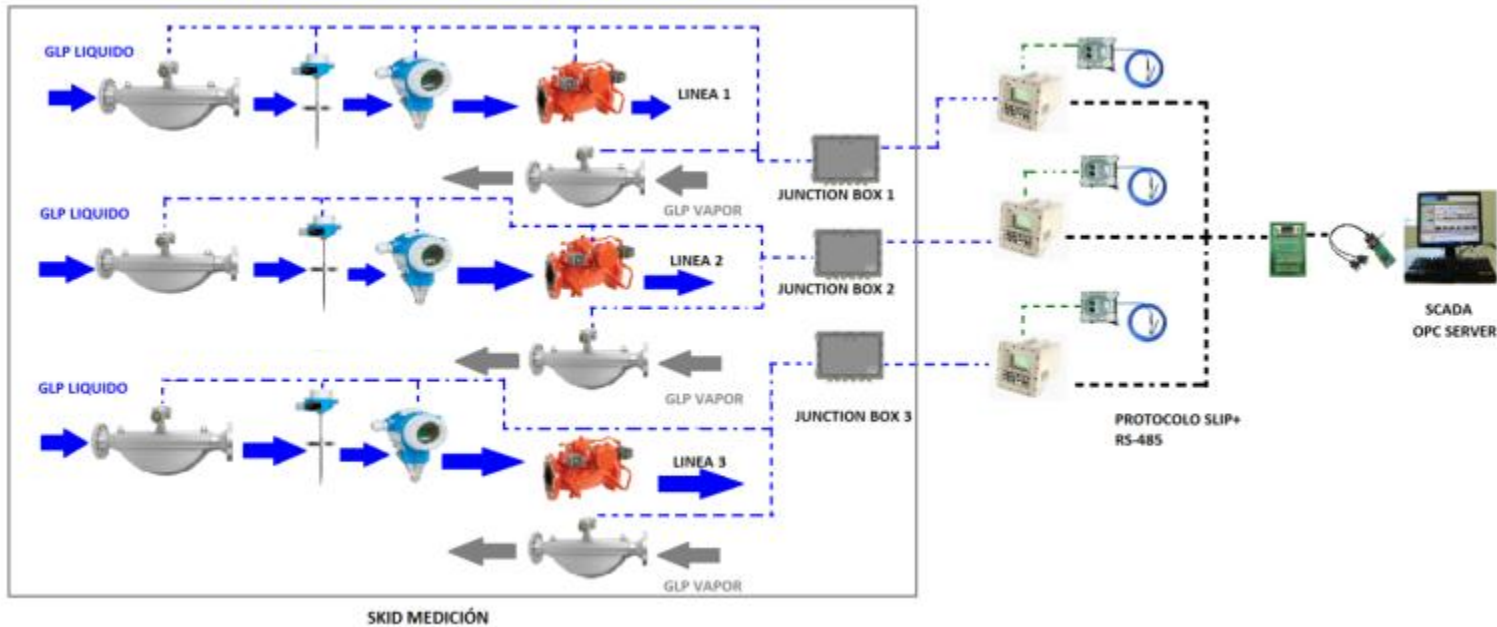


Imagen 80: Diagrama de control.

En este diagrama se tienen las siguientes señales:

- Tres (3) transmisores de presión
- Tres (3) transmisores de temperatura
- Seis (6) medidores de flujo másico
- Tres (3) Válvulas de control digital
- Tres (3) Grounding Device

Las señales de estos equipos, excepto las de los grounding device se concentran en cajas de conexiones desde donde se direccionan al computador de flujo. Las variables calculadas por el computador de flujo son convertidas a formato SLIP + para su distribución a las salas de control y monitoreo.

4.8.3 Diseño de la arquitectura de alimentación eléctrica.

Para el SKID solo se diseñará un panel de distribución de energía eléctrica que brindará alimentación a los flujómetros, computadores de flujo y grounding device del SKID. Para ello elaboraremos un cuadro identificando los instrumentos que necesitan alimentación, el rango de alimentación requerido y que instrumento o equipo le proporcionará la alimentación.

Instrumento	Rango de Alimentación	Instrumento o Equipo que proporcionará energía
Flujómetros Coriolis	100-240 VAC 50/60Hz	Panel de Distribución
Transmisor de Presion	24 VDC	Computador de Flujo
Válvula de Control set stop	100-240 VAC 50/60Hz	Panel de Distribución
Computador de Flujo	100-240 VAC 50/60Hz	Panel de Distribución
Grounding Device	100-240 VAC 50/60Hz	Panel de Distribución
PC Computadora	100-240 VAC 50/60Hz	Sistema de alimentación general de la planta.

Tabla 8: Listado de instrumentos que necesitarán de energía eléctrica y el equipo quien se la suministrará.

A continuación se muestra un gráfico de distribución de las señales de alimentación de los equipos en el SKID.

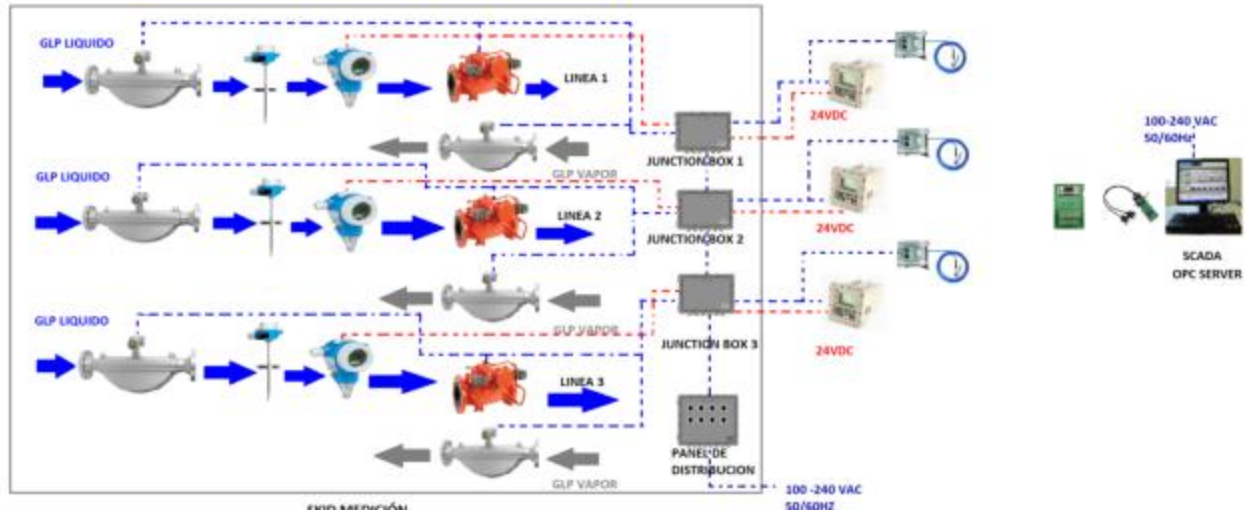


Imagen 81: Gráfico de distribución de las señales de alimentación de los equipos en el SKID.

Como se muestra en la figura, el panel de distribución se encargará de brindar alimentación a través de las cajas de paso a cada flujómetro, válvula de control, computador de flujo y grounding device de cada línea del SKID, el único instrumento que será alimentado a través del computador de flujo es el transmisor de presión.

El panel de distribución estará hecho completamente en acero inoxidable y preparado para zona explosiva, contará con 8 interruptores que se encargarán de suministrar o quitar la energía eléctrica a los equipos. A continuación se muestra el esquema eléctrico del panel de distribución.

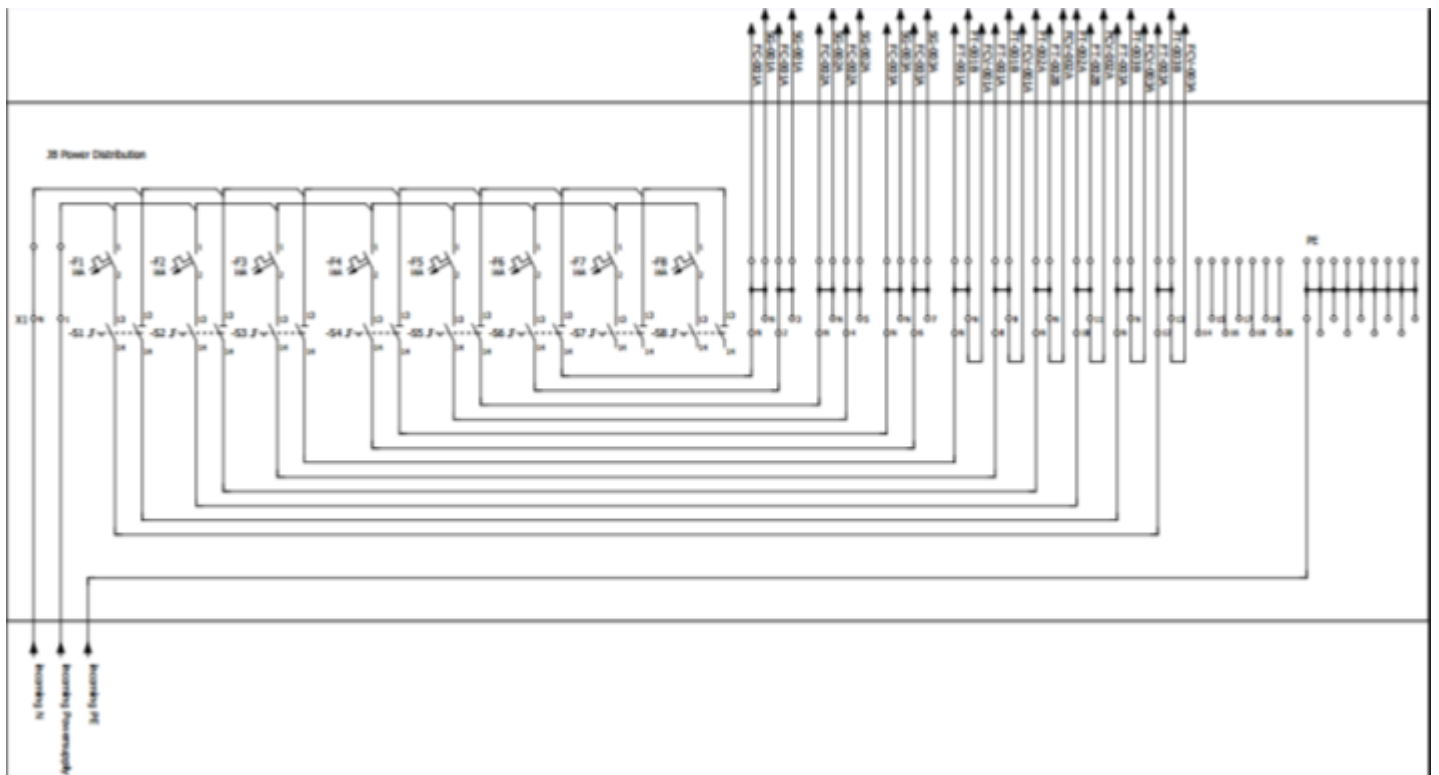


Imagen 82: Diagrama de conexionado eléctrico del panel de distribución eléctrica en el SKID.

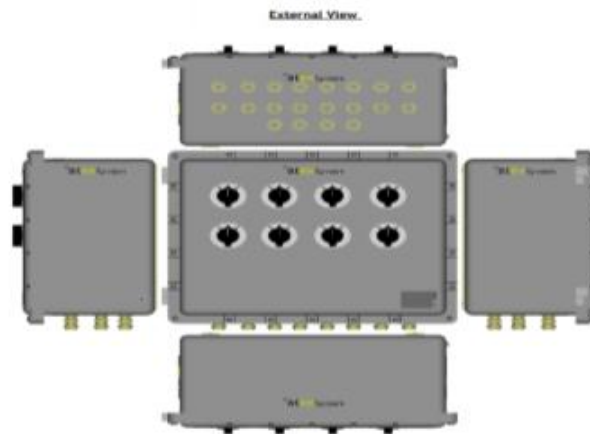


Imagen 83: Panel de Distribución de energía eléctrica del SKID.

4.8.4 Diseño de arquitectura civil

Debido a que no es la especialidad del autor, solo se brindarán recomendaciones ligeras referentes a este punto del diseño del sistema, las mismas que deberán ser corroboradas por los especialistas en estructuras y obras civiles para adecuarlas en donde se ubicará el SKID diseñado.

4.8.4.1 Cálculo de Cargas

El cálculo de la carga se realiza por una línea completa de la estructura de patín y será el mismo para las otras dos líneas correspondientes. Los puntos de concentración y de las cargas en estos puntos pueden ser vistos a continuación:

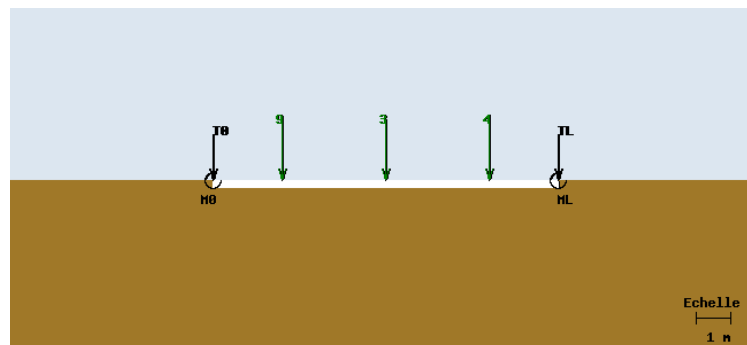


Imagen 84: Cálculo de Cargas.

DATA OF THE STRUCTURE (1 STREAM)				
Width of the beam	Height of the Beam	Overall length	E	Density
(m)	(m)	(m)	(Gpa)	(kN/m3)
0.1	0.2	10	20	8

EXTERNAL FORCES				
Force	Load (kN)	Position (m)	Position (m)	Position (m)
Force 1	9	2		
Force 2	3	5		
Force 3	4	8		

Tabla 9: Datos de las estructuras y fuerzas externas.

4.8.4.2 Recomendaciones para las obras civiles

Como requisito mínimo se solicita a Vopak Perú S.A. proporcionar un zócalo de hormigón de 0,8 m cuadrados nominales en cada uno de los puntos de apoyo. Cada zócalo debe ser plano y nivelado con todos sus vecinos en:

Error aceptable en el plano vertical, entre zócalos (es decir en nivel de la superficie superior):

- hasta 2 m entre centros zócalo: ± 3 mm en vertical.
- más de 2 m entre centros zócalo: $\pm 1,5$ mm por metro vertical, entre los centros de pedestal.

Error aceptable en el plano horizontal, entre los centros de zócalo (es decir el pedestal en el lugar correcto):

- hasta 5 m entre centros zócalo: ± 10 mm horizontal.
- más de 5 m entre centros zócalo: ± 2 mm por metro horizontal entre centros de pedestal.

Si es necesario, estas cifras pueden ser alcanzadas por los tornillos de fijación o espaciadores y el compuesto de lechada de cemento. En todos los casos se recomienda la utilización de un sellador patentado para hacer un soporte consistente y continuo entre todas las superficies de zócalo y el patín.

Los zócalos serán considerados completamente sólidos, sin flexibilidad o movimiento relativo - a menos que se especifique por el cliente en sus especificaciones PDO. Circunstancias como un terremoto es una condición que aplica para la zona en donde se encuentra el proyecto y deberá ser considerado.

4.8.5 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Los equipos encargados del funcionamiento de cada línea son los computadores de flujo, tal como se explicó en el desarrollo del diseño del sistema, cada línea será controlada por uno de ellos. El computador de flujo seleccionado es un poderoso e inteligente equipo diseñado para sistemas de carga de GLP a camiones cisternas. Internamente posee un Application Pack 2-BS, el cual es una versión especial del computador 1010A de la marca Contrec seleccionado, que puede manejar sólo un brazo de carga de GLP líquido y un brazo de GLP de vapor de retorno. La versión 2-BS tiene pantalla gráfica completa y un teclado alfanumérico.

El operador introducirá mediante el teclado del computador de flujo la cantidad de GLP a despachar al camión cisterna y presionar el botón "Enter", inmediatamente el computador enviará la señal de apertura a la válvula de control. El computador de flujo recibirá señales de densidad, flujo másico de GLP líquido, presión y temperatura para obtener el flujo volumétrico compensado que atraviesa por la tubería hacia el camión cisterna a despachar. Además recibirá la señal de flujo másico del flujómetro coriolis que mide la fase de vapor en la línea del SKID, al tener estas dos mediciones (flujo volumétrico de GLP líquido y Flujo volumétrico de GLP de la línea de retorno de vapores) efectuará una resta en línea. La resta

será el resultado del verdadero valor de GLP cargado en el camión cisterna. Al llegar al valor deseado de carga el flujómetro enviará una señal de cierre a la válvula de control, concluyéndose el Batch de carga de GLP en el camión cisterna.

4.8.6 DISEÑO DE MONITOREO SCADA DEL SISTEMA DE CONTROL

El monitoreo SCADA del sistema de control fue realizado a través del programa Factory Talk View de Rockwell, éste cuenta con una serie de funciones y posibilidades de desempeño que son de gran utilidad para el monitoreo de procesos automatizados. La interfaz diseñada es una representación gráfica de las variables presentes en el SKID. La programación es en base a diagramas de bloques. Las variables se definen como tangnanes (etiquetas), designación con la que serán identificados en todas las instancias de programación y configuración. El proceso de diseño se dividió en una serie de pasos los cuales serán explicados detalladamente a continuación:

4.8.6.1 Pantallas de Operación:

Las siguientes pantallas en el sistema SCADA serán necesarias para la operación y supervisión del sistema:

4.8.6.1.1 Pantalla de Inicio VPK P93 INI:

Esta pantalla tendrá como característica principal el nombre del proyecto y brindará la posibilidad de ingresar a todas las otras pantallas a modo de índice con cierto nivel de seguridad y jerarquía.

La jerarquía de trabajo se definirá de la siguiente forma:

Nivel Supervisor: Tendrá la facultad de autorizar el inicio de la operación, iniciar la secuencia de Batch, efectuar paradas de emergencia, reste de totalizados, ingreso de parámetros proporcionados por Petroperú para los cálculos de volumen y masa. Asimismo podrá enviar comandos para impresión de reportes.

Nivel Operador: Tendrá la facultad de poder dar inicio a la secuencia de Batch. No podrá iniciar la secuencia, a menos que el supervisor haya activado el permisivo de inicio. Entre otras funciones podrá efectuar paradas de emergencia e imprimir reportes.

Nivel de Mantenimiento: Podrá entrar sólo a los menús y secuencias de alarma, alertas y status del sistema.

La posibilidad de cambio de usuario podrá realizarse desde todas las pantallas a fin de garantizar el dinamismo del sistema.

4.8.6.1.2 Vista principal del skid VPK P93 LAY:

La principal función de esta pantalla es poder visualizar un esquema tipo P&ID de todo el skid con la posibilidad de tener recuadros que muestren las variables de temperatura, presión, caudal instantáneo (másico y volumétrico), densidad sobre la indicación de cada uno de los equipos, con la propiedad de dar clic con el mouse a fin de abrir los faceplates para mostrar la variable análoga respectiva con sus respectivos niveles de alto, alto-alto, bajo y bajo-bajo.

Esta pantalla también permitirá visualizar el valor del acumulado de masa de cada una de las líneas, el acumulado de volumen de cada una de las líneas y el acumulado total del SKID (sumatoria de las antes mencionadas).

Esta pantalla mostrará además:

- Fecha y hora actuales
- Densidad de laboratorio ingresada manualmente
- Botón que permita visualizar el último reporte efectuado
- Botón para ir a la ventana de alarmas y status del sistema

4.8.6.1.3 Parámetros principales Línea 1 VPK P93 L01:

Mostrará los parámetros principales de la línea de trabajo:

- Neto acumulado total de masa calculado con los parámetros en tiempo real (kilogramos).
- Neto acumulado total de volumen calculado con los parámetros en tiempo real (galones).
- Neto acumulado total de masa calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (kilogramos).
- Neto acumulado total de volumen calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (galones).
- Bruto acumulado total de masa calculado con los parámetros en tiempo real (kilogramos).
- Bruto acumulado total de volumen calculado con los parámetros en tiempo real (galones).
- Bruto acumulado total de masa, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (kilogramos).
- Bruto acumulado total de volumen, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (galones).
- Neto de la última corrida de masa calculado con los parámetros en tiempo real (kilogramos).
- Neto de la última corrida en volumen calculado con los parámetros en tiempo real (galones).
- Bruto de la última corrida en masa, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (kilogramos)
- Bruto de la última corrida en volumen, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (galones).
- Densidad de la línea en tiempo real (kg/cc).
- Densidad manual ingresada por el nivel supervisor (kg/cc).
- Flujo instantáneo en masa (Kg/minuto).

- Flujo instantáneo en volumen (GPM).
- Tiempo de inicio de la corrida (HH:MM:SS).
- Tiempo de fin de la corrida (HH:MM:SS)
- Tiempo efectivo o tiempo de duración de la última corrida (HH:MM:SS).
- Temperatura de la línea d trabajo (grados °C y grados °F).
- PUSH BUTTON de INICIO y PARADA en FACE PLATE dinámico
- PUSH BUTTON de RESET de contadores.
- PUSH BUTTON de parada de emergencia.
- Presión de línea (psi y bar-g).

4.8.6.1.4 Parámetros principales Línea 2 VPK P93 L02:

Mostrará los parámetros principales de la línea de trabajo:

- Neto acumulado total de masa calculado con los parámetros en tiempo real (kilogramos)
- Neto acumulado total de volumen calculado con los parámetros en tiempo real (galones)
- Neto acumulado total de masa, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (kilogramos)
- Neto acumulado total de volumen, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (galones)
- Bruto acumulado total de masa calculado con los parámetros en tiempo real(kilogramos)
- Bruto acumulado total de volumen calculado con los parámetros en tiempo real (galones)
- Bruto acumulado total de masa, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (kilogramos)

- Bruto acumulado total de volumen, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (galones)
- Neto de la última corrida de masa calculado con los parámetros en tiempo real(kilogramos)
- Neto de la última corrida en volumen calculado con los parámetros en tiempo real (galones)
- Bruto de la última corrida en masa, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (kilogramos)
- Bruto de la última corrida en volumen, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (galones)
- Densidad de la línea en tiempo real (kg/cc)
- Densidad manual ingresada por el nivel supervisor (kg/cc)
- Flujo instantáneo en masa (Kg/minuto)
- Flujo instantáneo en volumen (GPM)
- Tiempo de inicio de la corrida (HH:MM:SS)
- Tiempo de fin de la corrida (HH:MM:SS)
- Tiempo efectivo o tiempo de duración de la última corrida (HH:MM:SS)
- Temperatura de la línea d trabajo (grados °C y grados °F)
- PUSH BUTTON de INICIO y PARADA en FACE PLATE dinámico
- PUSH BUTTON de RESET de contadores
- BOTON para visualización de los valores pre seteados5 (densidad)
- PUSH BUTTON de parada de emergencia
- Presión de línea (psi y bar-g)

4.8.6.1.5 Parámetros principales Línea 3 VPK P93 L03:

Mostrará los parámetros principales de la línea de trabajo:

- Neto acumulado total de masa calculado con los parámetros en tiempo real(kilogramos)
- Neto acumulado total de volumen calculado con los parámetros en tiempo real (galones)
- Neto acumulado total de masa, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (kilogramos)
- Neto acumulado total de volumen, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (galones)
- Bruto acumulado total de masa calculado con los parámetros en tiempo real(kilogramos)
- Bruto acumulado total de volumen calculado con los parámetros en tiempo real (galones)
- Bruto acumulado total de masa, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (kilogramos)
- Bruto acumulado total de volumen, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (galones)
- Neto de la última corrida de masa calculado con los parámetros en tiempo real(kilogramos)
- Neto de la última corrida en volumen calculado con los parámetros en tiempo real (galones)
- Bruto de la última corrida en masa, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (kilogramos)
- Bruto de la última corrida en volumen, calculado con el valor de densidad ingresado manualmente (galones)
- Densidad de la línea en tiempo real (kg/cc)
- Densidad manual ingresada por el nivel supervisor (kg/cc)
- Flujo instantáneo en masa (Kg/minuto)
- Flujo instantáneo en volumen (GPM)

- Tiempo de inicio de la corrida (HH:MM:SS)
- Tiempo de fin de la corrida (HH:MM:SS)
- Tiempo efectivo o tiempo de duración de la última corrida (HH:MM:SS)
- Temperatura de la línea d trabajo (grados °C y grados °F)
- PUSH BUTTON de INICIO y PARADA en FACE PLATE dinámico
- PUSH BUTTON de RESET de contadores
- BOTON para visualización de los valores pre seteados (densidad)
- PUSH BUTTON de parada de emergencia
- Presión de línea (psi-g y bar-g)

4.8.6.1.6 Listado de alarmas activas e inactivas Status, VPK P93 ALR:

Mostrará las alarmas, eventos y status de cada uno de ellos. Comandos provenientes del CONTREC como los siguientes deberán ser reportados:

- Estatus del Batch o de la corrida (FINALIZADA, EN PROCESO, INICIANDO)
- Estatus de la válvula (válvula abierta, válvula cerrada, válvula en falla, válvula en mantenimiento, válvula en transición)
- Estatus de la bomba (bomba encendida, bomba apagada)
- Estatus del sistema (extraído del CONTREC)
- Fecha, hora y usuario que produjo un RESET
- Fecha, hora y usuario que inicio el Batch
- Fecha, hora y usuario que finalizó el Batch

4.8.6.2 Funciones principales

Las siguientes son las funciones principales que el sistema debe poder ofrecer a

Los usuarios:

4.8.6.2.1 Generación de reportes

La generación de reportes, deberá ser provista con un botón que pueda habilitarse luego de realizado el despacho, se adjunta un modelo de reporte obtenido actualmente por el sistema de VOPAK, que deberá contener como información mínima los datos indicados (Anexo N°1)

VOPAK PERU S.A. AV. HECTOR GAMBETTA 1285 CALLAO		Telefs: 613-6200 RUC : 20382506010	
GUIA DE PESAJE No: 190077			
CURIDACION :	SY0874	TRACK :	C72873
		CISTERNA :	C72873
PRODUCTO :	020001 90 GAS LIQUEFACTADO		
GUIA :	68234		
CLIENTE :	29946 PRIMAX		
OPERADOR :	HENRY ZARZOSA	MED. ROT. :	INICIAL : 8.00% FINAL : 90.00%
		PRESION (PSI):	85.00 90.00
ESFERA :	77	TEMPERAT. 9F :	61.00 53.00
DENSIDAD :	0.53550	GALONES :	5.244
PESO CAMION/TANQUE		SEGUNDA PESADA	
Fecha :	17/07/2013	Fecha :	17/07/2013
Hora :	08:17:14	Hora :	09:54:24
Peso :	14,260 Kg.	Peso :	24,890 Kg.
		Peso FINAL (KG)	
		Bruto :	24,890 Kg.
		Tara :	14,260 Kg.
		Neto :	10,630 Kg.
SISTEMA DE PESAJE COMPUTARIZADO MEGATRONIC S.A. Tel. 30-8984			

Imagen 85: Reporte Modelo del sistema actual:

4.8.6.3 Desarrollo del SCADA

4.8.6.3.1 Instalación de Software

La instalación del software se realizó sin inconvenientes.

4.8.6.3.2 Comandos de comunicación

Los siguientes datos serán monitoreados.

- AM - Arm Status
- AN - Net Accumulated Totals
- AS - ARM Settings
- AT - Accumulative Totals
- ENQ - Operational State Enquiry
- FR - Flow rate
- GD - Get Date and Time
- GT - Gross Totals
- IP - Instantaneous Pressure
- IS - General purpose input status
- IT - Instantaneous Temperatures
- LP - Last Load Pressure
- LT - Last Load Temperature
- NT - Net Totals
- PR – Preset
- TF - Actual and Current Target Flow

Para lo cual utilizaremos el software Kepserver Enterprise para crear el OPC server y entrelazar los datos obtenidos del computador de flujo con el SCADA.

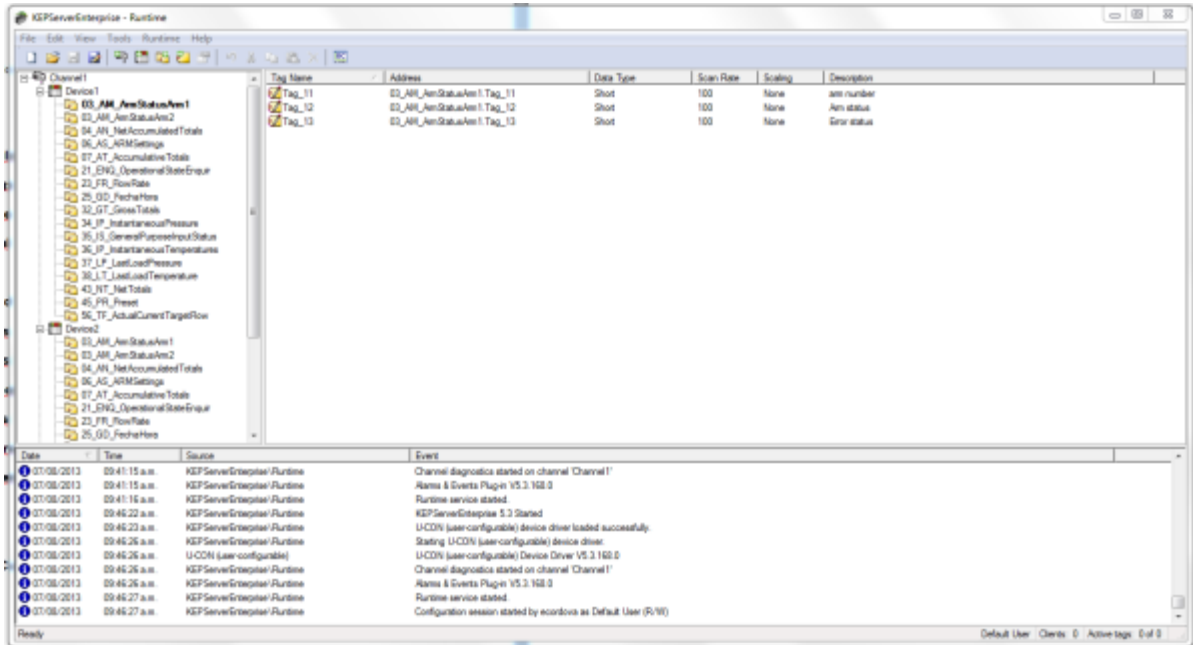


Imagen 86: Software KepServer Enterprise

4.8.6.3.3 Base de datos

Se construirán 3 tablas desde las cuales se realizará el llenado de los reportes.

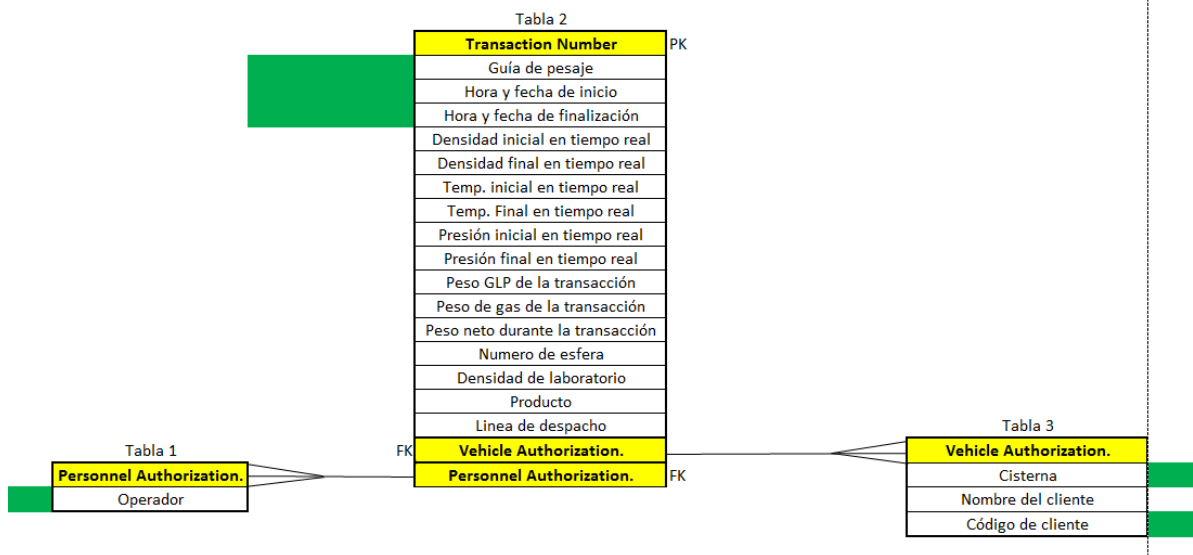


Imagen 87: Tablas de funciones para la construcción de la base de datos del SCADA.

4.8.6.3.4 Pantallas HMI

A continuación se muestran las pantallas que se mostrarán en el SCADA.



Imagen 88: Pantalla de Inicio del SCADA.

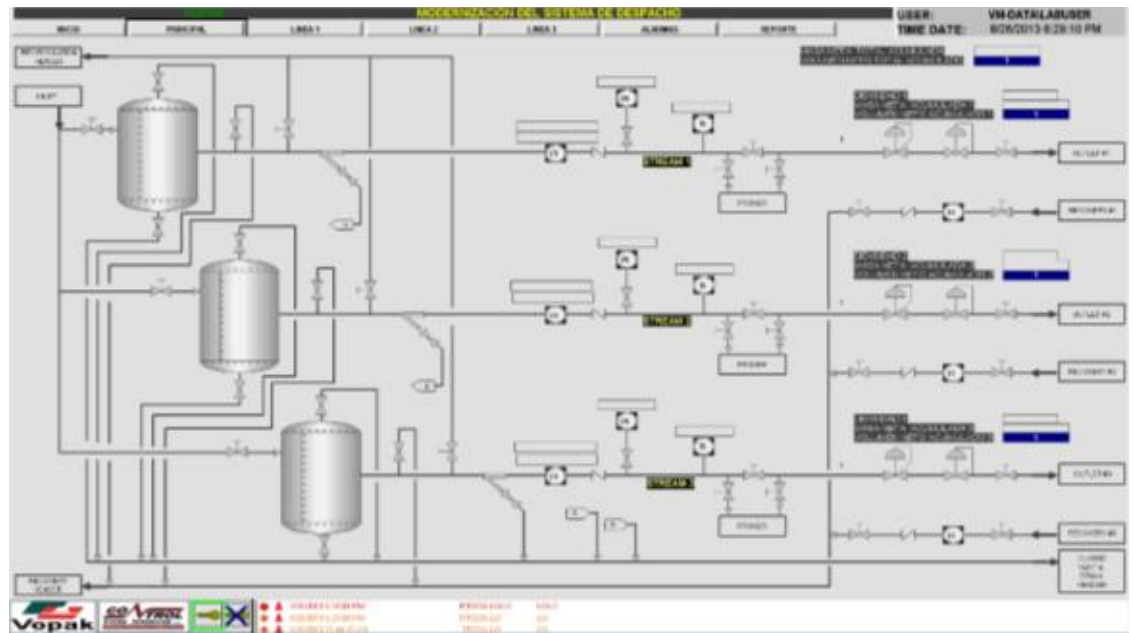


Imagen 89: Vista principal del SCADA.

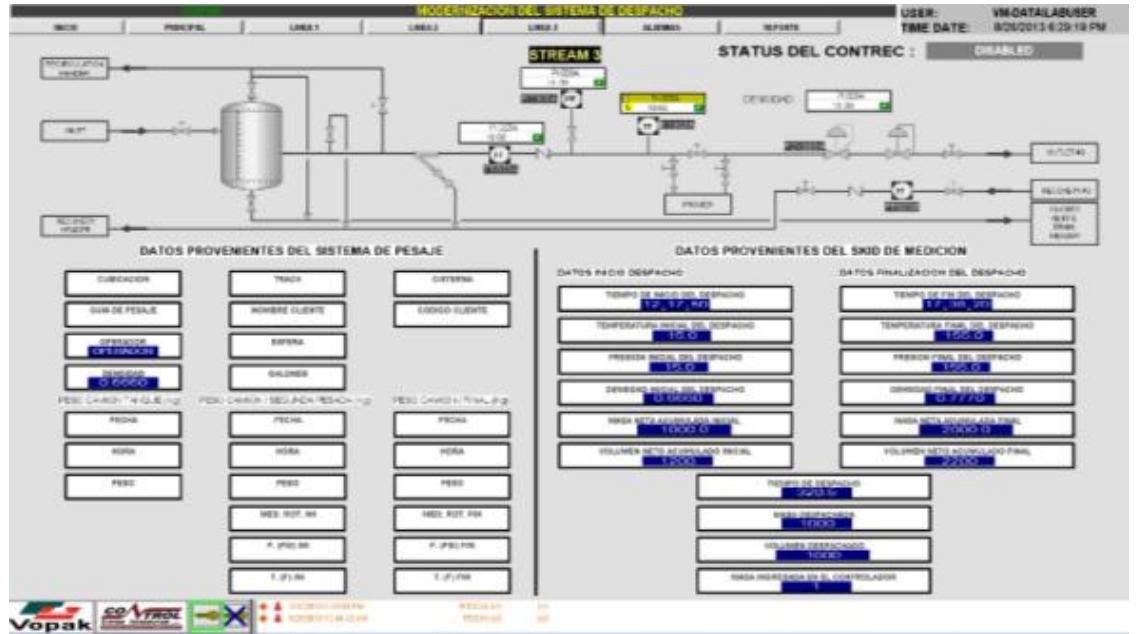


Imagen 90: Vista por Línea del SKID.

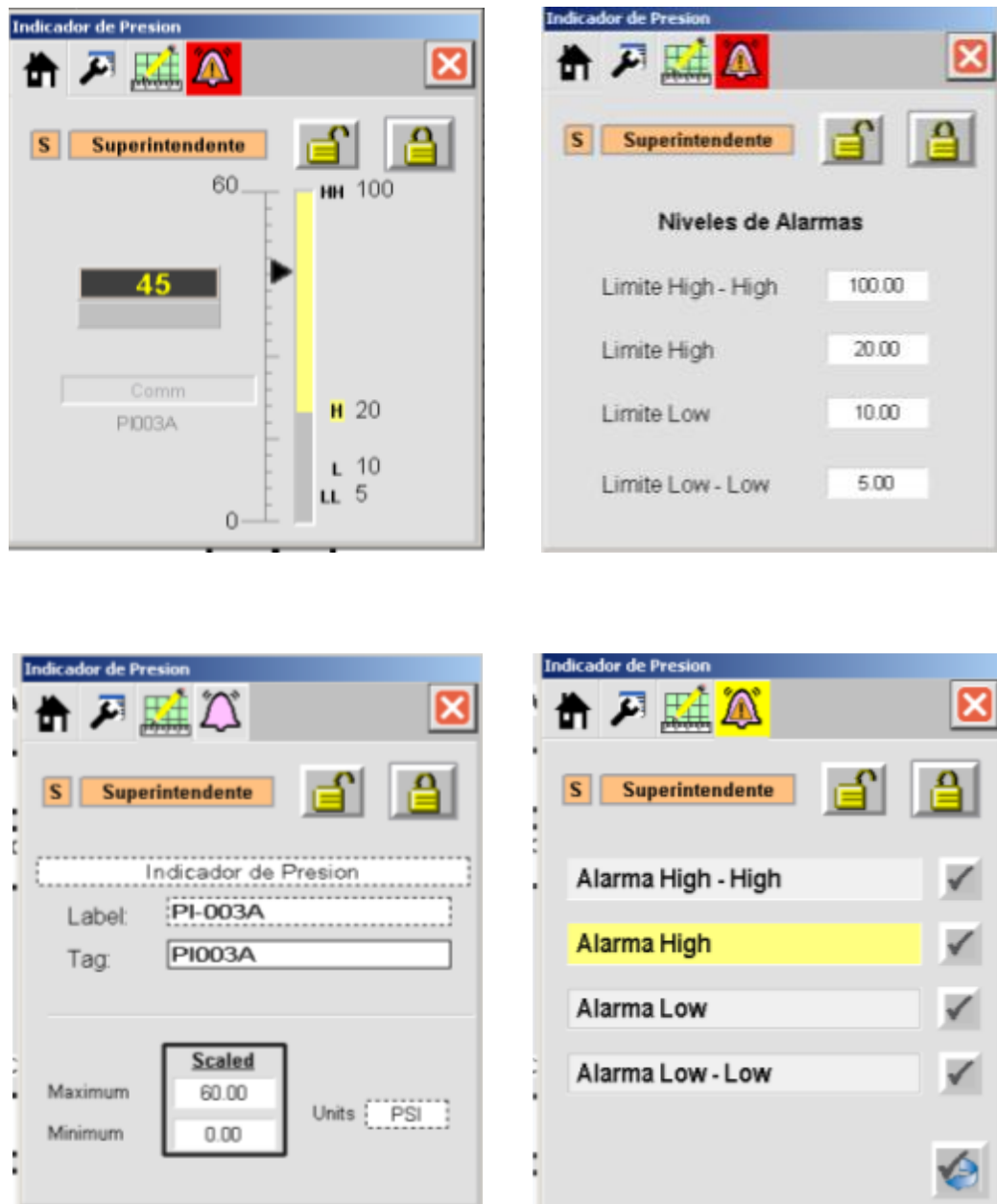


Imagen 91: Modelos de Faceplates que serán creados por cada instrumento.

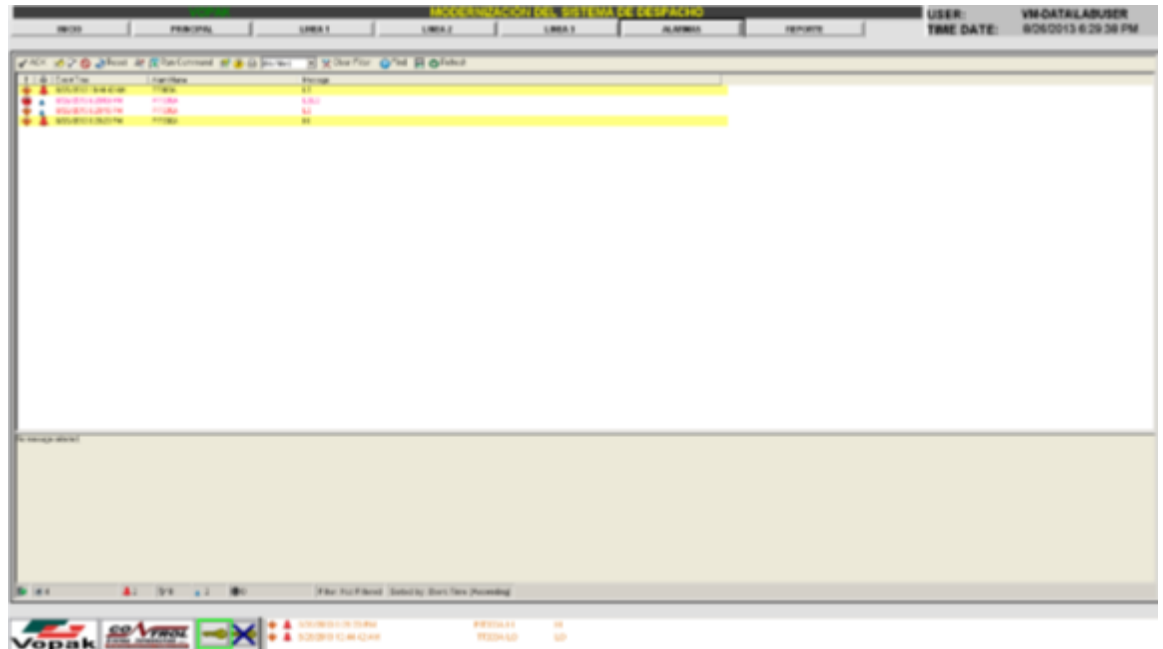


Imagen 92: Vista de Alarmas del Sistema.



Imagen 93: Vista de Plantilla de Reportes de Facturación del Sistema.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

A través de la elaboración y análisis de los resultados obtenidos de la propuesta de diseño de sistema de control y monitoreo automatizado para skid de medición de transferencia custodia para el proceso de despacho a camiones cisternas de GLP en la empresa Vopak Perú S.A. se ha podido llegar a las siguientes conclusiones:

- Al analizar las características del proceso de despacho a camiones de GLP a fin de definir los lineamientos para el diseño, se encontró que las variables indispensables para desarrollar un sistema de transferencia custodia son las mediciones de flujo, presión y temperatura.
- Se definió y seleccionó como ubicación geográfica adecuada para el sistema, un lugar cercano a los terminales de despacho, dentro de las instalaciones de Vopak Perú S.A., con las siguientes coordenadas: Latitud ($12^{\circ} 2'25.36''S$), Longitud ($77^{\circ} 7'37.71''O$).
- Se diseñó el sistema de medición de transferencia custodia en base a la utilización de equipos certificados con alta precisión y confiabilidad. También se incluyó el arreglo mecánico como tuberías y soportes.
- Al efectuar la selección de los componentes e instrumentos para la medición de las variables a monitorear, se seleccionaron equipos de las marcas: Endress+Hauser y Contrec, por su confiabilidad y porque cumplen con los requerimientos técnicos del proyecto.
- Se propuso el diseño del software que permitirá el monitoreo mediante SCADA del sistema de control, con lo que se logró la visualización directa de las variables y el estado del proceso.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- Se recomienda establecer la localización de los sistemas de medición en ubicaciones seguras y de fácil acceso a puntos de alimentación eléctrica.
- Antes de realizar el proceso de selección de los equipos es importante conocer a fondo las condiciones del proceso.
- Para el diseño de los diversos planos del sistema de medida debe ser utilizado un software de modelado como AutoCAD, se sugiere la versión más actualizada y que cuente con todas las librerías de implementos.
- Se recomienda tener asesoría adicional para la parte mecánica, eléctrica y civil del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Vopak. Home page [en línea]. [Fecha de consulta: 15 junio 2013]. Disponible en: www.vopak.com.pe.
- 2.- FERNÁNDEZ DIÉZ, Pedro. Mecánica de fluidos, Departamento de ingeniería eléctrica y energética, Universidad de Cantabria, pág. 10-15.
- 3.- Osinergmin, Propiedades y características del Gas licuado de Petróleo, [en línea]. [Fecha de consulta: 18 Junio 2013]. Disponible en: http://www.slideshare.net/rgrados/propiedades-y-caractersticas-del-glp-9166571?from_search=1
- 4.- Osinergmin, Propiedades y características del Gas licuado de Petróleo, [en línea]. [Fecha de consulta: 18 Junio 2013]. Disponible en: http://www.slideshare.net/rgrados/propiedades-y-caractersticas-del-glp-9166571?from_search=1
- 5.- Repsol. Propiedades del GLP [en línea]. [Fecha de consulta: 18 de Junio 2013]. Disponible en: http://www.repsol.com/pe_es/productos_y_servicios/productos/glp_butano_y_propano/paises/peru/repsolgas/propiedades_del_glp/
- 6.- CEPESA ELF GAS, Manual de instalaciones de GLP. 2001, p. 109.
- 7.- Definición de Transmisor [en línea]. [Fecha de consulta: 15 Junio 2013]. No disponible temporalmente: <http://www.ecured.cu/index.php/Transmisor>.
- 8.- Definición de Transmisor [en línea]. [Fecha de consulta: 15 Junio 2013]. No disponible temporalmente: <http://www.ecured.cu/index.php/Transmisor>.
- 9.- Medición de Caudal, Endress + Hauser Corporation, Alemania, Pag.138.
- 10.- RODRÍGUEZ ARAGÓN, Licesio J. Internet y Teleinformática.2002.p.54-56.

11.- Organización Internacional de Metrología Legal (OIML R117), Pág. 17, [en línea].

[Fecha de consulta: 20 Junio 2013]. Disponible en:

<http://www.oiml.org/publications/R/R117-e95.pdf>.

12.- Organización Internacional de Metrología Legal (OIML R117), Pág. 17[en línea].

[Fecha de consulta: 20 Junio 2013]. Disponible en:

<http://www.oiml.org/publications/R/R117-e95.pdf>.

13.- Organización Internacional de Metrología Legal (OIML R117), Pág.18 [en línea].

[Fecha de consulta: 20 Junio 2013]. Disponible en:

<http://www.oiml.org/publications/R/R117-e95.pdf>.

ANEXOS

EQUIPOS SELECCIONADOS PARA EL SKID DE MEDICIÓN

COMPUTADOR DE FLUJO CONTRECT MODELO 1010A

Honeywell Enraf



Application Pack 4-CJ

Load Computer 1010 CJ

Application PackNumber: **4-CJ****Standard Version**Model: **1010****Description**

The CJ Application Pack is the standard version of the 1010A that can handle 4-arm simultaneous loading. It has full graphics display, and a rugged alphanumeric keyboard incorporating *Hall Effect* push buttons.

Instrument configuration

#	Description	Physical Load Arms				Display/Screen (four numeric totals)	
		Arm 1	Arm 2	Arm 3	Arm 4		
1	Single load arm	single	Not Available	Not Available	Not Available	Preset Remain	
2	Two load arms	single	single	Not Available	Not Available	Arm 1 Preset	Arm 2 Preset
3	Three load arms	single	single	single	Not Available	Arm 1 Arm 3	Arm 2
4	Four load arms	single	single	single	single	Arm 1 Arm 3	Arm 2 Arm 4

Software Functions

See the 1010CJ Programming and Software Manuals for further details on individual functions

Dual/Single Pulse Input per channel	Non-linearity Correction for flow
Temperature Compensation to API	Pressure Compensation to API
Digital Valve Control	Two Stage Valve
Pump Demand with delay time	Overflow/Ground Input/Vapour Rec.
Programmable Permissive Inputs	Programmable Outputs (Alarms)
Programmable Inputs (Pause/Terminate/Manager Reset)	Emergency Stop
Batch Control on Gross/Net	System Alarm Output
Password Access	SLIP + Protocol
Load Scheduling (Enable/Disable)	Stand Alone Operation Mode
Interface with Honeywell Experion TAS	Printer Output
Additive Pulse Output	Intelligent/Smart Injector Interface
Date & Time	Transaction Log (512 transactions stored)
Initial Message Programmable	Multi-language User Interface
Driver Authorisation (PIN/Touch/RFID/NexWatch)	Truck Authorisation (PIN/Touch/RFID/NexWatch)
Driver & Truck ID (2750 each)	Local or Remote Authorisation
Ask Compartment No (Enable/Disable)	Ask Preset Quantity (Enable/Disable)
Deadman Timer (Enable/Disable)	Illegal Access lockout (Enable/Disable)
Programmable Units (litre/liter/gallon/kg/lb, m ³ , t, g)	Programmable Arm Name (Alphanumeric)
Programmable Product Name (Alphanumeric)	Programmable Product Description (Alphanumeric)
Programmable Hazardous Material Description	Diagnostics Program

Application Pack	Number: 4-CJ
Standard Version	Model: 1010

Max. Number of Arms per 1010A: 4

Products: Refined (API Tables 24B, 54B, 60B)
 Crude Oils (API Tables 24A, 54A, 60A)
 Lube Oils (API Tables 24D, 54D, 60D)
 Thermal Expansion Co-efficient (API Tables 24C, 54C, 60C)
 Gasohol and MTBE (using thermal expansion co-efficient)
 Light Hydrocarbons (ASTM-IP-API Table 54 (1986))*

* Not approved under NMI TC7348 Rev 0.

Temperature Inputs: 4-20 mA or RTD (-50 °C to 150 °C /°F equivalent)*

Protocol: SLIP+

Communications: **Port 1:** Isolated RS485/422/232 (standard)
Port 2: Isolated RS485/232 (standard)
Port 3: Isolated RS485/232 (standard)
 Ports no longer require jumper configuration: all configuration is obtained through software control via configuration settings.

Part Number: **1010Ax – CJ - abcNe**
 Where
 x designates the number of arms (1, 2, 4)
 a designates the authorisation options
 b designates the glands and heater options
 c designates the power supply input
 N is for the graphics display
 e designates the metrology approvals

Hardware Description

The 1010Ax-CJ is mounted in a single style A enclosure.

Boards	Power supply board	S800PS4-6
	Output board	S10RA-RRR-I2
	Input board	S10NA-I2
	CPU card	S10CPU-C00-I3.1
	Display board	S810FPLG-18-I3

Application Pack
Standard Version

Number: 4-CJ
Model: 1010

Terminal Designation (Main Enclosure)

A1	0 Vdc DC Ground	BB13	Relay B21 (GP Output #19)	CB13	Signal GND (Flow)/ 4-20mA (-)
A2	Supply out (8-30Vdc, 100mA)	BB14	Common for Relay 21 & 22	CB14	Flow Input Meter 3A
A3	Supply out (12 Vdc, 250mA)	BB15	Relay B22 (GP Output #20)	CB15	Flow Input Meter 3B
A9	Relay A1 (GP Output #1)	BB16	Relay B23 (GP Output #21)	CB16	Signal GND (Flow)/ 4-20mA (-)
A10	Relay A1 (GP Output #1)	BB17	Common for Relay 23 & 24	CB17	Flow Input Meter 4A
A11	Relay A2 (GP Output #2)	BB18	Relay B24 (GP Output #22)	CB18	Flow Input Meter 4B
A12	Relay A2 (GP Output #2)			CB19	Signal Ground
A13	Relay A3 (GP Output #3)	CA1	RTD 1 Source	CB20	GP Input 9 (Prog. Input # 5)
A14	Relay A4 (GP Output #4)	CA2	RTD 1 Sense (+)/4-20mA 1(+)	CB21	GP Input 10 (Prog. Input # 6)
A15	Relay A5 (GP Output #5)	CA3	RTD 1 Sense (-)	CB22	GP Input 11
A16	Relay A6 (GP Output #6)	CA4	RTD 1 & 2 Sink	CB23	GP Input 12
A17	Relay Common for A13 - A16	CA5	RTD 2 Source	CB24	Signal Ground
		CA6	RTD 2 Sense (+)/4-20mA 2 (+)	CB25	GP Input 13
BA1	Relay B1 - DCV Inlet 1 (Two-stage valve-Slow Flow)	CA7	RTD 2 Sense (-)	CB26	GP Input 14
BA2	Common for Relay 1 & 2	CA8	4-20mA 3 (+)	CB27	GP Input 15
BA3	Relay B2 - DCV Outlet 1 (Two-stage valve-High Flow)	CA9	4-20mA 4 (+)	CB28	GP Input 16
BA4	Relay B3 - DCV Inlet 2 (Two-stage valve-Slow Flow)	CA10	Opto Output 1	D1	Port 1 Rx RS232
BA5	Common for Relay 3 & 4	CA11	Opto Output 2	D2	Port 1 Tx RS232
BA6	Relay B4 - DCV Outlet 2 (Two-stage valve- High Flow)	CA12	Opto 0 Volt	D3	Port 1 0V Common
BA7	Relay B5 - DCV Inlet 3 (Two-stage valve-Slow Flow)	CA13	Signal GND (Flow)/4-20mA (-)	D4	Port 1 Rx+ RS422
BA8	Common for Relay 5 & 6	CA14	Flow Input Meter 1A	D5	Port 1 Rx- RS422
BA9	Relay B6 - DCV Outlet 3 (Two-stage valve- High Flow)	CA15	Flow Input Meter 1B	D6	Port 1 Tx+ RS422
BA10	Relay B7 - DCV Inlet 4 (Two-stage valve-Slow Flow)	CA16	Signal GND (Flow)/ 4-20mA (-)	D7	Port 1 Tx- RS422
BA11	Common for Relay 7 & 8	CA17	Flow Input Meter 2A	D8	Port 2 Rx RS232
BA12	Relay B8 - DCV Outlet 4 (Two-stage valve- High Flow)	CA18	Flow Input Meter 2B	D9	Port 2 Tx RS232
BA13	Relay B9 - (GP Output #7)	CA19	Signal Ground	D10	Port 2 0V Common
BA14	Common for Relay 9 & 10	CA20	GP Input 1 (Emergency Stop)	D11	Port 2 Rx/Tx+ RS485
BA15	Relay B10 - (GP Output #8)	CA21	GP Input 2 (Permissive # 1- Overfill/Ground)	D12	Port 2 Rx/Tx- RS485
BA16	Relay B11 - (GP Output #9)	CA22	GP Input 3 (Permissive # 2- Vapour Recovery)	D13	Port 3 Rx RS232
BA17	Common for Relay 11 & 12	CA23	GP Input 4 (Permissive # 3- Prog. Permissive)	D14	Port 3 Tx RS232
BA18	Relay B12 - (GP Output #10)	CA24	Signal Ground	D15	Port 3 0V Common
		CA25	GP Input 5 (Prog. Input # 1)	D16	Port 3 Rx/Tx+ RS485
BB1	Relay B13 (GP Output #11)	CA26	GP Input 6 (Prog. Input # 2)	D17	Port 3 Rx/Tx- RS485
BB2	Common for Relay 13 & 14	CA27	GP Input 7 (Prog. Input # 3)	D18	Signal Ground
BB3	Relay B14 (GP Output #12)	CA28	GP Input 8 (Prog. Input # 4)	D19	Signal Ground
BB4	Relay B15 (GP Output #13)	CB1	RTD 3 Source	D20	+5V to Reader
BB5	Common for Relay 15 & 16	CB2	RTD 3 Sense (+)/4-20mA 5 (+)	D21	Card Int/IS Touchkey Data Out
BB6	Relay B16 (GP Output #14)	CB3	RTD 3 Sense (-)	D22	Card data/IS Touchkey Data In
BB7	Relay B17 (GP Output #15)	CB4	RTD 3 & 4 Sink	D23	Card Present
BB8	Common for Relay 17 & 18	CB5	RTD 4 Source	D24	Not Used
BB9	Relay B18 (GP Output #16)	CB6	RTD 4 Sense (+)/4-20mA 6 (+)	D25	Not Used
BB10	Relay B19 (GP Output #17)	CB7	RTD 4 Sense (-)	D26	Not Used
BB11	Common for Relay 19 & 20	CB8	4-20mA 7 (+)	D27	Not Used
BB12	Relay B20 (GP Output #18)	CB9	4-20mA 8 (+)	D28	Not Used
		CB10	Opto Output 3	D29	Not Used
		CB11	Opto Output 4		
		CB12	Opto 0 Volt		

Honeywell Enraf
2000 Northfield Court,
Roswell, GA 30076
U.S.A.
Tel: +1 770 475 1900
Email: enraf-us@honeywell.com
www.honeywellenraf.com

Honeywell Enraf

4418002 - Revision 1
November 2008
© 2008 Honeywell International Inc.

FLUJÓMETRO CORIOLISS ENDRESS+HAUSER PROMASS 84F



Technical Information

Proline Promass 84F

Coriolis Mass Flow Measuring System

The universal and multivariable flowmeter for liquids and gases for custody transfer



Applications

The Coriolis measuring principle operates independently of the physical fluid properties, such as viscosity and density.

- Extremely accurate, verified measurement of liquids (other than water) and for gases
- Fluid temperatures up to +350 °C (+660 °F)
- Process pressures up to 100 bar (1450 psi)
- Mass flow measurement up to 2200 t/h (80840 lb/min)

Approvals for custody transfer:

- PTB, METAS, BEV, MID, NTEP, MC

Approvals for hazardous area:

- ATEX, FM, CSA, TIIS, IECEx, NEPSI

Approvals in the food industry/hygiene sector:

- 3A, FDA, EHEDG

Connection to the common process control systems:

- HART, MODBUS

Relevant safety aspects:

- Secondary containment up to 40 bar (580 psi), Pressure Equipment Directive, AD 2000
- Purge connections or rupture disk (optional)

Your benefits

The Promass measuring devices make it possible to simultaneously record several process variables (mass/density/temperature) for various process conditions during measuring operation.

The **Proline transmitter concept** comprises:

- Modular device and operating concept resulting in a higher degree of efficiency
- Diagnostic ability and data back-up for increased process quality

The **Promass sensors**, tried and tested in over 100 000 applications, offer:

- Best performance due to PremiumCal
- Multivariable flow measurement in compact design
- Insensitivity to vibrations thanks to balanced two-tube measuring system
- Immune from external piping forces due to robust design
- Easy installation without taking inlet and outlet runs into consideration

Function and system design

Measuring principle

The measuring principle is based on the controlled generation of Coriolis forces. These forces are always present when both translational and rotational movements are superimposed.

$$F_C = 2 \cdot \Delta m (\mathbf{v} \cdot \boldsymbol{\omega})$$

F_C = Coriolis force

Δm = moving mass

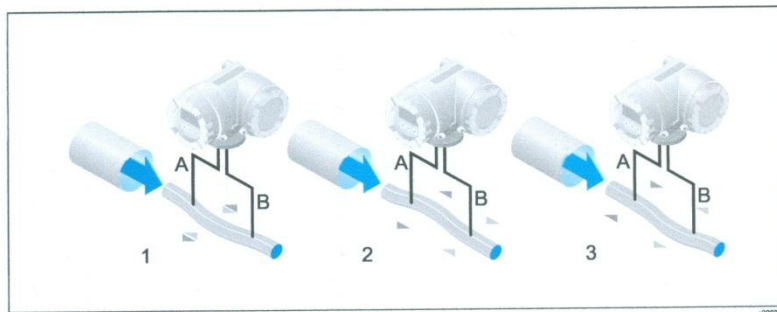
$\boldsymbol{\omega}$ = rotational velocity

\mathbf{v} = radial velocity in rotating or oscillating system

The amplitude of the Coriolis force depends on the moving mass Δm , its velocity \mathbf{v} in the system, and thus on the mass flow. Instead of a constant angular velocity $\boldsymbol{\omega}$, the Promass sensor uses oscillation.

The measuring tubes through which the measured material flows are brought into oscillation. The Coriolis forces produced at the measuring tubes cause a phase shift in the tube oscillations [see illustration]:

- At zero flow, in other words when the fluid is at a standstill, the two tubes oscillate in phase (1).
- Mass flow causes deceleration of the oscillation at the inlet of the tubes (2) and acceleration at the outlet (3).



The phase difference (A-B) increases with increasing mass flow. Electrodynamic sensors register the tube oscillations at the inlet and outlet.

System balance is ensured by the antiphase oscillation of the two measuring tubes. The measuring principle operates independently of temperature, pressure, viscosity, conductivity and flow profile.

Density measurement

The measuring tubes are continuously excited at their resonance frequency. A change in the mass and thus the density of the oscillating system (comprising measuring tubes and fluid) results in a corresponding, automatic adjustment in the oscillation frequency. Resonance frequency is thus a function of fluid density. The micro-processor utilises this relationship to obtain a density signal.

Temperature measurement

The temperature of the measuring tubes is determined in order to calculate the compensation factor due to temperature effects. This signal corresponds to the process temperature and is also available as an output. The temperature measurement cannot be used to generate data for invoicing in applications subject to legal metrology controls.

Measuring range in custody transfer mode

The following are example data for German PTB approval (liquids other than water).

Measuring ranges for liquids in mass flow

DN		Mass flow (liquids) Q_{min} to Q_{max}		Smallest measured quantity	
[mm]	[inch]	[kg/min]	[lbs/min]	[kg]	[lbs]
8	3/8"	1.5 to 30	3.3075 to 66.15	0.5	1.10
15	1/2"	5 to 100	11.025 to 220.5	2	4.41
25	1"	15 to 300	33.075 to 661.5	5	11.0
40	1 1/2"	35 to 700	77.175 to 1543.5	20	44.1
50	2"	50 to 1000	110.25 to 2205.0	50	110.25
80	3"	150 to 3000	330.75 to 6615.0	100	220.50
100	4"	200 to 4500	441.00 to 9922.5	200	441.00
150	6"	350 to 12000	771.75 to 26460	500	1102.5
250	10"	1500 to 35000	3307.5 to 77175	1000	2205.0

Measuring ranges for liquids in volume flow (also LPG)

DN		Volume flow (liquids) Q_{min} to Q_{max}		Smallest measured quantity	
[mm]	[inch]	[l/min]	[gal/hr]	[l]	[gal]
8	3/8"	1.5 to 30	23.76 to 475.20	0.5	0.132
15	1/2"	5 to 100	79.20 to 1584.0	2.0	0.528
25	1"	15 to 300	237.6 to 4752.0	5.0	1.320
40	1 1/2"	35 to 700	554.4 to 11088	20	5.280
50	2"	50 to 1000	792.0 to 15840	50	13.20
80	3"	150 to 3000	2376 to 47520	100	26.40
100	4"	200 to 4500	3168 to 71280	200	52.80
150	6"	350 to 12000	5544 to 190080	500	132.0
250	10"	1500 to 35000	23760 to 554400	1000	264.0



Note!

For information about the other approvals → see corresponding certificate.

Operable flow range

Over 20 : 1 for verified device

Input signal**Status input (auxiliary input), HART:**

$U = 3$ to 30 V DC, $R_i = 5$ k Ω , galvanically isolated.

Configurable for: totalizer reset, positive zero return, error message reset, zero point adjustment start.

Status input (auxiliary input), MODBUS RS485:

$U = 3$ to 30 V DC, $R_i = 3$ k Ω , galvanically isolated, switch level: ± 3 to ± 30 V DC, independent of polarity.

Configurable for: totalizer reset, positive zero return, error message reset, zero point adjustment start.

Output

Output signal	<p>Current output, HART</p> <p>Active/passive selectable, galvanically isolated, time constant selectable (0.05 to 100 s), full scale value selectable, temperature coefficient: typically 0.005% o.r./°C, resolution: 0.5 μA</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Active: 0/4 to 20 mA, $R_L < 700 \Omega$ (for HART: $R_L \geq 250 \Omega$) ■ Passive: 4 to 20 mA; supply voltage U_S 18 to 30 V DC; $R_L \geq 150 \Omega$ <p>Pulse / frequency output, HART</p> <p>For custody transfer measurement, two pulse outputs can be operated. Passive, galvanically isolated, open collector, 30 V DC, 250 mA</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Frequency output: Full scale frequency 2 to 10000 Hz ($f_{max} = 12500$ Hz), on/off ratio 1:1, pulse width max. 2 s. In "Phase-shifted pulse outputs" operating mode, the end frequency is limited to a maximum of 5000 Hz. ■ Pulse output: Pulse value and pulse polarity selectable, pulse width configurable (0.05 to 2000 ms) <p>Pulse / frequency output, MODBUS</p> <p>Active/passive selectable, galvanically isolated</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Active: 24 V DC, 25 mA (max. 250 mA during 20 ms), $R_L > 100 \Omega$ ■ Passive: Open Collector, 30 V DC, 250 mA ■ Frequency output: Full scale frequency 2 to 10000 Hz ($f_{max} = 12500$ Hz), on/off ratio 1:1, pulse width max. 2 s. ■ Pulse output: Pulse value and pulse polarity selectable, pulse width configurable (0.05 to 2000 ms) <p>MODBUS interface</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ MODBUS device type: slave ■ Address range: 1 to 247 ■ Functions codes supported: 03, 04, 06, 08, 16, 23 ■ Broadcast: supported with the function codes 06, 16, 23 ■ Physical interface: RS485 in accordance with standard EIA/TIA-485 ■ Baud rate supported: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 Baud ■ Transmission mode: RTU or ASCII ■ Response time: <ul style="list-style-type: none"> Direct data access = typically 25 to 50 ms Auto-scan buffer (data area) = typically 3 to 5 ms ■ Possible output combinations → 9
Signal on alarm	<ul style="list-style-type: none"> ■ Current output: Failsafe mode selectable (e.g. in accordance with NAMUR Recommendation NE 43). ■ Pulse/frequency output: Failsafe mode selectable. ■ Relay output: De-energised by fault or power supply failure. ■ MODBUS RS485: If an error occurs, the value NaN (not a number) is output for the process variables.
Load	See "Output signal"
Low flow cutoff	Switch points for low flow cutoff are selectable.
Galvanic isolation	All circuits for inputs, outputs, and power supply are galvanically isolated from each other.
Switching output	<p>Relay output</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ max. 30 V / 0.5 A AC; 60 V / 0.1 A DC ■ galvanically isolated ■ Normally closed (NC or break) or normally open (NO or make) contacts available (factory setting: relay 1 = NO, relay 2 = NC)

Custody transfer measurement

Promass 84 is a flowmeter suitable for custody transfer measurement for liquids (other than water) and gases.

Custody transfer variables

- Mass flow
- Volume flow
- Density

Suitability for custody transfer, metrological control, obligation to subsequent verification

Promass 84 flowmeters are usually verified on site using reference measurements. Only once it has been verified on site by the Verification Authority for legal metrology controls may the measuring device be regarded as verified and used for applications subject to legal metrology controls. The associated seal (stamp) on the measuring device ensures this status.



Caution!

Only flowmeters verified by the Verification Authorities may be used for invoicing in applications subject to legal metrology controls. For all verification processes, both the corresponding approvals and the country-specific requirements resp. regulations (e.g. such as the German Verification Act) must be observed. The owner / user of the instrument is obliged to subsequent verification.

Approval for custody transfer

The requirements of the following legal metrology authorities are taken into consideration:

- **PTB**, Germany; (www.eichamt.de)
- **METAS**, Switzerland; (www.metas.ch)
- **BEV**, Austria; (www.bev.gv.at)
- **NTEP**, USA; (www.ncwm.net)
- **MC**, Canada; (www.ic.gc.ca)

Switching on the power supply in custody transfer mode

If the device is started in custody transfer mode, for example also after a power outage, system error No. 271 "POWER BRK. DOWN" flashes on the local display. The fault message can be acknowledged or reset using the "Enter" key or by means of the status input configured accordingly.



Note!

For correct measuring operation, it is not mandatory to reset the fault message.

Verification (Example)

Type-approved measuring systems for liquids other than water are always verified at their place of deployment. For this purpose, the facility's owner-operator must make everything available when the Verification Authorities come to inspect and verify the system. This includes:

- Scales or container with a reading unit with a load or volumetric capacity that corresponds to the operation of the system at Q_{max} for one minute. The resolution of the scales display or the reading unit must be at least 0.1 % of the minimum measured quantity.
- Unit for removing the medium being measured after the totalizer to fill the scales or the container.
- Making a sufficient quantity of the medium being measured available. The quantity is derived from the operation of the system. The following rule of thumb applies - quantity at:
 - 3 × 1 minute at Q_{min} ,
 - plus 3 × 1 minute at $\frac{1}{2} Q_{max}$,
 - plus 3 × 1 minute at Q_{max} ,
 - plus adequate quantity in reserve.
- Approval certificates



Note!

All issues should be clarified in advance with the authority responsible to ensure the successful verification of the measuring system.

Setting up custody transfer mode

A detailed description of the "setting up custody transfer mode" process is provided in the Operating Instructions supplied with the device.

FLUJÓMETRO CORIOLISS ENDRESS+HAUSER PROMASS 83F



Technical Information

Proline Promass 80F, 83F

Coriolis Mass Flow Measuring System

The universal and multivariable flowmeter for liquids and gases



Application

The Coriolis measuring principle operates independently of the physical fluid properties, such as viscosity and density.

- Extremely accurate measurement of liquids and gases such as oils, lubricants, fuels, liquefied gases, solvents, foodstuffs and compressed gases
- Fluid temperatures up to +350 °C (+662°F)
- Process pressures up to 100 bar (1450 psi)
- Mass flow measurement up to 2200 t/h (80840 lb/min)

Approvals for hazardous area:

- ATEX, FM, CSA, TIS, IECEx, NEPSI

Approvals in the food industry/hygiene sector:

- 3A, FDA, EHEDG

Connection to all common process control systems:

- HART, PROFIBUS DP/PA, FOUNDATION Fieldbus, MODBUS

Relevant safety aspects:

- Secondary containment up to 40 bar (580 psi), Pressure Equipment Directive, AD 2000 SIL-2
- Purge connections or rupture disk (optional)

Your benefits

The Promass measuring devices make it possible to simultaneously record several process variables (mass/density/temperature) for various process conditions during measuring operation.

The **Proline transmitter concept** comprises:

- Modular device and operating concept resulting in a higher degree of efficiency
- Software options for batching and concentration measurement for extended range of application
- Diagnostic ability and data back-up for increased process quality

The **Promass sensors**, tried and tested in over 100000 applications, offer:

- Best performance due to PremiumCal
- Multivariable flow measurement in compact design
- Insensitivity to vibrations thanks to balanced two-tube measuring system
- Immune from external piping forces due to robust design
- Easy installation without taking inlet and outlet runs into consideration

Function and system design

Measuring principle

The measuring principle is based on the controlled generation of Coriolis forces. These forces are always present when both translational and rotational movements are superimposed.

$$F_C = 2 \cdot \Delta m \cdot (v \cdot \omega)$$

F_C = Coriolis force

Δm = moving mass

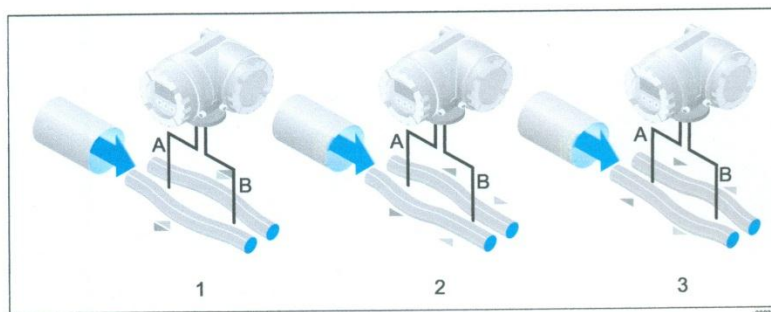
ω = rotational velocity

v = radial velocity in rotating or oscillating system

The amplitude of the Coriolis force depends on the moving mass Δm , its velocity v in the system, and thus on the mass flow. Instead of a constant angular velocity ω , the Promass sensor uses oscillation.

The measuring tubes through which the measured material flows are brought into oscillation. The Coriolis forces produced at the measuring tubes cause a phase shift in the tube oscillations (see illustration):

- At zero flow, in other words when the fluid is at a standstill, the two tubes oscillate in phase (1).
- Mass flow causes deceleration of the oscillation at the inlet of the tubes (2) and acceleration at the outlet (3).



The phase difference (A-B) increases with increasing mass flow. Electrodynamic sensors register the tube oscillations at the inlet and outlet.

System balance is ensured by the antiphase oscillation of the two measuring tubes. The measuring principle operates independently of temperature, pressure, viscosity, conductivity and flow profile.

Density measurement

The measuring tubes are continuously excited at their resonance frequency. A change in the mass and thus the density of the oscillating system (comprising measuring tubes and fluid) results in a corresponding, automatic adjustment in the oscillation frequency. Resonance frequency is thus a function of fluid density. The microprocessor utilizes this relationship to obtain a density signal.

Temperature measurement

The temperature of the measuring tubes is determined in order to calculate the compensation factor due to temperature effects. This signal corresponds to the process temperature and is also available as an output.

Input

Measured variable

- Mass flow (proportional to the phase difference between two sensors mounted on the measuring tube to register a phase shift in the oscillation)
- Fluid density (proportional to resonance frequency of the measuring tube)
- Fluid temperature (measured with temperature sensors)

Measuring range

Measuring ranges for liquids

DN		Range for full scale values (liquids) $\dot{m}_{\min(F)}$ to $\dot{m}_{\max(F)}$	
[mm]	[inch]	[kg/h]	[lb/min]
8	3/8"	0 to 2000	0 to 73.5
15	1/2"	0 to 6500	0 to 238
25	1"	0 to 18000	0 to 660
40	1 1/2"	0 to 45000	0 to 1650
50	2"	0 to 70000	0 to 2570
80	3"	0 to 180000	0 to 6600
100	4"	0 to 350000	0 to 12860
150	6"	0 to 800000	0 to 29400
250	10"	0 to 2200000	0 to 80840

Measuring ranges for gases

The full scale values depend on the density of the gas. Use the formula below to calculate the full scale values:

$$\dot{m}_{\max(G)} = \dot{m}_{\max(F)} \cdot \rho_{(G)} \div x \text{ [kg/m}^3 \text{ (lb/ft}^3\text{)]}$$

$$\dot{m}_{\max(G)} = \text{max. full scale value for gas [kg/h (lb/min)]}$$

$$\dot{m}_{\max(F)} = \text{max. full scale value for liquid [kg/h (lb/min)]}$$

$$\rho_{(G)} = \text{gas density in [kg/m}^3 \text{ (lb/ft}^3\text{)] under process conditions}$$

DN		X	DN		X
[mm]	[inch]		[mm]	[inch]	
8	3/8"	60	80	3"	110
15	1/2"	80	100	4"	130
25	1"	90	150	6"	200
40	1 1/2"	90	250	10"	200
50	2"	90			

Here, $\dot{m}_{\max(G)}$ can never be greater than $\dot{m}_{\max(F)}$

Calculation example for gas:

- Sensor type: Promass F, DN 50
- Gas: air with a density of 60.3 kg/m³ (at 20 °C and 50 bar)
- Measuring range (liquid): 70 000 kg/h
- x = 90 (for Promass F DN 50)

Max. possible full scale value:

$$\dot{m}_{\max(G)} = \dot{m}_{\max(F)} \cdot \rho_{(G)} \div x \text{ [kg/m}^3\text{]} = 70\,000 \text{ kg/h} \cdot 60.3 \text{ kg/m}^3 \div 90 \text{ kg/m}^3 = 46\,900 \text{ kg/h}$$

Recommended measuring ranges:

See information in the "Limiting flow" Section → 23

Operable flow range	Greater than 1000 :1. Flow rates above the preset full scale value do not overload the amplifier, i.e. the totalizer values are registered correctly.
Input signal	<p>Status input (auxiliary input) $U = 3$ to 30 V DC, $R_i = 5$ kΩ, galvanically isolated. Configurable for: totalizer reset, positive zero return, error message reset, zero point adjustment start, batching start/stop (optional), totalizer reset for batching (optional).</p> <p>Status input (auxiliary input) with PROFIBUS DP $U = 3$ to 30 V DC, $R_i = 3$ kΩ, galvanically isolated. Switch level: ± 3 to ± 30 V DC, independent of polarity. Configurable for: positive zero return, error message reset, zero point adjustment start, batching start/stop (optional), totalizer reset for batching (optional).</p> <p>Status input (auxiliary input) with MODBUS RS485 $U = 3$ to 30 V DC, $R_i = 3$ kΩ, galvanically isolated. Switch level: ± 3 to ± 30 V DC, independent of polarity. Configurable for: totalizer reset, positive zero return, error message reset, zero point adjustment start.</p> <p>Current input (only Promass 83) Active/passive selectable, galvanically isolated, resolution: 2 μA ■ Active: 4 to 20 mA, $R_L < 700$ Ω, $U_{out} = 24$ V DC, short-circuit proof ■ Passive: 0/4 to 20 mA, $R_i = 150$ Ω, $U_{max} = 30$ V DC</p>

Output

Output signal

Promass 80

Current output

Active/passive selectable, galvanically isolated, time constant selectable (0.05 to 100 s), full scale value selectable, temperature coefficient: typically 0.005% o.f.s./°C, resolution: 0.5 μ A

- Active: 0/4 to 20 mA, $R_L < 700 \Omega$ (for HART: $R_L \geq 250 \Omega$)
- Passive: 4 to 20 mA; supply voltage U_S 18 to 30 V DC; $R_L \geq 150 \Omega$

Pulse/frequency output

Passive, open collector, 30 V DC, 250 mA, galvanically isolated.

- Frequency output: full scale frequency 2 to 1000 Hz ($f_{max} = 1250$ Hz), on/off ratio 1:1, pulse width max. 2 s
- Pulse output: pulse value and pulse polarity selectable, pulse width configurable (0.5 to 2000 ms)

PROFIBUS PA interface

- PROFIBUS PA in accordance with EN 50170 Volume 2, IEC 61158-2 (MBP), galvanically isolated
- Profile Version 3.0
- Current consumption: 11 mA
- Permitted supply voltage: 9 to 32 V
- Bus connection with integrated reverse polarity protection
- Error current FDE (Fault Disconnection Electronic) = 0 mA
- Data transmission rate: 31.25 kBit/s
- Signal encoding: Manchester II
- Function blocks: 4 \times Analog Input, 2 \times Totalizer
- Output data: Mass flow, Volume flow, Density, Temperature, Totalizer
- Input data: Positive zero return (ON/OFF), Zero point adjustment, Measuring mode, Totalizer control
- Bus address can be configured via miniature switches or via the local display (optional)

Promass 83

Current output

Active/passive selectable, galvanically isolated, time constant selectable (0.05 to 100 s), full scale value selectable, temperature coefficient: typically 0.005% o.f.s./°C, resolution: 0.5 μ A

- Active: 0/4 to 20 mA, $R_L < 700 \Omega$ (for HART: $R_L \geq 250 \Omega$)
- Passive: 4 to 20 mA; supply voltage U_S 18 to 30 V DC; $R_L \geq 150 \Omega$

Pulse/frequency output

active/passive selectable, galvanically isolated

- Active: 24 V DC, 25 mA (max. 250 mA during 20 ms), $R_L > 100 \Omega$
- Passive: open collector, 30 V DC, 250 mA
- Frequency output:
 - full scale frequency 2 to 10000 Hz ($f_{max} = 12500$ Hz), on/off ratio 1:1, pulse width max. 2 s
- Pulse output:
 - pulse value and pulse polarity selectable, pulse width configurable (0.05 to 2000 ms)

PROFIBUS DP interface

- PROFIBUS DP in accordance with EN 50170 Volume 2
- Profile Version 3.0
- Data transmission rate: 9.6 kBaud to 12 MBaud
- Automatic data transmission rate recognition
- Signal encoding: NRZ Code
- Function blocks: 6 \times Analog Input, 3 \times Totalizer
- Output data: Mass flow, Volume flow, Corrected volume flow, Density, Reference density, Temperature, Totalizers 1 to 3
- Input data: Positive zero return (ON/OFF), Zero point adjustment, Measuring mode, Totalizer control
- Bus address can be configured via miniature switches or via the local display (optional)
- Available output combination \rightarrow 12

TRANSMISOR DE PRESION ENDRESS+HAUSER CERABAR PMP71



Technical Information

Cerabar S PMC71, PMP71, PMP75

Process pressure measurement

Pressure transmitter with ceramic and metal sensors

Overload-resistant and function-monitored; Communication via HART, PROFIBUS PA or FOUNDATION Fieldbus



Application

The Cerabar S pressure transmitter is used for the following measuring tasks:


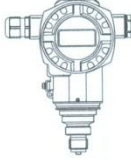

- Absolute pressure and gauge pressure in gases, steams or liquids in all areas of process engineering and process measurement technology
- Level, volume or mass measurements in liquids
- High process temperature
 - without diaphragm seals up to 150 °C (302 °F)
 - with typical diaphragm seals up to 400 °C (752 °F)
- High pressure up to 700 bar (10500 psi)
- MID part certificate as per OIML R117-1 Edition 2007 (E) and EN 12405-1/A1 Edition 2006
- International usage thanks to a wide range of approvals

Your benefits

- Very good reproducibility and long-term stability
- High reference accuracy: up to $\pm 0.075\%$, as PLATINUM version: $\pm 0.05\%$
- Turn down up to 100:1, higher on request
- Used for process pressure monitoring up to SIL3, certified to IEC 61508 by TÜV SÜD
- HistoROM®/M-DAT memory module
- Function-monitored from the measuring cell to the electronics
- Continuous modularity for differential pressure, hydrostatics and pressure (Deltabar S – Deltapilot S – Cerabar S), e.g.
 - replaceable display
 - universal electronics
- Quick commissioning with Quick Setup menu
- Menu-guided operation
- Extensive diagnostic functions
- Device versions compliant with ASME-BPE
- Usage in drinking water: NSF

Function and system design

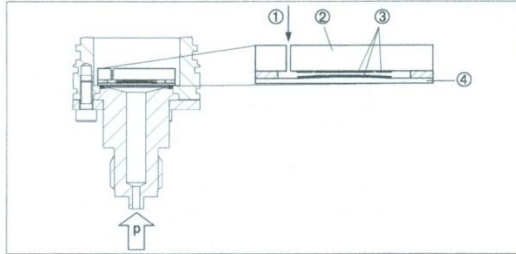
Device selection

Cerabar S – Product family	 <p style="text-align: center; font-size: small;">P01-PMC71xxx-10-xx-xx-xx-000</p> <p>With capacitance measuring cell and ceramic process isolating diaphragm (Ceraphire®)</p>	 <p style="text-align: center; font-size: small;">P01-PMP71xxx-10-xx-xx-xx-000</p> <p>With piezoresistive measuring cell and metallic welded process isolating diaphragm</p>	 <p style="text-align: center; font-size: small;">P01-PMP75xxx-10-xx-xx-xx-000</p> <p>With diaphragm seal</p>
Field of application	– Gauge pressure and absolute pressure – Level		
Process connections	– Diverse thread – DN 25 – DN 80 – ANSI 1 1/2" – 4" – JIS 50 A – 100 A	– Diverse thread – DN 25 – DN 80 – ANSI 1 1/2" – 4" – JIS 25 A – 100 A – Oval flange adapter – Prepared for diaphragm seal mount	– Wide range of diaphragm seals
Measuring ranges	From –100/0 to 100 mbar (–1.5/0 to 1.5 psi) to –1/0 to 40 bar (–15/0 to 600 psi)	From –100/0 to 100 mbar (–1.5/0 to 1.5 psi) to –1/0 to 700 bar (–15/0 to 10500 psi)	From –400/0 to 400 mbar (–6/0 to 6 psi) to –1/0 to 400 bar (–15/0 to 6000 psi)
OPL ¹⁾	Max. 60 bar (900 psi)	Max. 1050 bar (15750 psi)	Max. 600 bar (9000 psi)
Process temperature range	–25 to +125 °C (–13 to +257 °F) –20 to +150 °C (–4 to 302 °F) ²⁾	–40 to +125 °C (–40 to +257 °F)	–70 to 400 °C (–94 to 752 °F) Dependent on the filling oil
Ambient temperature range	<ul style="list-style-type: none"> ■ Without LCD display: –40 to +85 °C (–40 to +185 °F)³⁾ ■ With LCD display: –20 to +70 °C (–4 to +158 °F) ■ Separate housing: –20 to +50 °C (–4 to +122 °F) ■ Diaphragm seal systems depending on the version 		
Reference accuracy	– Up to ±0.075 % of the set span – PLATINUM version: up to ±0.05 % of the set span		Up to ±0.075 % of the set span
Supply voltage	– Version for non-hazardous areas: 10.5 to 45 V DC – Ex ia: 10.5 to 30 V DC		
Output	4 to 20 mA with superimposed HART protocol, PROFIBUS PA or FOUNDATION Fieldbus		
Options	– PMP71, PMP75: gold-rhodium coated process isolating diaphragm – PMP71, PMP75: NACE-compliant materials – PMC71, PMP71, PMP75: inspection certificate 3.1 – HistoROM®/M-DAT memory module – Separate housing		
Specialties	– Metal-free measurement with PVDF connection – Special cleaning of the transmitter to remove paint-wetting substances, for use in paint shops	– Process connections with minimum oil volume – Gas-tight, elastomer-free	– Wide range of diaphragm seals – For high media temperatures – Process connections with minimum oil volume – Completely welded versions

- 1) OPL: over pressure limit; dependent on the lowest-rated element, with regard to pressure, of the selected components
- 2) High-temperature version "T" for feature 100 "Additional option 1" or for feature 110 "Additional option 2"
- 3) PMP71 and PMP75: lower temperatures on request

Measuring principle

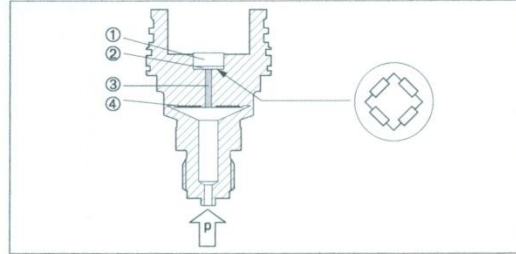
Ceramic process isolating diaphragm used for PMC71 (Ceraphire®)



Ceramic sensor

- 1 Air pressure (gauge pressure sensors)
- 2 Ceramic substrate
- 3 Electrodes
- 4 Ceramic process isolating diaphragm

Metallic process isolating diaphragm used for PMP71 and PMP75



Metal sensor

- 1 Silicon measuring element, substrate
- 2 Wheatstone bridge
- 3 Channel with fill fluid
- 4 Metallic process isolating diaphragm

Ceramic process isolating diaphragm used for PMC71 (Ceraphire®)

The ceramic sensor is a dry sensor, i.e. the process pressure acts directly on the robust ceramic process isolating diaphragm and deflects it. A pressure-dependent change in capacitance is measured at the electrodes of the ceramic substrate and the process isolating diaphragm. The measuring range is determined by the thickness of the ceramic process isolating diaphragm.

Advantages:

- Guaranteed overload resistance up to 40 times the nominal pressure (see column "OPL" in table on Page 7)
- Thanks to ultrapure 99.9% ceramic (Ceraphire®, see also "www.endress.com/ceraphire")
 - extremely high chemical stability, comparable with Alloy
 - less relaxation
 - high mechanical stability
- Suitable for vacuums
- Secondary containment for enhanced integrity
- Process temperatures up to 150 °C (302 °F)

Metallic process isolating diaphragm used for PMP71 and PMP75

PMP71

The operating pressure deflects the process isolating diaphragm and a fill fluid transfers the pressure to a resistance bridge (semiconductor technology). The pressure-dependent change in the bridge output voltage is measured and evaluated.

Advantages:

- Can be used for process pressures up to 700 bar (10500 psi) absolute pressure
- High long-term stability
- Guaranteed overload resistance up to 4 times the nominal pressure
- Secondary containment for enhanced integrity
- Significantly less thermal effect compared to diaphragm seal systems

PMP75

The operating pressure acts on the process isolating diaphragm of the diaphragm seal and is transferred to the process isolating diaphragm of the sensor by a diaphragm seal fill fluid. The process isolating diaphragm is deflected and a fill fluid transfers the pressure to a resistance measuring bridge. The pressure-dependent change in the bridge output voltage is measured and evaluated.

Advantages:

- Depending on the version, can be used for process pressures up to 400 bar (6000 psi) and extreme process temperatures
- High long-term stability
- Guaranteed overload resistance up to 4 times the nominal pressure
- Secondary containment for enhanced integrity

PMP71 and PMP75 – metallic process isolating diaphragm for gauge pressure

Nominal value	Range limit		Smallest calibratable span ⁵	MWP ¹	OPL ²	Vacuum resistance ³ Silicone oil/ Inert oil	Versions in the order code ⁴
	lower (LRL) [bar (psi)]	upper (URL) [bar (psi)]					
400 mbar (6 psi)	-0.4 (-6)	+0.4 (+6)	0.005 (0.075)	4 (60)	6 (90)	0.01/0.04 (0.15/0.6)	1F
1 bar (15 psi)	-1 (-15)	+1 (+15)	0.01 (0.15)	6.7 (100)	10 (150)		1H
2 bar (30 psi)	-1 (-15)	+2 (+30)	0.02 (0.3)	13.3 (200)	20 (300)		1K
4 bar (60 psi)	-1 (-15)	+4 (+60)	0.04 (0.6)	18.7 (280.5)	28 (420)		1M
10 bar (150 psi)	-1 (-15)	+10 (+150)	0.1 (1.5)	26.7 (400.5)	40 (600)		1P
40 bar (600 psi)	-1 (-15)	+40 (+600)	0.4 (6)	100 (1500)	160 (2400)		1S
100 bar (1500 psi)	-1 (-15)	+100 (+1500)	1.0 (15)	100 (1500)	400 (6000)		1U
400 bar (6000 psi)	-1 (-15)	+400 (+6000)	4.0 (60)	400 (6000)	600 (9000)		1W
700 bar (10500) ⁶	-1 (-15)	+700 (+10500)	7.0 (105)	700 (10500)	1050 (15750)		1X

PMP71 and PMP75 – metallic process isolating diaphragm for absolute pressure

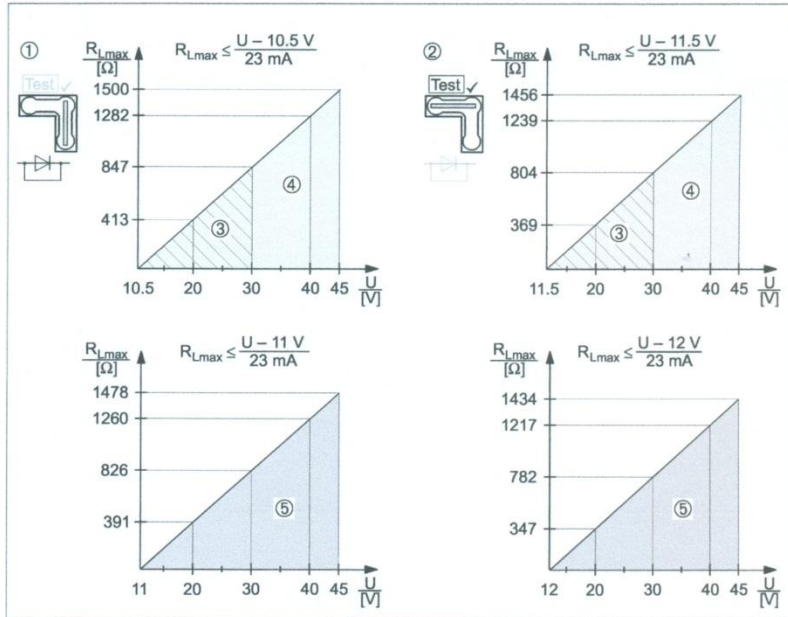
Nominal value	Range limit		Smallest calibratable span ⁵	MWP ¹	OPL ²	Vacuum resistance ³ Silicone oil/ Inert oil	Versions in the order code ⁴
	lower (LRL) [bar _{abs}]	upper (URL) [bar _{abs}]					
400 mbar (6 psi)	0	+0.4 (+6)	0.005 (0.075)	4 (60)	6 (90)	0.01/0.04 (0.15/0.6)	2F
1 bar (15 psi)	0	+1 (+15)	0.01 (0.15)	6.7 (100)	10 (150)		2H
2 bar (30 psi)	0	+2 (+30)	0.04 (0.6)	13.3 (200)	20 (300)		2K
4 bar (60 psi)	0	+4 (+60)	0.04 (0.6)	18.7 (280.5)	28 (420)		2M
10 bar (150 psi)	0	+10 (+150)	0.1 (1.5)	26.7 (400.5)	40 (600)		2P
40 bar (600 psi)	0	+40 (+600)	0.4 (6)	100 (1500)	160 (2400)		2S
100 bar (1500 psi)	0	+100 (+1500)	1.0 (15)	100 (1500)	400 (6000)		2U
400 bar (6000 psi)	0	+400 (+6000)	4.0 (60)	400 (6000)	600 (9000)		2W
700 bar (10500) ⁶	0	+700 (+10500)	7.0 (105)	700 (10500)	1050 (15750)		2X

- 1) The MWP (maximum working pressure) for the measuring device depends on the lowest-rated element, with regard to pressure, of the selected components, i.e. the process connection (→ 33 ff) has taken into consideration in addition to the measuring cell (→ see Table above). Also observe pressure-temperature dependency. For the appropriate standards and further information, see → 32, "Pressure specifications" section.
- 2) OPL: over pressure limit depends on the lowest-rated element, with regard to pressure, of the selected components.
- 3) The vacuum resistance applies for the measuring cell under reference operating conditions. The pressure and temperature application limits of the selected filling oil must also be observed for the PMP75. → 75, "Filling oil" section.
- 4) Version in the order code → 79 ff, feature 40 "Sensor range; Sensor over pressure limit (= OPL)"
- 5) Turn down > 100:1 on request or can be set at the device
- 6) PMP71 only, PMP75 on request

Output

Output signal	<ul style="list-style-type: none"> ■ 4 to 20 mA with superimposed digital communication protocol HART 5.0, 2-wire ■ Digital communication signal PROFIBUS PA (Profile 3.0), 2-wire <ul style="list-style-type: none"> – signal coding: Manchester Bus Powered (MBP): Manchester II – data transmission rate: 31.25 KBit/s voltage mode ■ Digital communication signal FOUNDATION Fieldbus, 2-wire <ul style="list-style-type: none"> – signal coding: Manchester Bus Powered (MBP): Manchester II – data transmission rate: 31.25 KBit/s voltage mode
Signal range – 4 to 20 mA HART	3.8 mA to 20.5 mA
Signal on alarm	<p>As per NAMUR NE43</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 4 to 20 mA HART <ul style="list-style-type: none"> Options: <ul style="list-style-type: none"> – Max. alarm*: can be set from 21 to 23 mA – Hold measured value: last measured value is held – Min. alarm: 3.6 mA * Factory setting: 22 mA ■ PROFIBUS PA: can be set in the Analog Input block, <ul style="list-style-type: none"> Options: Last Valid Out Value, Fsafe Value (factory setting), Status Bad ■ FOUNDATION Fieldbus: can be set in the Analog Input block, <ul style="list-style-type: none"> Options: Last Good Value, Fail Safe Value (factory setting), Wrong Value

Load – 4 to 20 mA HART



Load diagram, observe the position of the jumper and the explosion protection (→ See also Page 18, "Measuring a 4 to 20 mA test signal" section.)

- 1 Jumper for 4 to 20 mA test signal set to "Non-test" position
 - 2 Jumper for 4 to 20 mA test signal set to "Test" position
 - 3 Power supply 10.5 (11.5) to 30 V DC for 1/2 G, 1 GD, 1/2 GD, FM IS, CSA IS, IECEx ia, NEPSI Ex ia
 - 4 Power supply 10.5 (11.5) to 45 V DC for devices for non-hazardous areas, 1/2 D, 1/3 D, 2 G Ex d, 3 G Ex nA, FM XP, FM DIP, FM NI, CSA XP, CSA dust ignition proof, NEPSI Ex d
 - 5 Power supply 11 (12) to 45 V DC for PMC71, Ex d[ia], NEPSI Ex d[ia]
- R_{Lmax} Maximum load resistance
 U Supply voltage

SENSOR DE TEMPERATURA ENDRESS+HAUSER RTD THERMOMETER TR66



Technical Information

Omnigrad S TR66, TC66

Modular Thermometer

TR66 with resistance insert (RTD)

TC66 with thermocouple insert (TC)

Explosion-protected, barstock thermowell, with thread or flange



Application

- Heavy duty applications
- Oil & Gas processing industry
- Measuring range:
 - Resistance insert (RTD):
–200 to 600 °C (–328 to 1 115 °F)
 - Thermocouple (TC):
–40 to 1 100 °C (–40 to 2012 °F)
- Static pressure range up to 100 bar (1 450 psi)
- Protection class: IP66/67

Head transmitters

All Endress+Hauser transmitters are available with enhanced accuracy and reliability compared to directly wired sensors. Easy customizing by choosing one of the following outputs and communication protocols:

- Analog output 4 to 20 mA
- HART®
- PROFIBUS® PA
- FOUNDATION Fieldbus™

Your benefits

- High degree of flexibility thanks to modular design with standard terminal heads as per DIN EN 50446 and customer-specific immersion lengths
- High degree of insert compatibility and design as per DIN 43772
- Extension neck, nipple union version, to protect the head transmitter from overheating
- Types of protection for use in hazardous locations:
 - Intrinsic Safety (Ex ia)
 - Flameproof (Ex d)
 - Non-sparking (Ex nA)
 - Dust ignition proof (protection by enclosure)

Function and system design

Measuring principle

Resistance thermometer (RTD)

These resistance thermometers use a Pt100 temperature sensor according to IEC 60751. The temperature sensor is a temperature-sensitive platinum resistor with a resistance of 100 Ω at 0 °C (32 °F) and a temperature coefficient $\alpha = 0.003851 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

There are generally two different kinds of platinum resistance thermometers:

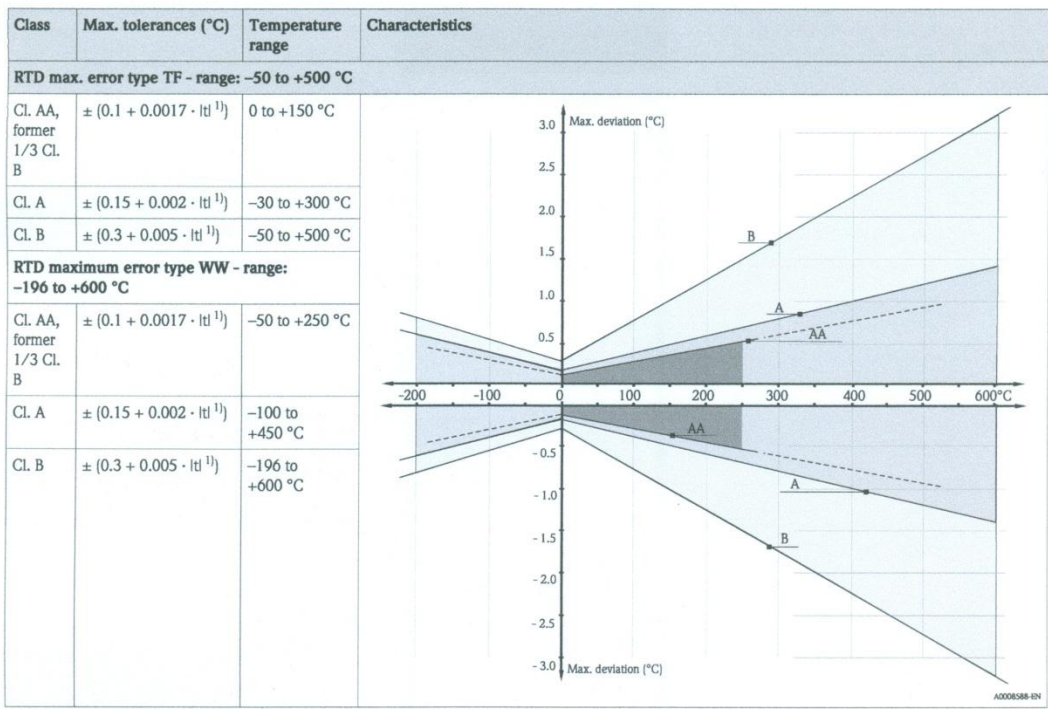
- **Wire wound (WW):** Here, a double coil of fine, high-purity platinum wire is located in a ceramic support. This is then sealed top and bottom with a ceramic protective layer. Such resistance thermometers not only facilitate very reproducible measurements but also offer good long-term stability of the resistance/temperature characteristic within temperature ranges up to 600 °C (1 112 °F). This type of sensor is relatively large in size and it is comparatively sensitive to vibrations.
- **Thin film platinum resistance thermometers (TF):** A very thin, ultrapure platinum layer, approx. 1 μm thick, is vaporized in a vacuum on a ceramic substrate and then structured photolithographically. The platinum conductor paths formed in this way create the measuring resistance. Additional covering and passivation layers are applied and reliably protect the thin platinum layer from contamination and oxidation, even at high temperatures.

The primary advantages of thin film temperature sensors over wire wound versions are their smaller sizes and better vibration resistance. A relatively low principle-based deviation of the resistance/temperature characteristic from the standard characteristic of IEC 60751 can frequently be observed among TF sensors at high temperatures. As a result, the tight limit values of tolerance category A as per IEC 60751 can only be observed with TF sensors at temperatures up to approx. 300 °C (572 °F). For this reason, thin-film sensors are generally only used for temperature measurements in ranges below 400 °C (932 °F).

Thermocouples (TC)

Thermocouples are comparatively simple, robust temperature sensors which use the Seebeck effect for temperature measurement: if two electrical conductors made of different materials are connected at a point, a weak electrical voltage can be measured between the two open conductor ends if the conductors are subjected to a thermal gradient. This voltage is called thermoelectric voltage or electromotive force (emf.). Its magnitude depends on the type of conducting materials and the temperature difference between the "measuring point" (the junction of the two conductors) and the "cold junction" (the open conductor ends). Accordingly, thermocouples primarily only measure differences in temperature. The absolute temperature at the measuring point can be determined from these if the associated temperature at the cold junction is known or is measured separately and compensated for. The material combinations and associated thermoelectric voltage/temperature characteristics of the most common types of thermocouple are standardized in the IEC 60584 and ASTM E230/ANSI MC96.1 standards.

Accuracy RTD resistance thermometer as per IEC 60751



1) |t| = absolute value °C

i In order to obtain the maximum tolerances in °F, the results in °C must be multiplied by a factor of 1.8.

Permissible deviation limits of thermoelectric voltages from the standard characteristic for thermocouples as per IEC 60584 or ASTM E230/ANSI MC96.1:

Standard	Type	Standard tolerance		Special tolerance	
		Class	Deviation	Class	Deviation
IEC 60584	J (Fe-CuNi)	2	± 2.5 °C (-40 to 333 °C) $\pm 0.0075 t ^{1.1}$ (333 to 750 °C)	1	± 1.5 °C (-40 to 375 °C) $\pm 0.004 t ^{1.1}$ (375 to 750 °C)
		2	± 2.5 °C (-40 to 333 °C) $\pm 0.0075 t ^{1.1}$ (333 to 1 200 °C)	1	± 1.5 °C (-40 to 375 °C) $\pm 0.004 t ^{1.1}$ (375 to 1 000 °C)

1) |t| = absolute value °C

Standard	Type	Standard tolerance		Special tolerance	
		Deviation, the larger respective value applies			
ASTM E230/ANSI MC96.1	J (Fe-CuNi)	± 2.2 K or $\pm 0.0075 t ^{1.1}$ (0 to 760 °C)		± 1.1 K or $\pm 0.004 t ^{1.1}$ (0 to 760 °C)	
		± 2.2 K or $\pm 0.02 t ^{1.1}$ (-200 to 0 °C) ± 2.2 K or $\pm 0.0075 t ^{1.1}$ (0 to 1 260 °C)		± 1.1 K or $\pm 0.004 t ^{1.1}$ (0 to 1 260 °C)	

1) |t| = absolute value °C

Material

Extension neck, thermowell, insert

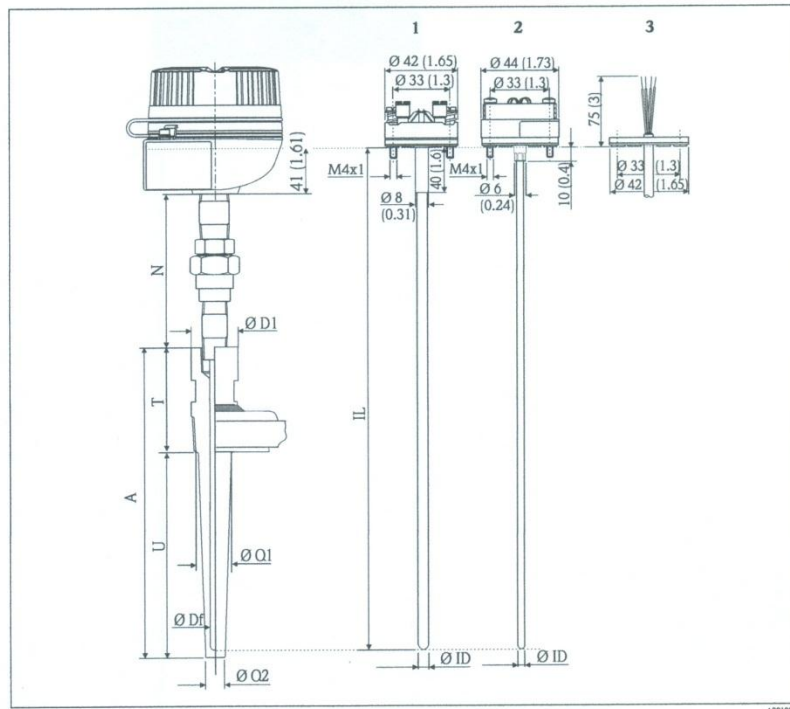
The temperatures for continuous operation specified in the following table are only intended as reference values for use of the various materials in air and without any significant compressive load. The maximum operation temperatures are reduced considerably in some cases where abnormal conditions such as high mechanical load occur or in aggressive media.

Material name	Short form	Recommended max. temperature for continuous use in air	Properties
AISI 316/1.4401	X5CrNiMo 17-12-2	650 °C (1 202 °F) ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ■ Austenitic, stainless steel ■ High corrosion resistance in general ■ Particularly high corrosion resistance in chlorine-based and acidic, non-oxidizing atmospheres through the addition of molybdenum (e.g. phosphoric and sulfuric acids, acetic and tartaric acids with a low concentration)
AISI 316L/ 1.4404	X2CrNiMo17-12-2	650 °C (1 202 °F) ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ■ Austenitic, stainless steel ■ High corrosion resistance in general ■ Particularly high corrosion resistance in chlorine-based and acidic, non-oxidizing atmospheres through the addition of molybdenum (e.g. phosphoric and sulfuric acids, acetic and tartaric acids with a low concentration) ■ Increased resistance to intergranular corrosion and pitting ■ Compared to 1.4404, 1.4435 has even higher corrosion resistance and a lower delta ferrite content
AISI 316Ti/ 1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	700 °C (1 292 °F) ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ■ Properties comparable to AISI316L ■ Addition of titanium means increased resistance to intergranular corrosion even after welding ■ Broad range of uses in the chemical, petrochemical and oil industries as well as in coal chemistry ■ Can only be polished to a limited extent, titanium streaks can form
AISI A105/1.0460	C22.8	450 °C (842 °F)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Heat-resistant steel ■ Resistant in nitrogen-containing atmospheres and atmospheres that are low in oxygen; not suitable for acids or other aggressive media ■ Often used in steam generators, water and steam pipes, pressure vessels
Inconel600/ 2.4816	NiCr15Fe	1 100 °C (2 012 °F)	<ul style="list-style-type: none"> ■ A nickel/chromium alloy with very good resistance to aggressive, oxidizing and reducing atmospheres, even at high temperatures ■ Resistance to corrosion caused by chlorine gases and chlorinated media as well as many oxidizing mineral and organic acids, sea water etc. ■ Corrosion from ultrapure water ■ Not to be used in sulfur-containing atmospheres

1) Can be used to a limited extent up to 800 °C (1 472 °F) for low compressive loads and in non-corrosive media. Please contact your Endress+Hauser sales team for further information.

Design

All dimensions in mm (in).



4 Dimensions of the Omnigrad S TX66

- 1 Insert with mounted terminal block
- 2 Insert with head transmitter mounted
- 3 Insert with flying leads
- ID Insert diameter
- N Extension neck length
- T Thermowell lagging
- A Thermowell length
- U Immersion length
- IL Insertion length
- Ø D1 Thermowell diameter at the thermometer connection
- Ø Df Thermowell internal diameter
- Ø Q1 Thermowell external diameter at the flange or thread connection
- Ø Q2 Thermowell tip external diameter

The thermowell is the component of the thermometer that must tolerate most of the mechanical stress transmitted by the process. It is made from a round bar and supplied in different materials and dimensions, according to the chemical/physical characteristics of the process: corrosion, temperature, pressure and speed of the fluid.

The thermowell consists of three parts:

- The lagging, usually with a cylindrical shape and standard diameters of 30 or 35 mm (1.18 or 1.38 in) and lengths of 70/100 mm (2.76/3.94 in), represents the external part of the thermowell and is connected with the terminal head by means of a neck (usually a nipple, type N or nipple-union-nipple, type NUN).
- The immersed part (identified as U), with a conical or cylindrical shape is situated next to the process connection in direct contact with the process fluid. The standard diameter (Ø Q1) below the fitting is 20 or 25 mm (0.79 or 0.98 in).
- The threaded or flanged process connection is the part inserted between the extension and the immersed part and guarantees the mechanical and hydraulic sealing of the assembly and plant.

ELIMINADOR DE VAPORES



DESIGN DATA- VERTICAL CENTRIFUGAL GAS SEPARATOR WITH AUTOMATIC AIR VENTING VALVE											
EQUIPMENT: FABR. VERTICAL CENTRIFUGAL GAS SEPARATOR TYPE CGS 250 WITH PILOT & FLOAT									QTY.		
AUTOMATIC AIR VENT TYPE AV125,3"NPS INLET, 3"NPS OUTLET,WITH BOLTED COVER, PR CLASS 300#									PERU/3 NOS		
TYPE: VERTICAL FABRICATED CENTRIFUGAL TYPE CGS FOR DEAERATING 90.2 M3/HR OF LPG											
MODEL NO :	CGS -	250	3	"NPS	x	3	"NPS	A300	10	AV125	A
INLET SIZE/ PR. RATING :	3			"NPS	A300			OUTLET SIZE/PR.RATING:	3 "NPS A300		
SERVICE FLUID:	LPG			DENSITY:	535.00 KG/M3			VISC:	0.113 Cp		
FLOW RATE:	20.63 - 90.2 MIN/MAX			M3/HR	CGS SIZE (TOTAL VOL.):			250			
OPERATING PRESSURE:	3.5 - 13.7			KG/CM2G	Kvs VALUE			400			
DESIGN PRESSURE:	22.00			KG/CM2G	VISC.FACTOR CV :			1.00			
HYDROTEST PRESSURE:	33.0			KG/CM2G	EFFECTIVE VOLUME (LIT)			140.0			
OPERATING TEMP:	4.5 - 30.0			DEG. C	PRESSURE CLASS			CLASS 300#			
DESIGN TEMP:	(-)10 - 50.0			DEG. C	COVER TYPE			BOLTED COVER			
PR. DROP CLEAN:	0.0120			KG/CM2G	MAX.PERMISSIBLE FLOW			1680 LPM			
RETENTION TIME REQD:	5.00			SECS	RETENTION TIME PROVIDED			5.5876 SECS			
FLOW AREA IN SHELL	0.1528			M2	FLOW VELOCITY IN SHELL			0.1640 M/SEC			
SEPARATION OF :	AIR/ VAPOR			CORROSION ALLOWANCE:	3.0			MM			
AIR VENT DETAILS		TYPE		AV125		MATERIAL: SS316 BODY/VITON SEAL					
NO.X AIR VENTS		1		NOS. X AV125		PILOT & FLOAT WITH COUNTERWEIGHT					
ORIFICE SIZE		15		MM		FREE AIR DISCH. CAPACITY		6.624		M3/Min	
PIPELINE INLET AREA:		0.007417		M2		PIPE OD		114.3		X THK. 8.560 MM	
EXPANDER AREA:		0.007417		M2		EXP. OD		114.3		X THK. 8.560 MM	
FLOW DIRECTION :		RIGHT HAND SPIN (SEE TECH.MANUAL)				MIN d1 =		0.126631574			
VELOCITY AT INLET:		3.378006 M/SEC				VELOCITY AT OUTLET:		3.378006 M/SEC			
ADDITIONAL PR. DROP AT INLET EXPANDER (IF APPL.) :		0.028167				KG/CM2D					
ADDITIONAL PR. DROP AT OUTLET REDUCER (IF APPL.) :		0.015558				KG/CM2D					
TOTAL PR. DROP ACROSS GAS SEPARATOR		0.055754				KG/CM2D					
NOTE: FOR EFFECTIVE AIR ELIMINATION A MINIMUM SYSTEM BACKPRESSURE OF 0.5 BAR IS REQUIRED											
DETAILS OF AIR VENT & COUNTERWEIGHT											
AIR VENT		TYPE		PILOT & FLOAT WITH COUNTERWEIGHT				ORIFICE SIZE:		15 MM	
		MODEL		AV125		MOC: BODY/INTERNAL/SEAL :		CS / SS 316 / VITON			
		LOCATION OF AIR VENT :		INTERNAL		COUNTERWEIGHT=		743 gm			
YES		LOCATION :		INTERNAL		FREE AIR DISCH.CAPACITY:		6.623895942		M3 /MIN.	
		BALL DIA :		100		MM THICKNESS =		2.5		MM BALL WEIGHT = 586.3378 gm	
		BALL VOL. =		523.625		CM3 BALL DENS. =		1.11976661		GM/CM3 APP. WT. = 62.71279 GM	
		APP.WT. IN WATER =		62.71279		GM APP. WT IN PROCESS FLUID =		306.1984181		GM	
		REQD.BUYOY. FORCE =		446.2681		GM ADDL. COUNTERWEIGHT		743.7802		GM	
		ADD.BUOY.FORCE FOR 50%FLOAT =		140.0696875		GM MECH. ADVANTAGE =		0.6			
PAINTING SPECN : 1 COAT OF Zn PHOSPHATE PRIMER (MIN. DFT 40 MICRONS) +1 COATS OF HI-BUILD MIO(70 MICRONS) +FINAL COAT OF POLYURETHANE(PU) PAINT(40 MIC.) . TOTAL DFT 150 MICRONS .											
EMPTY WEIGHT:		359		KGS		TEST WEIGHT:		632		KGS	
WIND MOMENT:		292.6587		Kg m		SURFACE AREA OF VESSEL :		4.316314434		SQ.MTRS.	
VESSEL DESIGN CODE: ASME SEC. VIII DIV. 1 - 2010											
RADIOGRAPHY: FULL AS DEFINED IN ASME SEC. VIII DIV.1											
HEAT TREATMENT: AS PER UCS -56 OF ASME SEC VIII DIV.1(IF APPLICABLE)											
NOZZ.& ACC.:		COVER		DRAIN		VENT		DP GAUGE		TRV	
NOZZ.CONFIG.		6"NPS BOLTED		1"NPS		3/4"NPS CLASS		-		CLASS 300#	
RIGHT HAND		COVER		CLASS 300#		CLASS 300#				AIR VENT O/L CLASS 300#	
ANY SPECIAL TESTS :											
EQUIPMENT: FABR. VERTICAL CENTRIFUGAL GAS SEPARATOR TYPE CGS 250 WITH PILOT & FLOAT AUTOMATIC AIR VENT TYPE AV125,3"NPS INLET, 3"NPS OUTLET,WITH BOLTED COVER, PR CLASS 300#				BY		SP		CUSTOMER/ PROJECT			
				DATE/REV.:		23.03.12 / R1		FABRICATED CENTRIFUGAL GAS SEPARATOR TYPE CGS FOR: ENDRESS+HAUSER INSTRUMENTS INTERNATIONAL AG, SWITZERLAND, PERU LPG METERING PROJECT :LPG FLOW RATE:90.2 M3/HR (1503.3LPM), SIZE: CGS250,3"NPS CLASS 300# WITH AV125 AUTOMATIC PILOT & FLOAT AIR VENT			
				TAG/QTY.		LPG					
				METERING/3NOS.							
REF. NO.:		E-MAIL ALP CAMCI		DT. 22.03.12		SHEET NO.:		1 OF 2			

Plot No. G-20, MIDC, Chakan Industrial Area, Phase - III, Village Nighoje, Post Kuruli, Tal Khed, Dist Pune - 410 501
 TEL. : +91 - 2135 - 391550 - 570 (21 Lines) FAX : +91 - 2135 - 391571
 Email : muni_99@satyam.net.in / ssp@flashpointequipments.net
 Web : www.flashpointequipments.net





DESIGN DATA , GA DRAWING ,NOZZLES & MATERIAL SPECN.- CENTRIFUGAL GAS SEPARATOR					
EQUIPMENT: FABR. VERTICAL CENTRIFUGAL GAS SEPARATOR TYPE CGS 250 WITH PILOT & FLOAT AUTOMATIC			Tag/Qty.		
AIR VENT TYPE AV125,3"NPS INLET, 3"NPS OUTLET, WITH BOLTED COVER, PR CLASS 300#			PERU /3 NOS		
OPERATING CONDITIONS		VESSEL SKETCH			
FLUID SERVICE	LPG				
MAX.OPERATING PRESSURE	13.7 KG/CM2G				
MAX.OPERATING TEMP	30 DEG. C				
MAX. FLOW RATE	90.2 M3/ HR				
PROCESS LIQ.DENSITY	535.00 KG/M3				
PROCESS LIQ. VISCOSITY	0.113 Cp				
MAX. PRESSURE DROP	0.055754 KG/CM2D				
AIR VENT TYPE	AV125 Pilot & Float				
CONSTRUCTION DATA				NOZZLE DESIGNATION	
DESIGN INTERNAL PRESSURE	22.0 KG/CM2G			MARK	QTY
DESIGN TEMPERATURE	(-)10 to 50 DEG. C	N1	1		
HYDRAULIC TEST PRESSURE	33.0 KG/CM2G	N2	1		
CORROSION ALL.	3.0 MM	N3	1		
MATERIAL DESIGNATION NO.	10	N4	1		
DESIGN CODE	ASME SEC.VIII DIV.I-2010	V	1		
MATERIAL CERTIFICATION TO	BS EN10204:2004 TYP.3.1	DPG	-		
THIRD PARTY INSPECTION BY	MANUF.CERT.3.1	TRV	-		
RADIOGRAPHY/ JOINT EFF.	RT1(FULL) / 1.0	AV	1		
TYPE OF BODY CLOSURE	BOLTED COVER	NOZZLE CONFIGURATION RIGHT HAND SPIN			
TYPE OF SUPPORT	SKIRT/LEG SUPPORT	MATERIAL SPECN. OF COMPONENTS			
STRESS RELIEVING	YES NO X	ITEM DESCRIPTION	MATERIAL SPECIFICATION		
ASME CODE STAMPING	YES NO X	SHELL	SA516 Gr.70N/SA 106 Gr.B		
NACE MR-01-75	YES NO X	DISHED ENDS(BTM.)	SA516 Gr.70N/SA 234 WPB		
PED CERTIFICATION REQD	YES NO X	BODY COVER/QOC	SA105N/SA 516 Gr.70N		
3.2 CERTIFICATION REQUIRED	YES NO X	FLANGES	SA105		
		NOZZLE PIPES	SA 106 Gr.B		
		STUD-NUTS	SA193 B7/SA 194 Gr.2H		
		GASKETS/ SEALS	SP.WD.SS304 W PTFE /NYLON6		
		AIR VENT	SS316+ VITON SEAL		
		VESSEL SUPPORTS	IS:2062-A/IS:226		
		WEIGHTS IN KGS	EMPTY 359 TEST 632		
		NOTE: ABOVE DIMENSIONS ARE APPROXIMATE/ INDICATIVE ONLY FOR INSTALLATION ALWAYS REFER TO CONSTRUCTION DRAWINGS FROM FLASH POINT EQUIPMENTS PVT.LTD.			
REF. NO.:	E-MAIL ALP CAMCI DT. 22.03.12	Date	23.03.12 / R1		
		SHEET NO.:	2 OF 2		

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF FLASH POINT EQUIPMENTS PVT.LTD.,PUNE,INDIA. IT MUST NOT BE COPIED OR DISTRIBUTED TO A THIRD PARTY WITHOUT PRIOR AUTHORISATION

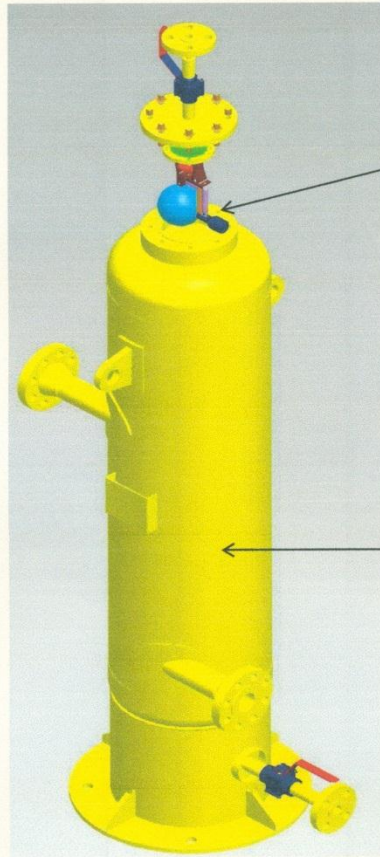
Plot No. G-20, MIDC, Chakan Industrial Area, Phase - III,
Village Nigheya, Post Kuruli, Tal Khed, Dist Pune - 410 501
TEL. : +91 - 2135 - 391550 - 570 (21 Lines) FAX : +91 - 2135 - 391571
Email : murli_99@satyam.net.in / ssp@flashpointequipments.net
Web : www.flashpointequipments.net



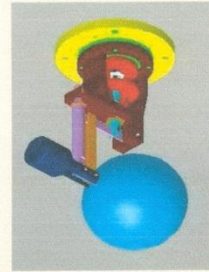


FLASH POINT™
EQUIPMENTS PVT. LTD.
| Filtration | Separation | Air Elimination
| Metering Skids for Oil & Gas

CGS - VERTICAL CENTRIFUGAL GAS SEPARATOR WITH IN-BUILT PILOT & FLOAT AUTOMATIC AIR VENT



PILOT & FLOAT OPERATED
AUTOMATIC AIR VENT
AV125 :1Nos.



RIGHT HAND SPIN,
EFFECTIVE VOLUME =140
LIT. , SHELL OD. = 457MM



NOTE: ACCESSORIES SHOWN ARE INDICATIVE OF WHAT OPTIONS ARE AVAILABLE AND MAY NOT BE PART OF THIS SCOPE OF SUPPLY FOR WHICH KINDLY REFER THE DATA SHEET AND QUOTATION .

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF FLASH POINT EQUIPMENTS PVT.LTD.,PUNE,INDIA. IT MUST NOT BE COPIED OR DISTRIBUTED TO A THIRD PARTY WITHOUT PRIOR AUTHORISATION

Plot No G-20, MIDC, Chakan Industrial Area, Phase - III,
Village Nighoje, Post Kuruli, Tal Khed, Dist Pune - 410 501
TEL. : +91 - 2135 - 391550 - 570 (21 Lines) FAX : +91 - 2135 - 391571
Email : murli_99@satyam.net.in / ssp@flashpointequipments.net
Web : www.flashpointequipments.net



Y-STRAINER

Your partner for pump protection and process equipment



Data Book

SUBJECT:

Type of equipment : **Y-Type-Strainer 3" ANSI 300 RF (Carbon Steel)**

Your code : **71078314**

CUSTOMER REFERENCES

Customer reference no. : **Your Order 270/1021058118, 270/1021063312**

Project : **Commission 60091212/000190, 000450, 000460**

VENDOR REFERENCES

Company name : **tecmara gmbh**

Address : **Im Wiesengrund 4
51580 Reichshof - Brüchermühle
Germany**

Name of contact : **Mr. Stefan Welker
Phone: +49 (0) 2296 99 99 640
Fax: +49 (0) 2296 99 99 642
Email: s.welker@tecmara.de**

DOCUMENT:

File name : **Data Book_270_1021058118_1021063312_00794**

Revision : **00**

Revision date : **2012-09-18**

Doc.-No.: Data Book_270_1021058118_1021063312_00794

Project. n.n.

1/16

Your partner for pump protection and process equipment



BARTON FIRTOP ENGINEERING (I) PVT. LTD.



Management Service

PLOT L-74, PHASE II-D
VERNA INDUSTRIAL ESTATE
VERNA, GOA-403722, INDIA
TEL:++91 - 832 - 2782 649//2782 725/6680108
FAX:++91-832-2782 650
Email: bartonfirtop@satyam.net.in
: bartonindia@dataone.in

CERTIFICATE No:- L01/31	
PRESSURE TEST CERTIFICATE (BS EN 10204:2004 TYPE 3.1)	
SERIAL NO. (s)	: 3496808001 TO 3496808010
EQUIPMENT	: 3" # 300 Y' STRAINER IN WCB MATERIAL - 10 NOS
B.F.E. ORDER NO.	: BN 34968
B.F.I JOB NO.	: 778
TEST PRESSURE	: 76.5 Barg (78 Kg/cm ²)
DURATION	: 20 Minutes
MEDIUM USED	: Mains Water
TEMPERATURE	: Ambient (7°C/min)
GAUGE SERIAL NO. :	596
CALIBRATION CERTIFICATE NO. :	XIV-4469
DATE :	22.09.2011
<p>This is to certify that : The above referenced equipment has been hydrostatically pressure tested in accordance with details shown and proved satisfactory.</p>	
TESTED BY	: MR. NITESH
DATE OF TEST	: 09.11.2012
WITNESSED BY	: <i>Angelo Fernandes</i>
PRINT NAME	: MR. ANGELO FERNANDES
For and on behalf of BARTON FIRTOP ENGINEERING COMPANY LIMITED	

CERTIFIED TRUE
COPY OF THE ORIGINAL
Signature: *Angelo Fernandes*
Date: 31/8/12
BARTON FIRTOP P.C.

MANUFACTURERS OF INDUSTRIAL STRAINERS, VALVES AND FLOW CONTROL EQUIPMENT
Regd. Off. 203/B, Belair Condo, Gogol, Fatorda, Goa-403602

Doc.-No.: Data Book_270_1021058118_1021063312_00794

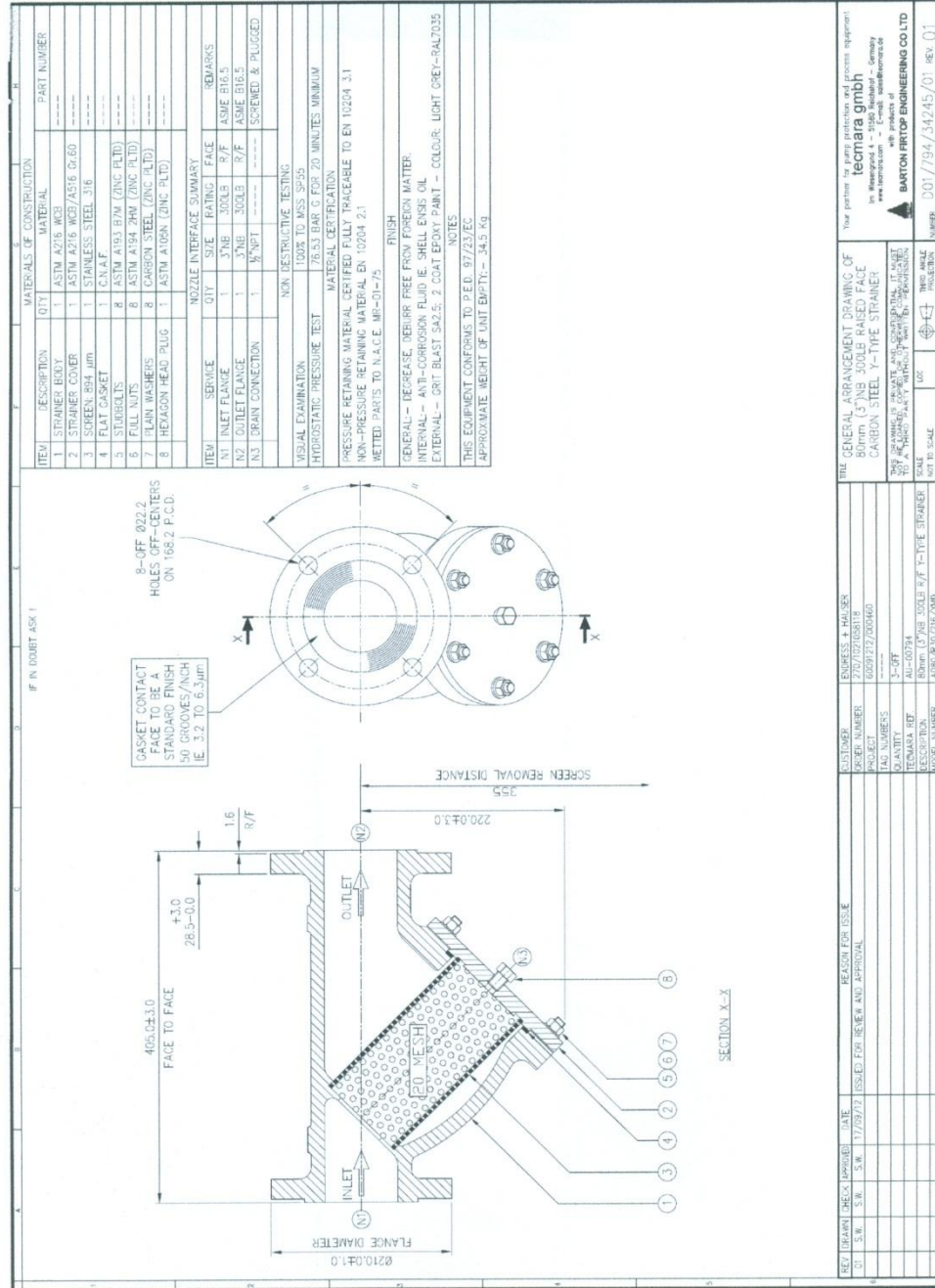
Project. n.n.

14/16

our partner for pump protection and process equipment



5. General Arrangement Drawing



Doc.-No.: Data Book_270_1021058118_1021063312_00794

Project. n.n.

15/16

VÁLVULAS BOLA



ENDRESS & HAUSER

**PURCHASE ORDER No.
2701021058419**

VA-23012

SECTION 4

Installation Operation & Maintenance Instructions

**The Valve Alliance
Unit 6 Interlink Way South
Bardon Hill
Coalville
Leicestershire**
Tel: +44 (0)1530 834 270
Fax: +44 (0)1530 838 986
www.acvalvealliance.com

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM:

 <p>STARLINE S.p.A. Via F. Baracca, 30 24060 S. PAOLO D'ARGON (Bergamo) ITALY Tel. 035/958041-958102 Telex 302073 STARBV I Telefax 035/958413</p>	 	<p>MANUAL INSTRUCTION No. 120/94 FOR STORAGE, INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE FOR STARLINE BALL VALVES TYPE ULTRASTAR No. 0 TRUNNION MOUNTED.</p> <p>REFERENCE: STARLINE CATALOGUE, Q.A.M. AND PURCHASE ORDER</p>
PREPARED BY: L. TRAPLETTI / CHECKED BY: A. GABBIADINI / APPROVED BY: S. ROTA	ISSUE: 14-3-1994 / REVISION: 0	PAGE 1 OF 4

1.0 SCOPE

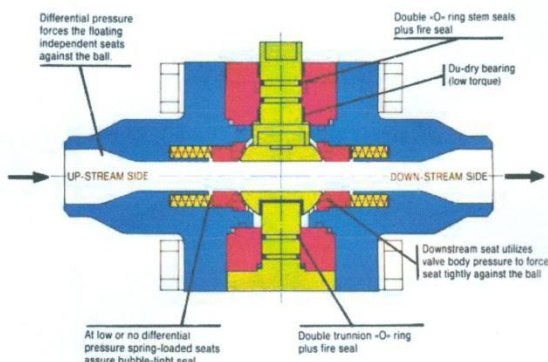
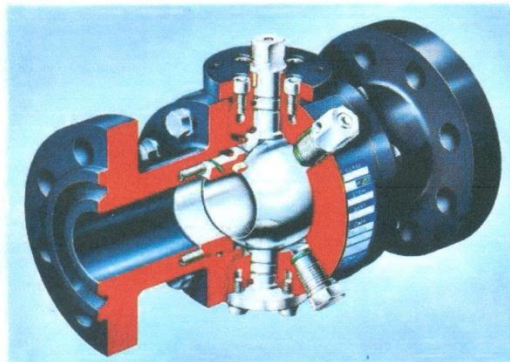
This manual is intended as a guide to assist customers or end-users for storage, installation and maintenance of Starline ball valves in the standard arrangements. For this reason subsequent additions and special instructions to the present manual will be provided in case of special ball valves, critical services or customer requirements.

2.0 APPLICABILITY

This manual is applicable to Starline ball valves listed in our catalogue 0/....

3.0 CONSTRUCTION, MAIN FEATURES AND HOW IT WORKS

General characteristic of trunnion mounted ball valves are described in our catalogue 0/.... and in the picture here below.



RANGE: 1/4" up to 6" full bore
CLASS: 150 up to 2500
ENDS: flanged - SW - BW - screwed
MATERIALS: A105 - LF2 - F316 - F51 - F44 - Monel and other special materials

4.0 MANOVRABILITY AND TORQUE AT MAXIMUM WORKING PRESSURE FOR DIFFERENT CLASS, SIZE AND SEAT MATERIAL AT TEMPERATURE FROM -29°C. to + 38°C. ALL VALUES ARE IN Nm.

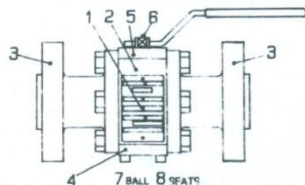
BT = BREAK AWAY TORQUE OT = OPERATING TORQUE RT = RESEATING TORQUE

SIZE OF VALVE			1/4 TO 1/2		3/4		1		1 1/2		2		3		4											
			RED. BORE		1x3/4		1.1/4x1.1/2x1		2 x 1		2x1.1/2		3x2		4x3		6x4									
TORQUE in Nm.			BT	OT	RT	BT	OT	RT	BT	OT	RT	BT	OT	RT	BT	OT	RT									
CLASS 150 max. W.P. 19 BAR	S - R	TYPE OF SEAT	9	6	8	14	10	12	18	14	16	—	—	—	45	30	35	55	40	45	105	70	85	160	95	110
	N - D - K	SEAT	10	6	8	18	10	12	22	14	16	—	—	—	50	30	35	60	40	45	115	70	85	170	95	110
CLASS 300 max. W.P. 49.6 BAR	S - R	TYPE OF SEAT	9	6	8	16	10	12	20	14	16	—	—	—	50	30	35	65	40	45	135	70	85	240	95	110
	N - D - K	SEAT	10	6	8	20	10	12	24	14	16	—	—	—	55	30	35	70	40	45	145	70	85	250	95	110
CLASS 600 max. W.P. 99.3 BAR	S - R	TYPE OF SEAT	14	6	8	18	10	12	22	14	16	—	—	—	60	30	35	75	40	45	170	70	85	270	95	110
	N - D - K	SEAT	18	6	8	25	10	12	30	14	16	—	—	—	65	30	35	90	40	45	180	70	85	280	95	110
CLASS 800 max. W.P. 138 BAR	S - R	TYPE OF SEAT	16	6	8	20	10	12	24	14	16	—	—	—	65	30	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	N - D - K	SEAT	22	6	8	27	10	12	31	14	16	—	—	—	70	30	35	95	40	45	200	70	85	330	95	110
CLASS 900 max. W.P. 149 BAR	S - R	TYPE OF SEAT	18	8	10	22	10	12	26	16	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	N - D - K	SEAT	25	8	10	28	12	14	32	16	18	—	—	—	75	35	40	100	50	55	220	80	95	350	120	130
CLASS 1500 max. W.P. 248 BAR	S - R	TYPE OF SEAT	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	N - D - K	SEAT	28	8	10	32	12	14	40	16	18	—	—	—	100	35	40	160	50	55	300	80	95	550	120	130
CLASS 2500 max. W.P. 414 BAR	S - R	TYPE OF SEAT	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	N - D - K	SEAT	40	12	14	50	12	14	55	16	18	55	16	18	120	35	40	190	50	55	380	80	95	—	—	—

Remarks: S = PTFE + 25% C. GRAPHITE R = PTFE + 15% F. GLASS N = DEVLON-V D = DELRIN K = KELF CONVERSION FACTORS 1 Nm = 0.7376 lb.ft. 1 lb.ft. = 1.356 Nm

5.0 MARKING AND TRACEABILITY

Each valve is marked for full traceability:



- 2 - Heat n. and type of material of body
- 3 - Heat n. and type of material of closures
- 4 - Heat n. and type of material of trunnion
- 5 - Heat n. and type of material of top cover
- 6 - Heat n. and type of material of stem
- 7 - Heat n. and type of material of ball
- 8 - Heat n. and type of material of seats

1 - S.S. name plate per MS SP 25 with valve serial number and STARLINE code. See below:

SIZE	O	CLASS
W.P.	AT 20°C	
BODY	STEM	
BALL	SEAT	
Serial No.	Date	
TYPE		
STARLINE ITALY FAX 035/958413		

6.0 DELIVERY - CERTIFICATION - IDENTIFICATION

Starline ball valve ultrastar model are provided ready for use. This ball valves goes through strict controls which guarantee its working and performances. Starline ball valves are always supplied in open position.

6.1 CERTIFICATION

Each ultrastar ball valve is delivered with its test certificate for materials, pressure test, visual and dimensional inspection and functional test. Standard certificate is according to DIN 50.049/3.1B. 3.1C is available on request.

6.2 IDENTIFICATION OF VALVE

A Starline code, marked on the S.S. name plate allow the easy identification of each valve.

FOR ALL INTERVENTIONS OR REQUESTS OF SPARE PARTS, STARLINE TYPE AND DATE OF FABRICATION ARE ESSENTIAL.

7.0 STORAGE

7.1 SURFACE PROTECTION (EXTERNAL/INTERNAL) AND PACKING DETAILS

- A - unless otherwise required by the customer, all carbon steel valves (A105 - LF2) are protected against corrosion by phosphating treatment. Stainless steel materials are pickled and passivated.
- B - a pure vaseline oil is used as lubricant on all internal surface, this may be removed with a solvent if found objectionable. All valves are adequately packed into a strong cardboard or wooden case in such a way to avoid any possible damage during transport and storage.

7.2 CAUTIONS AND MAINTENANCE PERIOD

If valves are not destined for immediate use, following cautions must be taken:

- A - If possible, it would be advisable to leave the valves in their own packing cases during the entire period of storage.
- B - Valves must remain in **open position** during all this time.
- C - In order to prevent any damage, the protective plastic covers on the ends shall not be removed.

7.3 ATMOSPHERIC PROTECTION

- A - It is advisable to store the valves in waterproof conditions in a building with an adequate roof. Valves shall be protected to safeguard against all the environments such as humidity, moisture, rain, dirt, sand, mud, salt air, salt spray and seawater.
- B - All valves complete with actuators are to be stored in closed and dry conditions.

7.4 LONG STORAGE PERIOD

- A - Valves to be stored for a long time shall be checked by the quality control personnel every 6 months; when valves are automated the control has to be carried out every 3 months.
- B - Before a long storage, verify that balls are in **complete open position**.

7.5 MAINTENANCE DURING STORAGE PERIOD

- A - Internal surfaces must be inspected to check complete dust or other foreign parts absence.
- B - Old rust or any dust must be removed by wiping with proper solvent.
- C - After cleaning, all valves must be lubricated by using an adequate lubricant.
- D - Valves must be operated for at least 2 complete cycles.

7.6 STORAGE ON NON-PROTECTED SITES

- A - In no way this storage must exceed 1 month when valves are protected by standard protection.
- B - For longer storage or storage under particular climatic conditions (temperature, dust, sand, dump) a special protection must be applied before leaving the factory.

8.0 HANDLING

For valves bigger than 2" it is advisable to use flat slings to be applied between the hoister and the ends hub. No other system is advisable since it could be risky.

9.0 INSTALLATION

Starline valves may be installed in any position using standard pipe fitting practices.

9.1 INFORMATION AND CAUTION BEFORE VALVE INSTALLATION

- A - Pipe must be free of tension.
- B - Pipe must be flushed to clean the dirt, burrs, calamines, welding residues etc. which would damage ball and seats.
- C - Valve must be kept in **open position** during installation and protective plastic covers must be removed only at the moment of installation.
- D - Ball valves normally have a space between ball and inside cavity of the body which **could trap the product**, care must be taken to drain the cavity.
- E - Care should always be taken to install the automated ball valves. Check for a correct actuator rotation and well done electrical connections.

9.2 INSTALLATION OF THREADED ENDS

Use conventional sealant such as hemp core, ptfе, etc.

9.3 INSTALLATION OF WELD ENDS (SW - BW)

All weld ends Starline valves are supplied with minimum 100 mm integral nipples to avoid seats damages during welding operations.

Instructions to weld valve on the line:

With the valve in **open position** tack-weld in four points on both ends and then complete the welding without dismantling the valve. Control for easy maneuverability.

9.4 INSTALLATION OF FLANGED ENDS

Easy fitting on the line with the adequate bolts, nuts and gaskets.

10.0 OPERATION AND VERIFICATION OF FUNCTIONING

CAUTION! During the operation ball valves must be in either **open** or **closed** position in order to ensure their smooth and efficient working and long duration of seats. Leaving the ball in **half open position** could eventually **cause damage** to the soft insert seats.

10.1 MANUAL OPERATION

The opening and closing of the valve is done by turning the handle a quarter turn (90°).

- A - valve is in **open position** when the handle is in line with the valve and pipe line.
- B - valve is in **closed position** when the handle is across the pipe line.
- C - when the valve is installed on the line, it is necessary to execute several operations with no pressure and control for easy maneuverability.

10.2 AUTOMATED OPERATION

Valve can be automatically operated by:

- A - pneumatic actuator (double acting or spring return)
- C - electrical actuator
- B - hydraulic actuator
- D - gear box (manually operated).

In this case no stop is fitted on the valve since it is normally part of the actuator.

After installing the valve it is necessary to execute several operations with no pressure on the line to control for easy maneuverability.

11.0 IN-LINE TEST

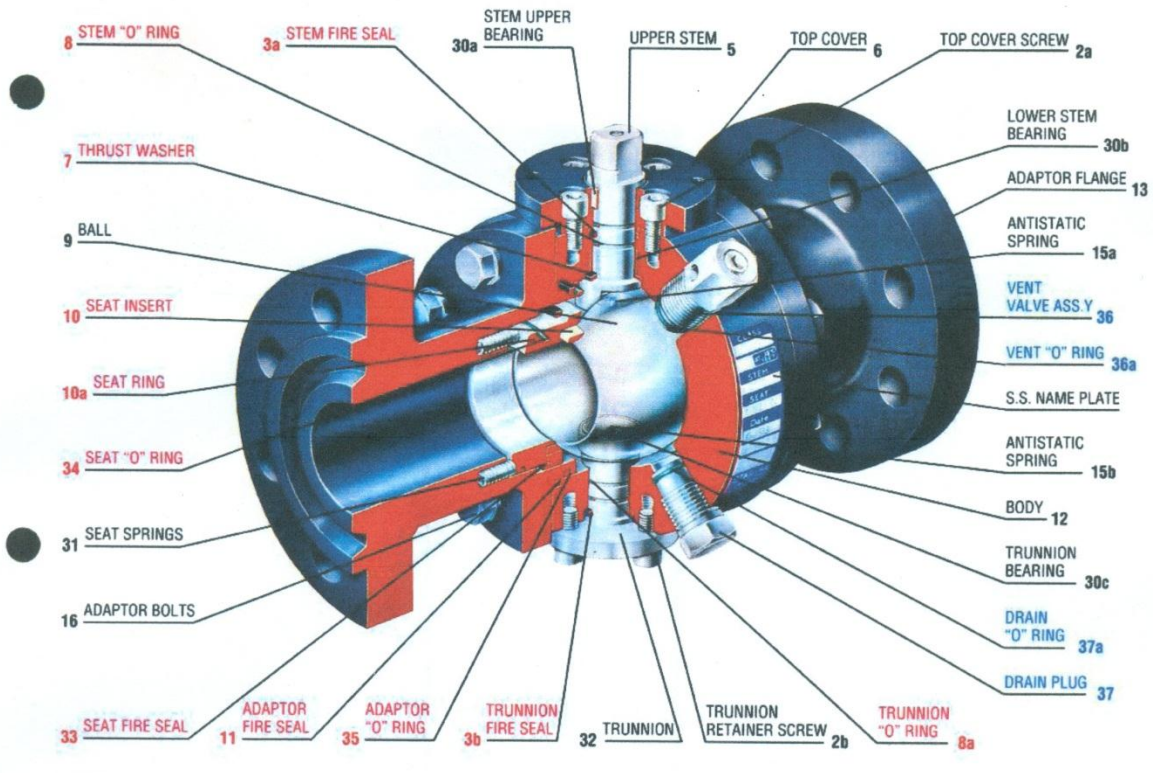
- 1 - During the in-line hydraulic test, the body of the valve must not be put under a pressure exceeding the pressure test of valve class which is indicated on the S.S name plate.
- 2 - Ball must be maintained in **open position** during the test.
- 3 - After the in-line test, the valve must be completely purged of the test liquid by using a drain tap.

12.0 START-UP

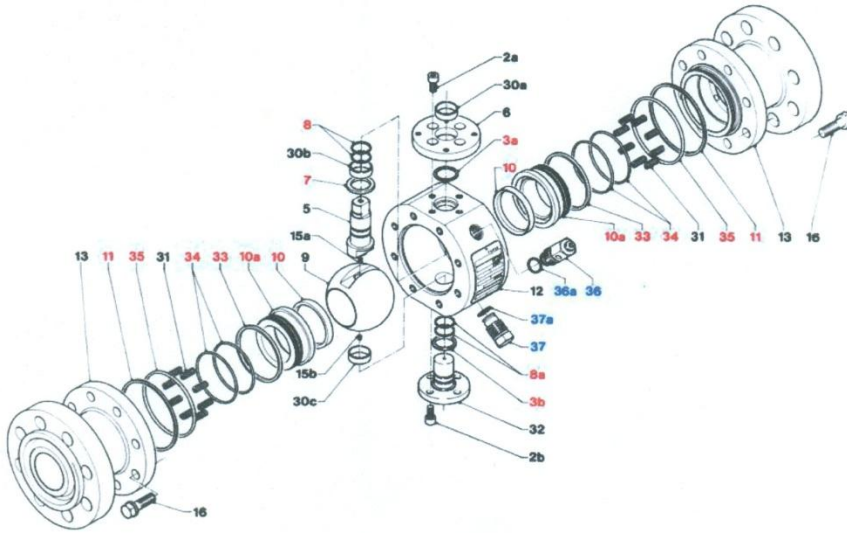
When starting the plant, it is necessary to perform an open/close operation under the operating ΔP and check the following:

- A - that the whole operation is performed with no resistance at all.
- B - that the valve stop works correctly
- C - that all connections between valve and operating device are well fitted.
- D - after the above verifications, the ultrastar valve is ready to ensure an high performance and a long-life service.

13. RECOMMENDED SPARE PART FOR START-UP OR COMMISSIONING



RECOMMENDED SPARE PARTS FOR START-UP OR COMMISSIONING



VENT VALVE BLEEDER AND DRAIN TAP ARE SUPPLIED AS A STANDARD FROM 2" AND LARGER SIZES. ONLY ON REQUEST FOR 1 1/2" AND LOWER SIZES.

PART. No.	DESCRIPTION
1	LEVER
1a	LEVER BOLT
2a	TOP COVER SCREW
2b	TRUNNION RETAINER SCREW
3a	STEM FIRE SEAL
3b	TRUNNION FIRE SEAL
5	UPPER STEM
6	TOP COVER
7	THRUST WASHER
8	TRUNNION "O" RING
8a	STEM "O" RING
9	BALL
10	INSERT SEAT
10a	SEAT RING
11	ADAPTOR FIRE SEAL
12	BODY
13	ADAPTOR FLANGE
14	STOP PIN
15a	ANTISTATIC SPRING
15b	ADAPTOR BOLTS
16	ADAPTOR BOLTS
17	STOP LEVER WASHER
30a	STEM UPPER BEARING
30b	LOWER STEM BEARING
30c	TRUNNION BEARING
31	SEAT SPRINGS
32	TRUNNION
33	SEAT FIRE SEAL
34	SEAT "O" RING
35	ADAPTOR "O" RING
36	VENT VALVE BLEEDER
36a	VENT "O" RING
37	DRAIN PLUG
37a	DRAIN "O" RING
NP	NAME PLATE

Lever: for 2" full bore and larger sizes the lever is supplied not fitted on the valve.

13.0 MAINTENANCE

Maintenance on Starline valves is negligible since no lubrication is necessary. Should the maintenance be required, the 3 pieces valves permit very easy service directly on site, reducing both time required and costs involved. Only few spares are needed, as you can see at page 3 of this manual.
 - **Caution!** Before starting the maintenance, be sure that all the pressure on the pipe is relieved.

13.1 VALVE DISASSEMBLY

- a - unscrew the adaptor bolts (part. n. 16)
- b - take out the adaptor flange (part. n. 13) from the body (part. n. 12) one by one on both sides.
- c - take out the seats (parts. n. 10 - 10a - 34) from the adaptor flanges (part. n. 13), in such a way not to allow the seat springs (part. n. 31) to come out from their housing.
- d - unscrew the top cover screw (part. n. 2a).
- e - unscrew the trunnion retainer screw (part. n. 2b).
- f - take out the trunnion (part. n. 32).
- g - take out the ball (part. n. 9).
- h - take out the stem (part. n. 5).

At this point the valve is completely disassembled and you can proceed to replace all the parts as suggested at page 3 of this manual. Please take into consideration that all these operations should be performed as much as possible in **clean conditions**.

13.1 SEAT REPLACEMENT (part. n. 10-10a-34)

The seat is to be considered as one particular only and it will be supplied already complete with insert seat (part. n. 10), seat ring (part. n. 10a) and seat -O- ring (part. n. 34). Should you only need to replace the seat ring and -O- ring you just have to take them out and replace with the new ones.

13.2 ADAPTOR FIRE SEAL (part. n. 33) AND ADAPTOR -O- RING (part. n. 35) REPLACEMENT

13.3 THRUST WASHER (part. n. 7) REPLACEMENT

13.4 TRUNNION FIRE SEAL (part. n. 3B) AND TRUNNION -O- RING (part. n. 8a) REPLACEMENT

13.5 STEM FIRE SEAL (part. n. 3a) REPLACEMENT

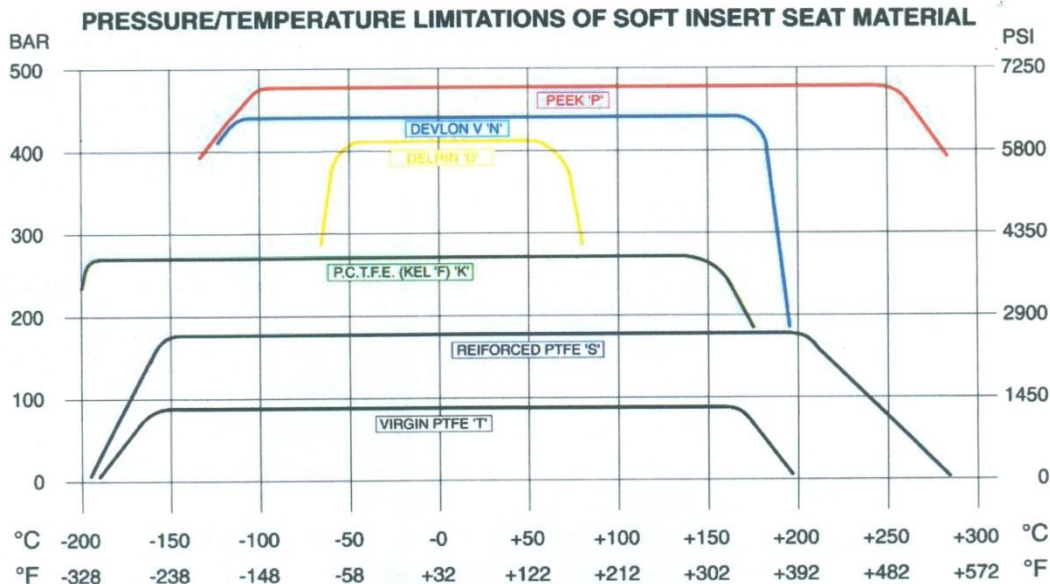
13.6 VALVE REASSEMBLY

After having completed the above replacements, you can proceed to valve reassembly as below:

Take care to clean the valve before reassembly operations!

- a - insert the upper stem (part. n. 5) in the body.
- b - insert the ball (part. n. 9) in the body below the stem.
- c - insert the trunnion (part. n. 32) in the body.
- e - tighten the trunnion retainer screws (part. n. 2b) to fix it to the body.
- f - verify that the ball (part. n. 9), the upper stem (part. n. 5) and the trunnion (part. n. 32) are easily operated by turning the upper stem.
- g - put the top cover screws (part. n. 2a) to fix it to the body.
- i - operate the "semi assembled" valve to verify that everything is all right.
- j - verify that all the seat springs are in the adaptor flange housing and then position the seat (part. n. 10 - 10a - 34) in the adaptor flange housing.
- k - put the adaptor flange (part. n. 13) on the body and take care not to damage the adaptor fire seal (part. n. 11) or the adaptor -O- ring (part. n. 35).
- l - tighten the adaptor bolts (part. n. 16) being careful to do it correctly (first bolt and then the corresponding one at 180°).
- m - repeat the same operations (points k and l) for the other adaptor flange.
- n - operate the valve and perform at least 10 complete rotations at 360° to allow each part to be assisted in its own housing.

At this point the valve is ready to be put in the line again.
 For more informations about the recommended spares, please check carefully at page 3 of this manual.



PRESSURE TEMPERATURE RELIEF VALVE

FEATURES AND BENEFITS

Design verification – The:

B Series (gas/vapour)

C Series (liquid)

D Series (gas, liquid and steam)

have been developed on Birkett's in-house, extensive mass flow test facility.

Simplified maintenance – For the flanged version, a slip on inlet flange makes it easier to realign into existing pipework after servicing.

Interchangeable parts – Valves can easily be modified from gas to liquid or liquid to gas with the minimum number of parts. The D Series is certified for all media without modification.

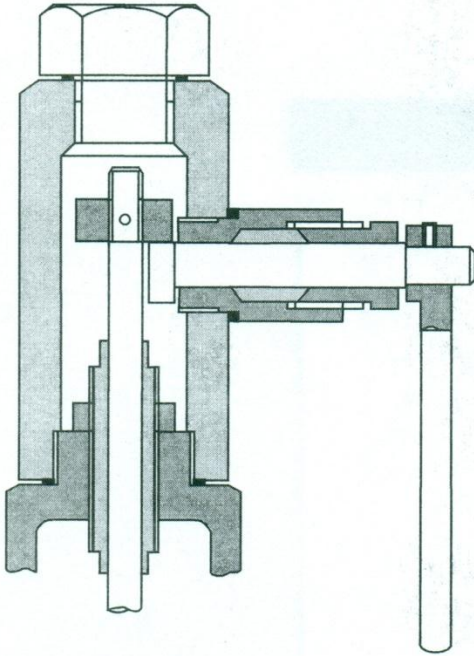
Safe and reliable – Proven dependability ensures safe and reliable performance.

Cryogenic and oxygen service – Birkett's state-of-the-art clean room and vapour degreasing facilities ensure compliance with the stringent demands of cryogenic and oxygen applications. (The D Series is not available for cryogenic service.)

Material selection – A wide range of materials are offered, including non-ferrous for low temperature and oxygen service, and exotic alloys specified for the chemical and process industries.

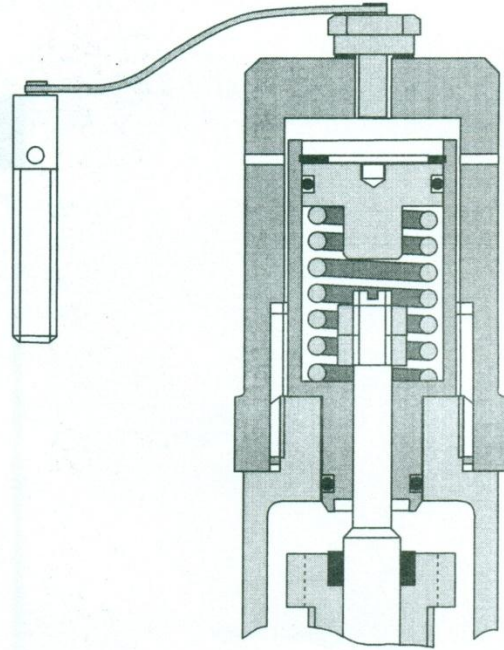
1. **Wide range of accessories** – Available to comply with international codes and to suit system requirements.
2. **High performance springs** – Safety relief valve springs are specially designed to guarantee set point repeatability.
3. **Guiding surfaces** – The material selection of guiding components, together with self aligning disc pivot points, ensures correct alignment and no galling of guiding surfaces.
4. **Trim** – B/C Series valves have been designed with metal trim to give optimum performance at higher pressures. The 7D is available with a soft seat or metal seat, while the 6D is metal seated only.

Balanced piston – Available on the 7D Series to counter the effects of variable back pressure.

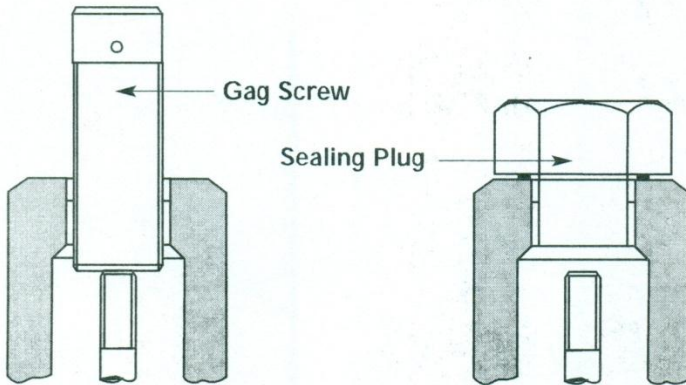
ACCESSORIES
**Packed lever**

The design of the packed lever assembly ensures that leakage does not occur when the valve is open or when back pressure is present.

Open lever design is not available on Safeflo valves.

**Balanced piston**

This option is only available on the 7D Series valves. It is designed to overcome the effects of variable back pressure.

**Test gag**

The test gag is used to prevent the safety valve from lifting. This is mainly used when carrying out a hydrostatic test on the system, during commissioning.

The test gag must never be left in the valve. The sealing plug should be fitted at all other times, allowing the valve to operate freely.

Pressure adjustment: refer to page 47.

Cold differential test pressure: refer to page 47.

Seat tightness/Seat leakage testing: refer to page 49/50.

Minimum pressure setting: B Series, normal attitude 10 Psig.

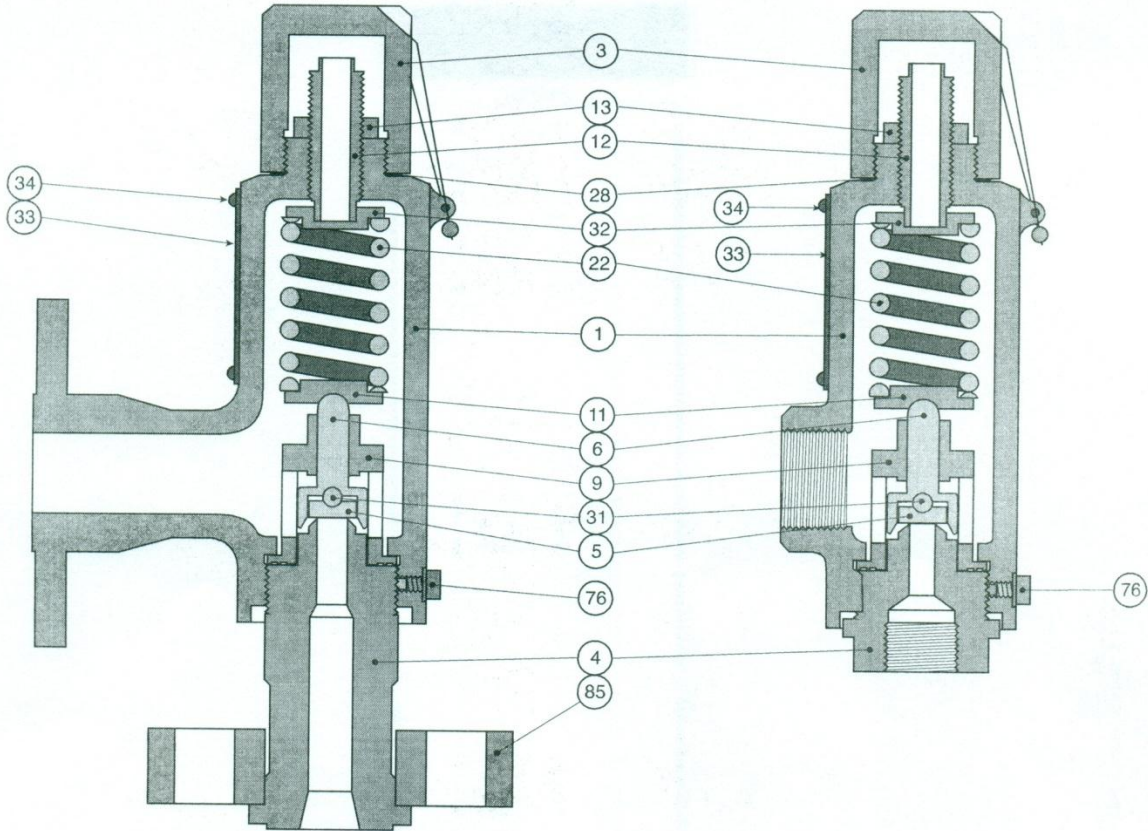
C Series, normal attitude 15 Psig.

7D Series, normal attitude 5 Psig.

6D Series, normal attitude 740 Psig.

Lower pressures are **NOT** available by inverting the valve.

B/C SERIES THERMAL RELIEF VALVES



Cryogenic versions of the B and C Series are available

ITEM	PART	CARBON STEEL	STAINLESS STEEL
1	Body	SA 216-WCB CARB ST	SA 351-CF8M ST ST
3	Cap	ASTM A108-1021	ASTM A479-316L
4*	Nozzle	316 ST ST	316 ST ST
5*	Disc	316 ST ST	316 ST ST
6*	Disc holder	SA564 17/4 (33HRC)	SA564 17/4 (33HRC)
9	Guide	SA351-CF8M ST ST	SA351-CF8M ST ST
11	Lower spring plate	ASTM A479-431	ASTM A479-431
12	Adjusting screw	ASTM A479-410	ASTM A479-410
13	Locking nut	ASTM A479-316L	ASTM A479-316L
22*	Spring	C.S. ALUMINIUM COATED	ASTM A313-316
28*	Cap gasket	ST-706	ST-706
31*	Ball	AISI 440C ST ST	AISI 440C ST ST
32	Upper spring plate	ASTM A479 431	ASTM A479 431
33	Data plate	321 ST ST	321 ST ST
34	Hammer drive screw	ELECTRO BRASSED CS	ASTM A479-316L
76	Capscrew	ST ST BS6105 A2-70	ST ST BS6105 A2-70
85	Flange	SA 105 CARB ST	SA 182-F316 ST ST

* Recommended spares.

SAFEFLO - SAFETY AND THERMAL RELIEF VALVE

Different types: There are two different types, both are conventional designs.

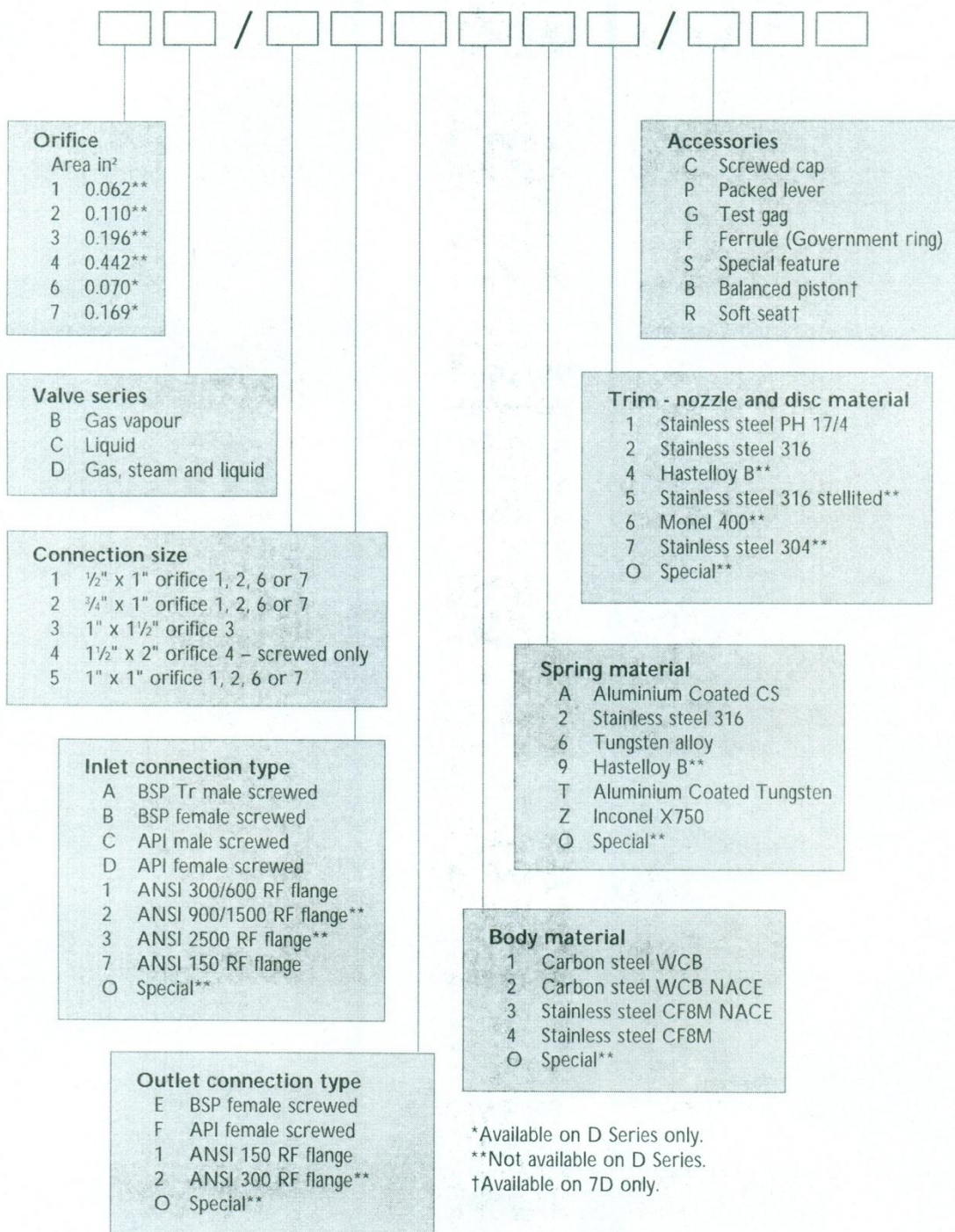
B Series - Safety and thermal relief valve, gas duty.

C Series - Safety and thermal relief valve, liquid duty.

D Series - Safety and thermal relief valve, gas, steam and liquid duty.

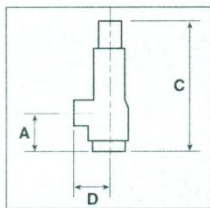
All are certified in accordance with ASME Code Section VIII.

SAFEFLO FIGURE NUMBERING SYSTEM

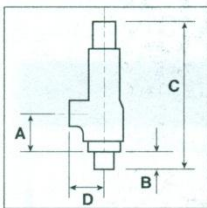


B/C SERIES DIMENSIONS

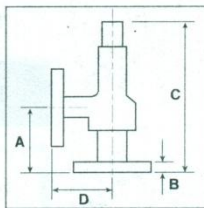
Female screwed



Male screwed



Flanged



Note: A packed lever version and gagging facility are also available.

Sizes (ins) Inlet & outlet	Inlet & Outlet connection	Orifice No.	Dimensions ins (mm)				Max pressure upto 100°F (Psig)		Weight lbs (kg)
			A	B	C	D	Inlet	Outlet	
1/2 x 1	Screwed Female	1	2.500 (64)	-	8.625 (219)	1.687 (43)	5000	425	9 (4)
		2	2.500 (64)	-	8.625 (219)	1.687 (43)	3600		
3/4 x 1	Female	1	2.500 (64)	-	8.625 (219)	1.687 (43)	5000	425	9 (4)
1 x 1		2	2.500 (64)	-	8.625 (219)	1.687 (43)	3600		
1 x 1 1/2	Screwed Male	1	3.250 (83)	-	13.750 (349)	2.375 (60)	5000	425	26 (12)
1 x 1 1/2		2	3.250 (83)	-	13.750 (349)	2.375 (60)	2500		
1/2 x 1	Screwed Male x Female	1	2.562 (65)	0.750 (19)	9.375 (238)	1.687 (43)	3000	425	9 (4)
3/4 x 1		2	2.562 (65)	0.750 (19)	9.375 (238)	1.687 (43)	1480		
1 x 1	Female	1	2.312 (59)	1.000 (25)	9.375 (238)	1.687 (43)	5000	425	9 (4)
1 x 1 1/2		2	2.312 (59)	1.000 (25)	9.375 (238)	1.687 (43)	3600		
1 x 1 1/2	Screwed Male	1	3.250 (83)	1.000 (25)	14.750 (375)	2.375 (60)	3000	425	26 (12)
1 1/2 x 2		2	3.250 (83)	1.125 (29)	14.875 (378)	2.375 (60)	2500		
3/4 x 1, 1 x 1	150# x 150#	1 + 2	4.625 (117)	1.000 (25)	10.250 (260)	3.750 (95)	285	285	17 (7.25)
1/2 x 1, 3/4 x 1, 1 x 1	300/600# x 150#	1 + 2	4.625 (117)	1.375 (35)	10.250 (260)	3.750 (95)	1480	28511	17 (7.25)
1/2 x 1, 3/4 x 1, 1 x 1	900/1500# x 300#	1 + 2	4.625 (117)	1.187 (46)	10.375 (264)	3.750 (95)	3600	425	20 (9)
3/4 x 1, 1 x 1	2500# x 300#	1	4.750 (121)	2.000 (51)	10.500 (267)	3.750 (95)	5000	425	20 (9)
		2	4.750 (121)	2.000 (51)	10.500 (267)	3.750 (95)	3600		
1 x 1 1/2	150# x 150#	3	5.625 (143)	1.000 (25)	16.750 (425)	5.500 (140)	285	285	40 (18)
1 x 1 1/2	300/600# x 150#	3	5.625 (143)	1.375 (35)	16.750 (425)	5.500 (140)	1480	28511	40 (18)
1 x 1 1/2	900/1500# x 300#	3	5.625 (143)	1.812 (46)	16.750 (425)	5.500 (140)	3600	425	40 (18)
1 x 1 1/2	2500# x 300#	3	5.625 (143)	2.000 (51)	16.750 (425)	5.500 (140)	5000	425	40 (18)

*If a gag screw is fitted, add 2 ins (51mm) to dimension C for orifice nos. 1 & 2 only.
 *If a packed lever is fitted, add 1/4 ins (44mm) to dimension C for orifice nos. 1 & 2 only.

1425 Psig with 300# outlet

Orifice sizes: refer to sizing section, page 84.

Minimum set pressure

B Series (Gas) = 10 Psig (0.7 Barg)

C Series (Liquid) = 15 Psig (1.035 Barg)

Orifice No.1 = 1480 Psig (102 Barg)

Temperature range (with suitable material selection)

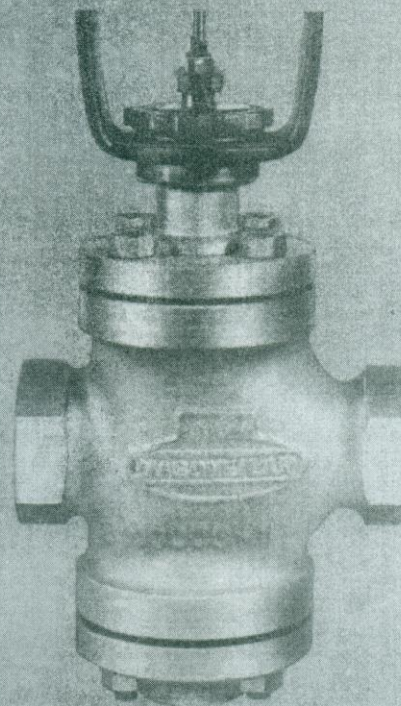
-320°F to 1,000°F (-196°C to 538°C)

PRESSURE MAINTAINING VALVE

Specification Data CY5256
9/96

Pressure Regulators Steam, Gas or Liquid Service Models 525 and 526

Pressure Reducing Back Pressure and
Differential Pressure Control



Masoneilan **DRESSER**

SD CY5256 9/96
Models 525/526

General Data

<ul style="list-style-type: none"> • Function 	<ul style="list-style-type: none"> pressure reducing differential pressure reducing back pressure differential back pressure 	<ul style="list-style-type: none"> Model 	<ul style="list-style-type: none"> 525 525-50 526 526-50 	<ul style="list-style-type: none"> • Body Configuration 	<ul style="list-style-type: none"> high capacity globe with double seated top and bottom guided plug
<ul style="list-style-type: none"> • Service 	<ul style="list-style-type: none"> steam, gas, liquids 	<ul style="list-style-type: none"> • Trim 	<ul style="list-style-type: none"> full area reduced capacity disk type quick opening plug 		

Ratings (ANSI Class)

Body Size (in.)	ANSI Class			
	125	150	300	600
1/2				*
3/4				*
1	*	*	*	*
1 1/2	*	*	*	*
2	*	*	*	*
2 1/2	*	*	*	*
3	*	*	*	*
4	*	*	*	*

Body Materials and End Connections

Body Material	End Connections	Size (in.)							
		1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Cast Iron	ANSI Class 125 Flat Face Flange			*	*	*	*	*	*
	ANSI Class 150 Raised Face Flange			*	*	*	*	*	*
Carbon Steel & St. St.	ANSI Class 300 Raised Face Flange			*	*	*	*	*	*
	ANSI Class 600 Raised Face Flange			*	*	*	*	*	*
For availability of other alloys consult factory	ANSI Class 600 Threaded	*	*	*	*	*			
	Ring Type Joint			*	*	*	*	*	*
	Butt Weld			*	*	*	*	*	*
	Socket Weld	*	*	*	*	*			

SD CY5256 9/96
Models 525/526

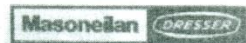
Regulator Capacity ①

Saturated Steam (lb/hr) - Full Area Trim ②

Inlet Pressure psig	Outlet Pressure psig	Size (in.)							
		1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4
30	1/2 - 10	225	500	780	1710	2930	4400	6100	10100
	20	160	360	540	1250	2100	3200	4450	7400
50	1/2 - 20	320	710	1090	2500	4270	6250	8900	14600
	30	275	605	890	2100	3550	5250	7350	12500
	40	200	440	670	1550	2600	3900	5500	9100
60	1/2 - 25	370	820	1220	2930	4900	7300	10100	17100
	40	295	655	980	2250	3900	5800	8050	13500
	50	215	470	720	1550	2800	4200	5850	9750
75	1/2 - 30	450	980	1460	3420	5850	8800	12200	20800
	50	355	785	1200	2700	4650	7000	9700	16000
	60	285	635	945	2200	3750	5600	7800	13000
100	1/2 - 50	580	1220	1890	4450	7550	11100	15800	26900
	60	510	1100	1650	3850	6550	9900	14000	23000
	80	375	810	1200	2800	4800	7300	10200	16500
125	1/2 - 60	710	1520	2380	5500	9150	14000	19500	31800
	80	595	1300	2000	4500	7700	11500	16000	27000
	100	470	1000	1500	3550	6050	9200	12500	21000
150	1/2 - 70	840	1830	2750	6350	11000	16500	23200	37800
	100	690	1500	2250	5150	8750	13000	18500	30500
	125	495	1150	1600	3750	6400	9400	13500	23000
160	1/2 - 80	890	1950	2900	6800	11500	17000	24500	40000
	100	770	1650	2500	5700	10000	15000	20500	34500
	120	640	1380	2100	4800	8100	12500	17200	28500
	140	500	1070	1650	3900	6550	9650	14000	23000
175	1/2 - 90	975	2100	3150	7300	12200	19000	27000	44000
	100	865	1900	2850	6600	11000	17600	24000	40000
	125	730	1600	2400	5600	9700	14500	20000	33000
	160	425	910	1420	3240	5500	8100	11600	19200
200	1/2 - 100	1100	2450	3650	8550	14500	22000	30500	50000
	125	935	2000	3100	7250	12000	18000	25500	42500
	160	710	1550	2350	5450	9400	14000	18500	32500
225	1/2 - 120	1200	2700	4250	9400	16000	24500	33500	56000
	160	945	2050	3100	7200	12500	18800	26000	43000
250	1/2 - 130	1350	2900	4500	10000	17000	26000	36500	61000
	160	1150	2450	3750	8500	14400	22200	30500	51000

① Regulator Capacity Tables are included to provide convenience on common application limitations. If your particular service conditions are not listed in the Regulator Capacity Table, calculate the required Cv for selecting the correct regulator size.

② This Regulator Capacity Table is based on full area trim. Multiply capacity by 0.4 when using (0.4) factor trim.



SD CY5256 9/96
Models 525/526

Regulator Capacity ①

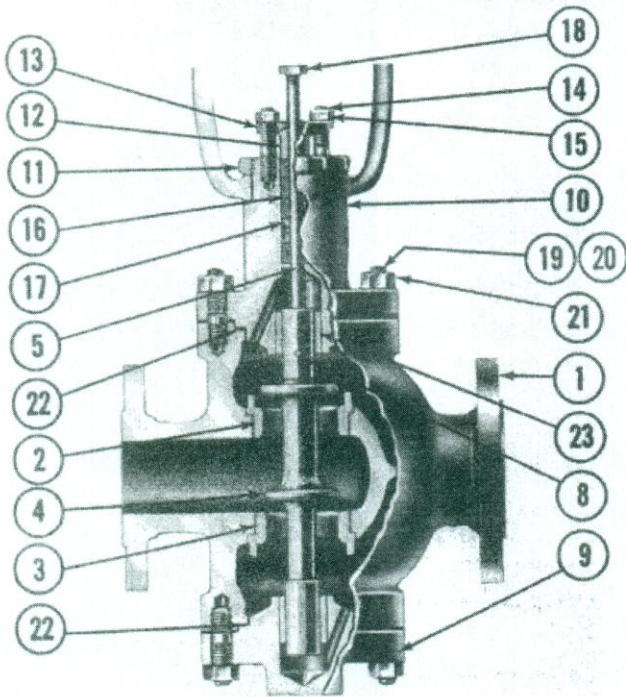
Air (scfm) - Full Area Trim ②

Inlet Pressure psig	Outlet Pressure psig	Size (in.)							
		1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4
30	1/2 - 10	77	165	255	570	980	1550	2020	3450
	20	55	120	175	425	705	1060	1500	2950
50	1/2 - 20	105	245	365	810	1410	2160	2940	5000
	30	91	200	295	695	1180	1780	2480	4200
	40	67	150	225	510	880	1300	1800	3100
60	1/2 - 25	120	275	405	950	1620	2450	3350	5700
	40	95	215	320	715	1250	1900	2600	4400
	50	72	155	240	545	940	1400	2000	3250
75	1/2 - 30	155	325	500	1160	2000	2950	4150	6800
	50	120	260	395	935	1580	2450	3300	5400
	60	97	210	315	725	1300	1900	2650	4300
100	1/2 - 50	190	425	650	1490	2490	3750	5250	8750
	60	170	370	560	1350	2250	3350	4650	7800
	80	125	270	415	950	1600	2400	3450	5700
125	1/2 - 60	240	520	770	1810	3050	4650	6500	10800
	80	200	440	660	1500	2550	3950	5500	9150
	100	160	350	520	1250	2100	3100	4350	7300
150	1/2 - 70	280	610	935	2140	3680	5500	7750	12800
	100	225	500	765	1750	2850	4550	6350	10500
	125	165	370	540	1250	2150	3250	4550	7550
160	1/2 - 80	295	650	975	2350	3850	5700	8150	13400
	100	255	555	850	1950	3350	5000	7050	11500
	120	210	460	705	1600	2750	4250	5850	9750
	140	155	340	510	1250	2050	3100	4250	7200
175	1/2 - 90	325	710	1080	2450	4250	6300	8950	14600
	100	295	645	970	2250	3750	5700	8000	13000
	125	250	540	825	1900	3200	4850	6800	11500
	160	140	310	470	1100	1850	2800	4000	6600
200	1/2 - 100	365	815	1220	2850	4900	7350	10200	16600
	125	315	705	1050	2400	4050	6300	8550	14500
	160	240	525	800	1850	3150	4700	6650	11000
225	1/2 - 120	405	895	1340	3050	5300	7950	11000	18300
	160	325	715	1100	2500	4300	6450	9000	14500
250	1/2 - 130	445	975	1460	3350	5700	8550	12200	19900
	160	390	830	1300	2950	5000	7350	10500	17000

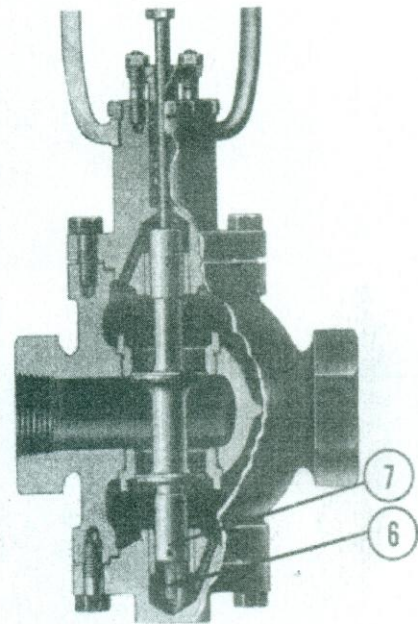
① Regulator Capacity Tables are included to provide convenience on common application limitations. If your particular service conditions are not listed in the Regulator Capacity Table, calculate the required Cv for selecting the correct regulator size.

② This Regulator Capacity Table is based on full area trim. Multiply capacity by 0.4 when using (0.4) factor trim.

SD CY5256 9/96
Models 525/526



Model 525 Reducing Regulator
Model 525-50 Differential Pressure Reducing Regulator



Model 526 Back Pressure Regulator
Model 526-50 Differential Back Pressure Regulator

SET – STOP CONTROL VALVE



Smith Meter® Valves
**Model 210 Digital
 Electro-Hydraulic Set-Stop**
 Specifications

Issue/Rev. 0.9 (2/12)

Bulletin SS03009

The **Smith Meter® Model 210 Valve** is typically used in conjunction with either the **Smith Meter AccuLoad®** or **microLoad Preset Controllers** for loading and unloading at truck racks, bulk plants, or processing installations.

Features

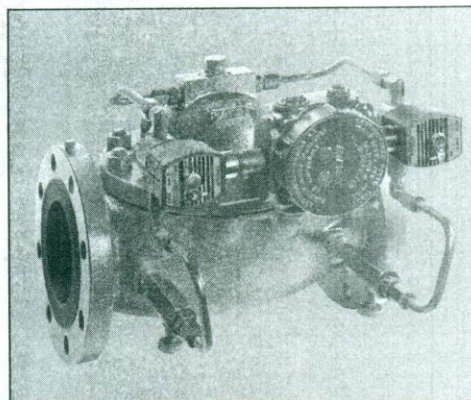
- Simple control loop
- Control loop needle valves for tuning
- Low pressure drop
- Separate opening and closing speed control
- Compound spring
- Horizontal or vertical applications
- Full range of optional control functions

Optional

- **2" Reduced Port Valve** – Ideal for renewable fuels blending, controlling flow down to 3 GPM.

Operation

The Smith Meter Model 210 Valve is a Smith Meter 200 Series Valve with two solenoid controls (see Figure 1). The normally-open (N.O.) and normally-closed (N.C.) solenoids, located in the upstream and downstream portions of the control loop, respectively, control the operation of the valve. With both solenoids energized, high upstream pressure is blocked allowing the product in the



cover to vent to low downstream pressure, opening the main valve. Conversely, de-energizing both solenoids allows high upstream pressure to close the valve.

Energizing just the N.O. solenoids locks fluid in the valve cover, which locks the valve poppet in a fixed position, to maintain a constant flow rate as long as operating conditions do not change. When operating conditions (e.g., pressures) change, causing a change in flow rate for that fixed valve opening, the flow controller (e.g. AccuLoad or microLoad) signals the appropriate solenoid to open momentarily to readjust flow rate back to its set value. When the set flow rate changes (e.g., from low flow start to high flow limit, or during multi-step valve shutdown), the appropriate solenoid is signalled to open until flow rate adjusts to the new set value. See Figure 2 for a typical truck loading flow rate sequence.

Located between each solenoid and the main valve port is a valve response control device, typically a needle valve.

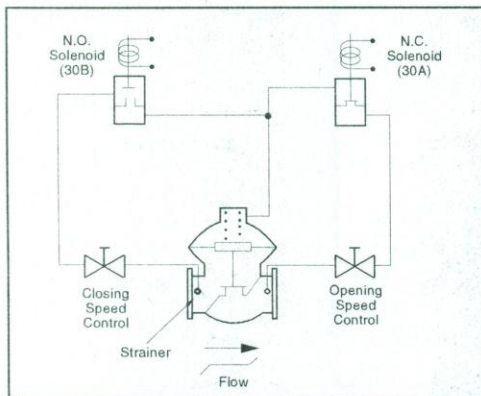


Figure 1 – Model 210 Valve Schematic

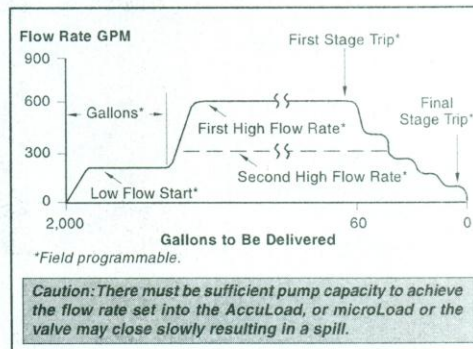


Figure 2 – Typical Load Cycle

This device is used to fine tune the opening/closing rate of the valve, as well as providing total control loop isolation for ease of service. Adjustment of these devices controls the flow to the cover chamber, permitting adjustments based on product viscosities and pressures.

Voltage (Solenoids)

Standard: 120 Vac / 60 Hz or 110 Vac / 50 Hz.
 Optional: 240 Vac / 60 Hz or 220 Vac / 50 Hz.
 24 Vdc.
 12 Vdc.
 Other voltages, consult factory.

Specifications

Maximum Viscosity

Up to 200 SSU (40 mPa*s)¹.
 Above 200 SSU (40 mPa*s), consult factory.

Pressure Rating/Connections^{2, 3, 4}

Class 150 ASME, 285 psi (19.6 bar)
 Class 300 ASME, 300 psi (20.7 bar)

Temperature Range

Valve Elastomer	Temperature Range ^{2, 5}
LS (Low Swell) Buna	-20°F to 200°F (-28°C to 93°C)
Buna-N	-20°F to 200°F (-28°C to 93°C)
Viton	-20°F to 350°F (-28°C to 177°C)

Materials of Construction

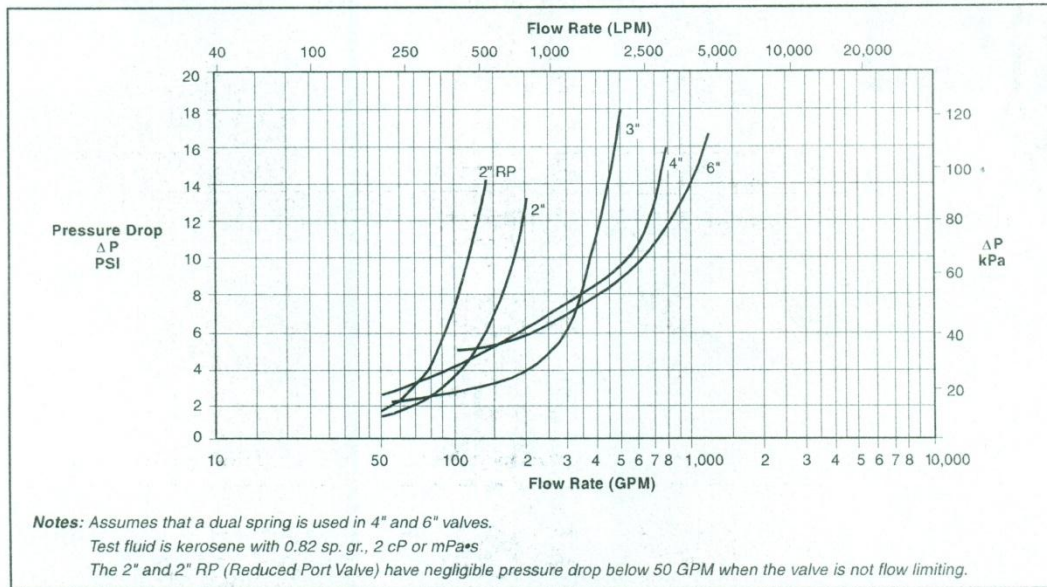
	Housing	Internals	Seals
Main Valve	Cast Steel	Stainless Steel, Carbon Steel, Ni-Resist Ductile Iron	Low Swell Buna (Std.), Viton-A or Buna (Opt.)
Solenoid Valves	Stainless Steel	Stainless Steel	Viton-F (Std.), Buna-N, Chemraz (Opt.)
Needle Valves ⁺	Steel <i>See Note Below</i>	Steel	Viton/Teflon
Tubings & Fittings	— <i>See Note Below</i>	Steel	—
Ball Valves ⁺	Steel <i>See Note Below</i>	Chrome Plated Steel Ball/Steel Body	Teflon

⁺Standard.

^{*}Optional (for 4" and 6" only).

Note: Stainless Steel Ball Valves, Needle Valves, and/or Tubing and Fittings Available.

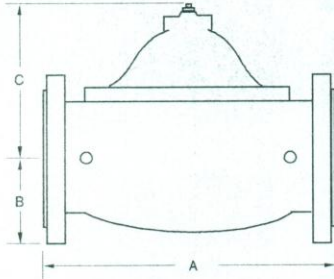
Pressure Drop (When Valve is Not Flow-Limiting or Wide Open)



- 1 1 mPa*s = 1 cP.
- 2 Pressure ratings are based on temperatures of -20°F to 100°F (-28°C to 38°C). For operation at higher temperatures, the maximum working pressure may be derated.
- 3 PED requirements limit applications to liquids with maximum vapor pressures of .5 bar above atmospheric pressure, at maximum allowable temperature.
- 4 PED required for all European countries. Equipment must be manufactured by Ellerbek, Germany facility.
- 5 For temperature outside these ranges, consult factory.

Dimensions

Inches (mm)



Size	A Class 150 ASME Flange	A Class 300 ASME Flange	B Class 150 ASME Flange	B Class 300 ASME Flange	C	Weight (lb)
2" & 2" RP	8.0" (203)	8.5" (216)	3.0" (76)	3.3" (84)	5.5" (140)	46
3"	11.0" (279)	11.8" (300)	3.8" (97)	4.1" (104)	7.0" (178)	83
4"	13.5" (343)	14.1" (358)	4.5" (114)	5.0" (127)	8.0" (203)	136
6"	17.0" (432)	17.9" (455)	5.5" (140)	6.3" (160)	10.8" (274)	258

Note: Dimensions – Inches to the nearest tenth (millimeters to the nearest whole mm), each independently dimensioned from respective engineering drawings.

Revisions included in SS03009 Issue/Rev. 0.9 (2/12):

- Page 1: Removed Model SS1 and MiniLoad controllers; added microLoad controller as option.
- Page 2: Revisions made to Materials of Construction.
- Page 2: Removed epoxy coating from main valve internals under materials of construction.
- Page 2: Voltage (Solenoids) revised.

The specifications contained herein are subject to change without notice and any user of said specifications should verify from the manufacturer that the specifications are currently in effect. Otherwise, the manufacturer assumes no responsibility for the use of specifications which may have been changed and are no longer in effect.

Contact information is subject to change. For the most current contact information, visit our website at www.fmctechnologies.com/measurementsolutions and click on the "Contact Us" link in the left-hand column.

Headquarters:

500 North Sam Houston Parkway West, Suite 100, Houston, TX 77067 USA, Phone: +1 (281) 260 2190, Fax: +1 (281) 260 2191

Measurement Products and Equipment:

Erie, PA USA +1 (814) 898 5000
 Ellerbek, Germany +49 (4101) 3040
 Barcelona, Spain +34 (93) 201 0989
 Beijing, China +86 (10) 6500 2251
 Buenos Aires, Argentina +54 (11) 4312 4736
 Burnham, England +44 (1628) 603205

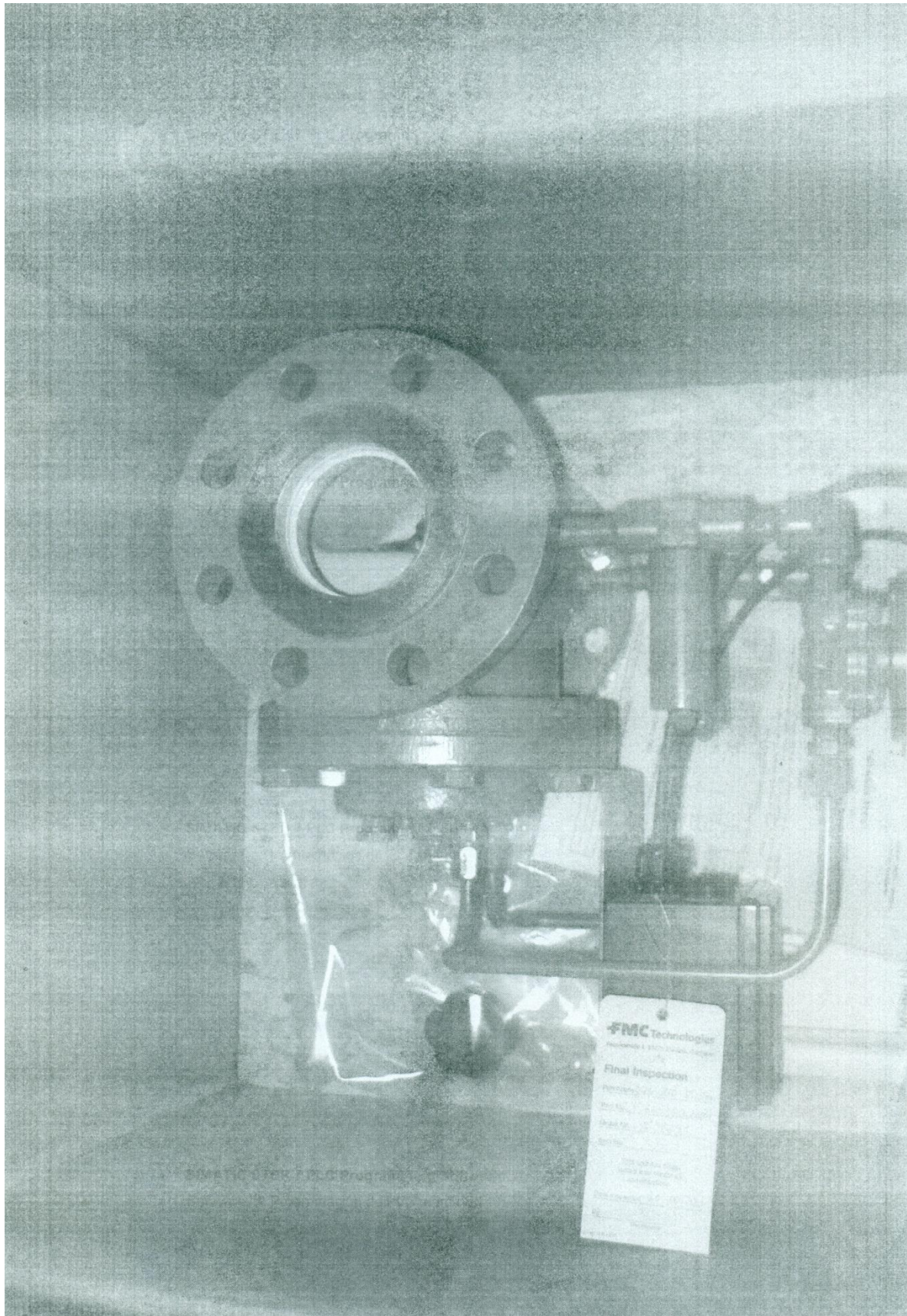
Dubai, United Arab Emirates +971 (4) 883 0303
 Los Angeles, CA USA +1 (310) 328 1236
 Melbourne, Australia +61 (3) 9807 2818
 Moscow, Russia +7 (495) 5648705
 Singapore, +65 6861 3011

Integrated Measurement Systems:

Corpus Christi, TX USA +1 (361) 289 3400
 Kongsberg, Norway +47 (32) 286700
 Dubai, United Arab Emirates +971 (4) 883 0303

Visit our website at www.fmctechnologies.com/measurementsolutions

Printed in U.S.A. © 2/12 FMC Technologies Measurement Solutions, Inc. All rights reserved. SS03009 Issue/Rev. 0.9 (2/12)



PLANOS

PLANO DE ARQUITECTURA MECÁNICA DEL SKID DE MEDICIÓN

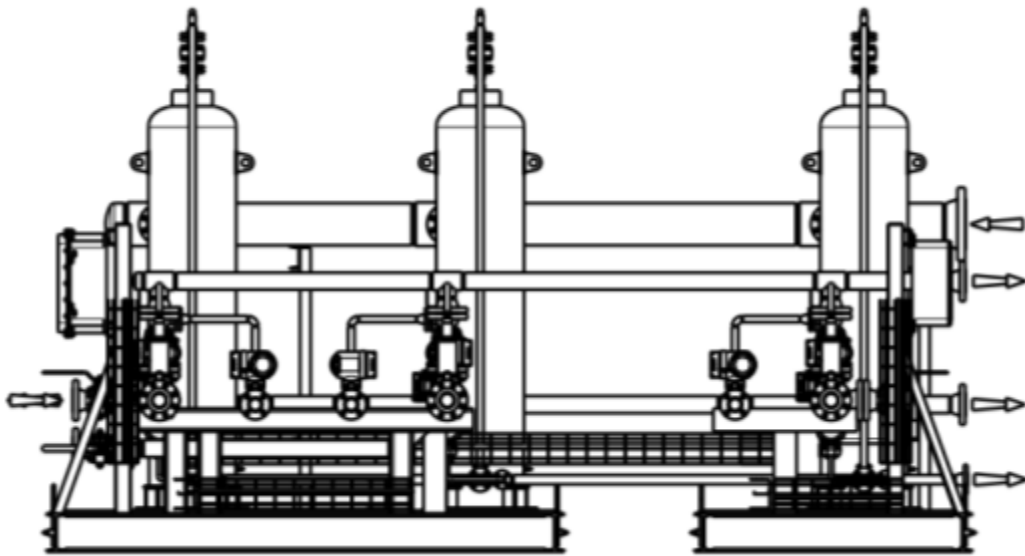


Imagen 94: Front View Del SKID

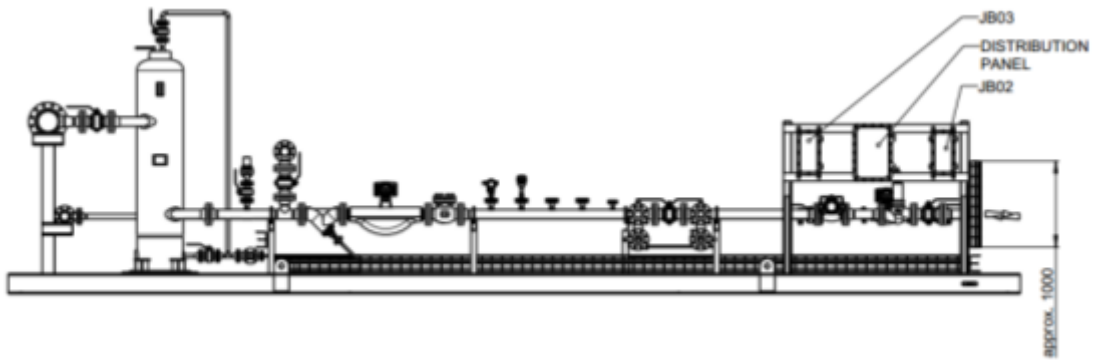


Imagen 95: Lateral View del SKID

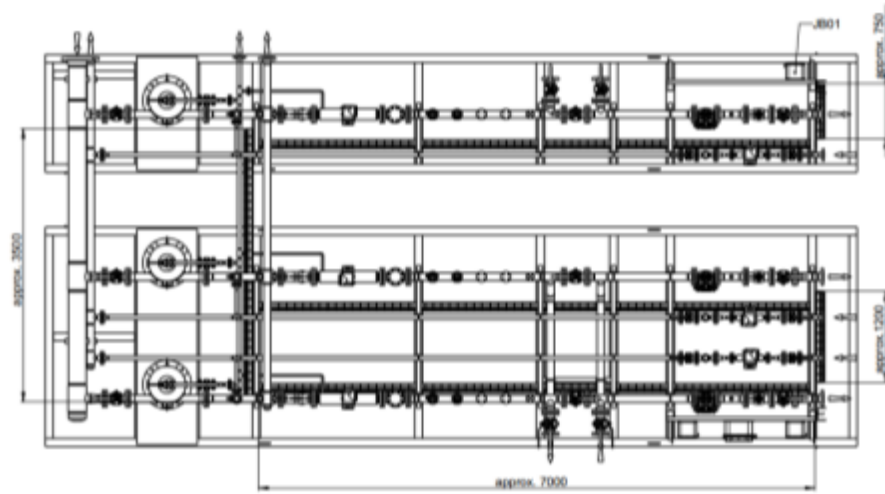


Imagen 96: Top View Del SKID.

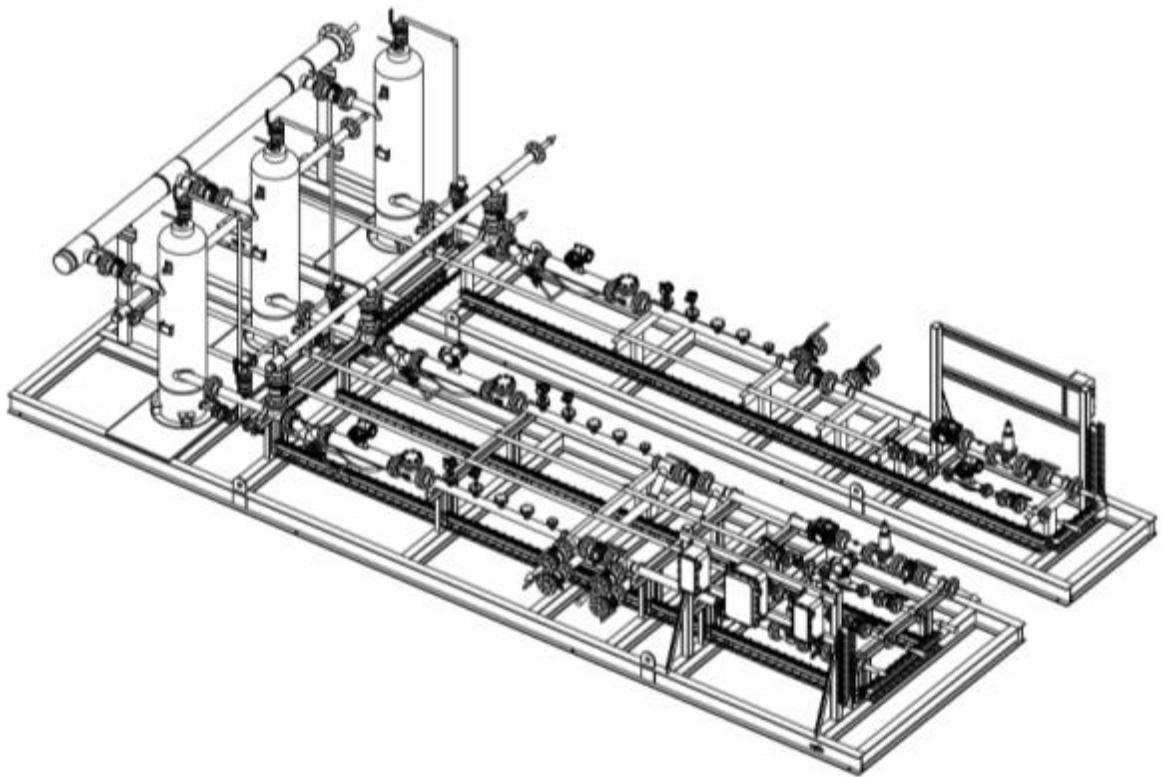


Imagen 97: General Arrangement Del SKID.

PLANO 3D DEL SKID DE MEDICIÓN

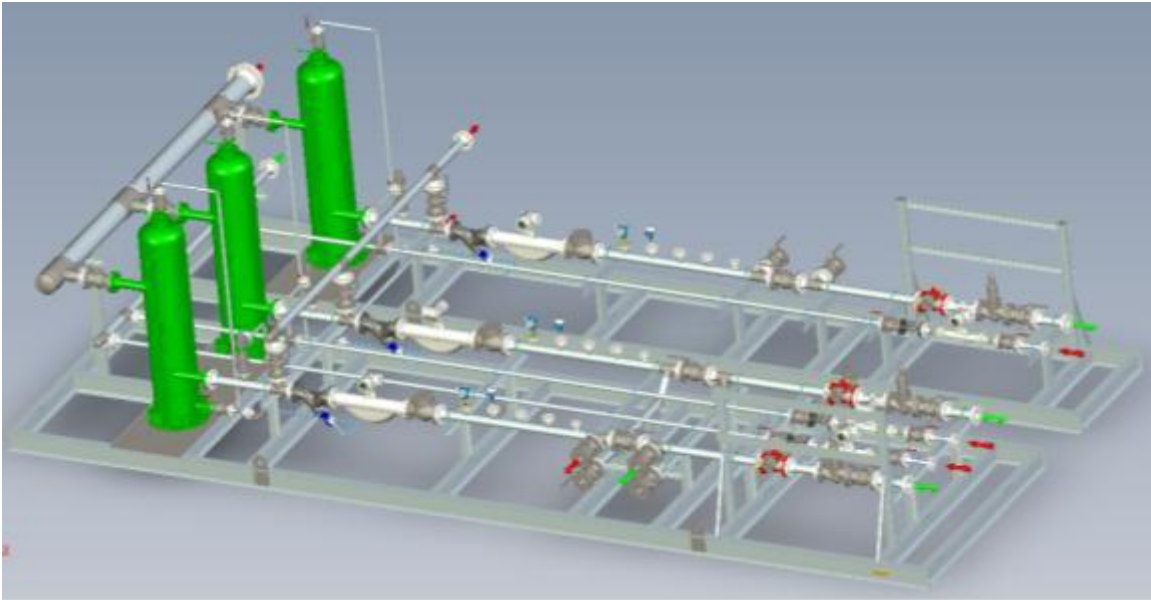


Imagen 98: Imagen del SKID 3D.

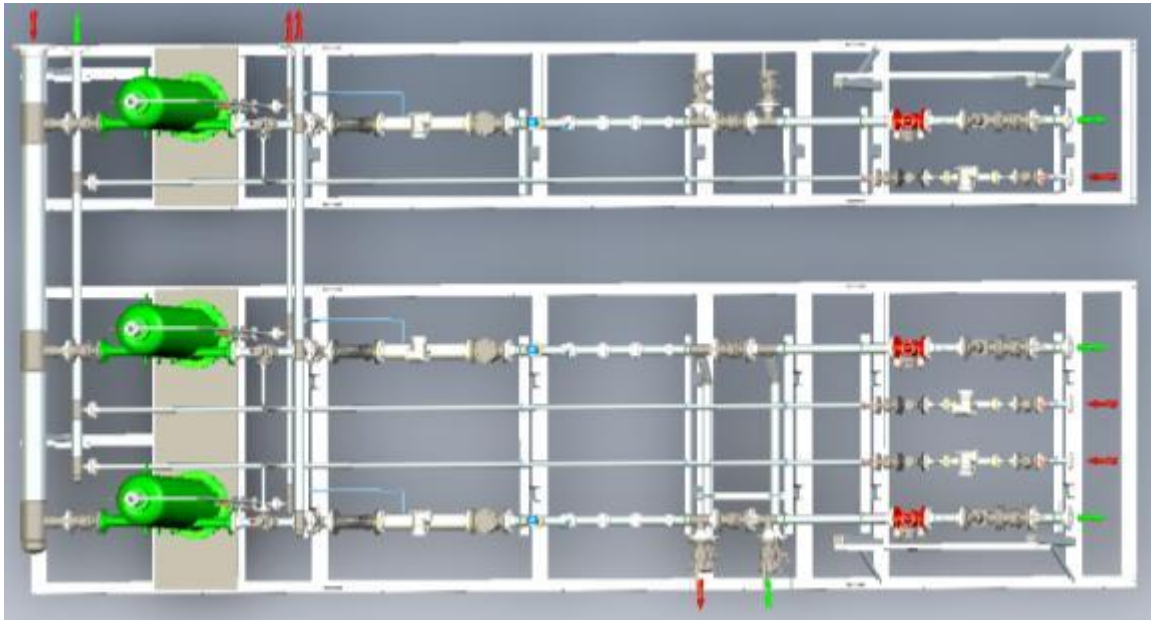


Imagen 99: Top View Del SKID en 3D.

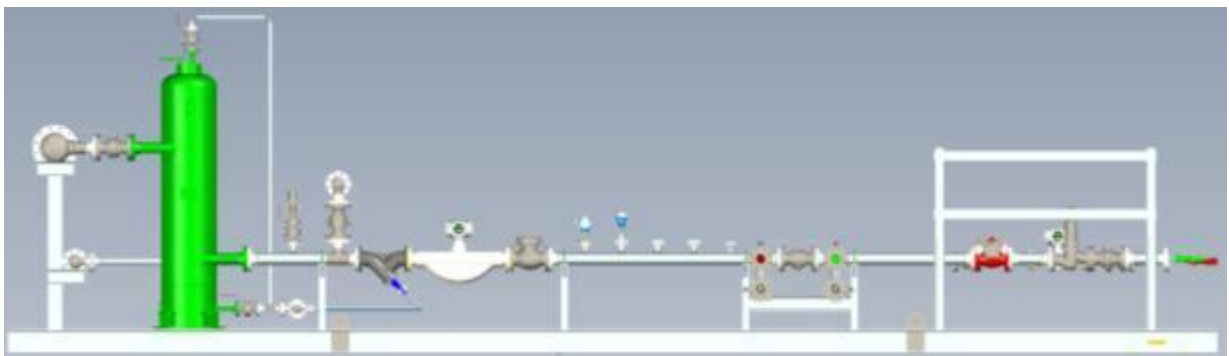


Imagen 100: Lateral View del SKID en 3D.

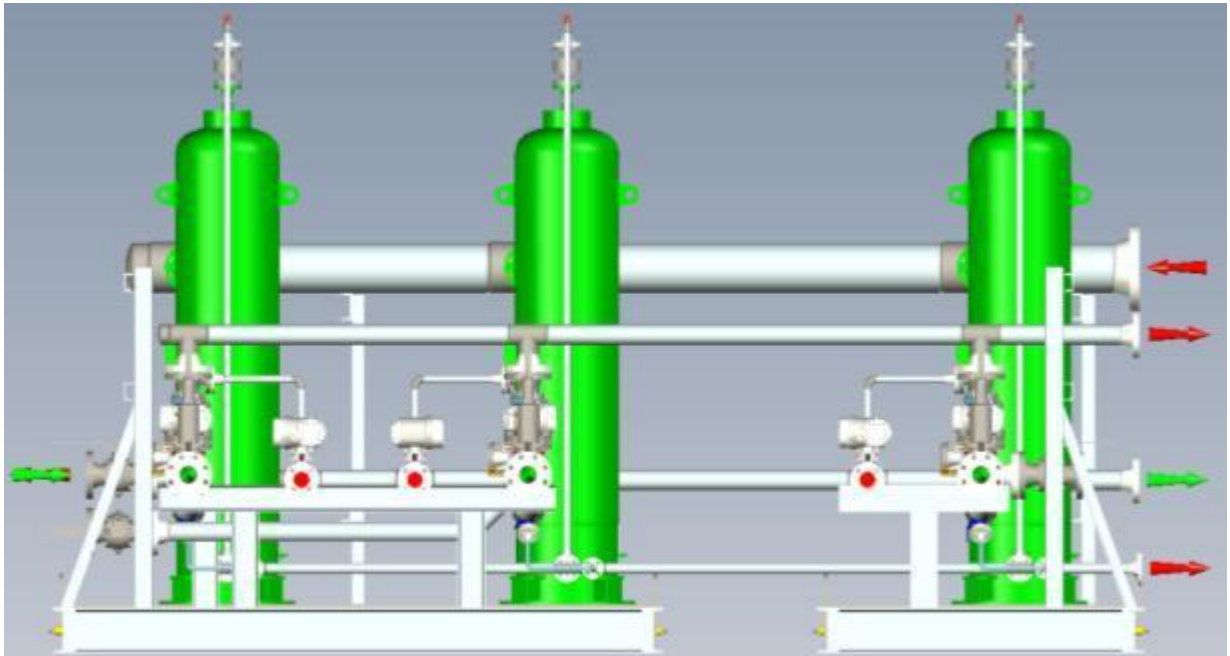


Imagen 101: Front View Del SKID en 3D.

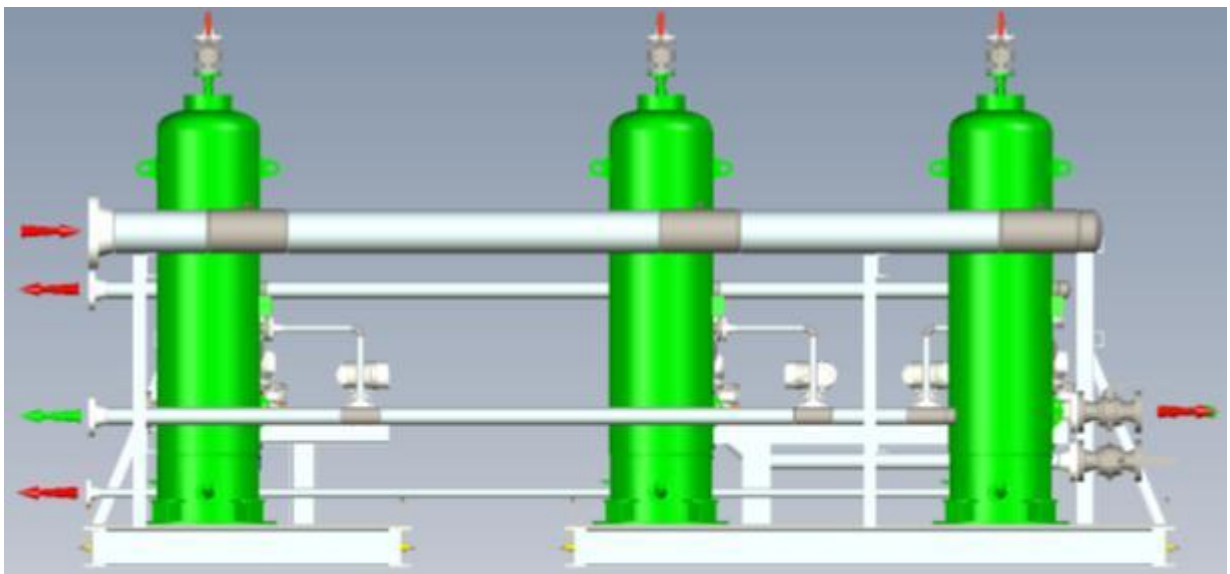


Imagen 102: Back View Del SKID en 3D.