



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Campus Santo Domingo
ARTURO RUIZ MORA

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA Y AUTOMATIZACIÓN

Tesis previa a la obtención del título de:

**INGENIEROS ELECTROMECAANICOS, MENCIÓN EN AUTOMATIZACIÓN
INDUSTRIAL**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DINÁMICO ORIENTADO A
PRÁCTICAS DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL, SUPERVISADO Y
CONTROLADO MEDIANTE UN HMI PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA DE LA UTE SANTO DOMINGO**

Estudiantes:

JEAN CARLOS SIMANCAS VARGAS

LUIS MIGUEL ORDÓÑEZ ROMERO

Director de tesis

ING. JORGE TERÁN

Santo Domingo – Ecuador

Julio, 2012

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DINÁMICO ORIENTADO A PRÁCTICAS DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL, SUPERVISADO Y CONTROLADO MEDIANTE UN HMI PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UTE SANTO DOMINGO.

Ing. Jorge Terán
DIRECTOR DE TESIS

A P R O B A D O

Ing. Marcelo Estrella
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. Víctor Armijos
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Ing. Holger Jami
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Santo Domingo.....de.....del 2012.

Autores: JEAN CARLOS SIMANCAS VARGAS
LUIS MIGUEL ORDÓÑEZ ROMERO

Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EQUINOCCIAL.

Título de Tesis: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO
DINÁMICO ORIENTADO A PRÁCTICAS DE
INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL,
SUPERVISADO Y CONTROLADO MEDIANTE
UN HMI PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA DE LA UTE SANTO
DOMINGO.

Fecha: JULIO, 2012

El contenido del presente trabajo, está bajo la responsabilidad de los autores.

Luis Miguel Ordóñez Romero
CI. 171926694-0

Jean Carlos Simancas Vargas
CI. 172215495-0

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Campus Santo Domingo
ARTURO RUIZ MORA

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo.....de.....del 2012.

Ing. Marcelo Estrella

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Estimado Ingeniero

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por los señores: **JEAN CARLOS SIMANCAS VARGAS Y LUIS MIGUEL ORDÓÑEZ ROMERO**, cuyo tema es: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DINÁMICO ORIENTADO A PRÁCTICAS DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL, SUPERVISADO Y CONTROLADO MEDIANTE UN HMI PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UTE SANTO DOMINGO”**, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Jorge Terán
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

El presente proyecto de tesis está dedicado de manera muy especial a mis padres, quienes con su apoyo incondicional desde el inicio de mi carrera me han motivado a seguir adelante y no rendirme ante ningún obstáculo que se me presente.

Además dedico este proyecto a mi esposa que ha sido mi pilar de apoyo en cada momento, y me ha sabido apoyar para poder culminar con éxito mi tesis de grado.

Luis.

Dedico este trabajo a Dios, quien estuvo conmigo siempre, ayudándome, apoyándome y cuidándome para poder llegar hasta este momento muy importante en mi vida.

A mis padres, las personas más importantes para mí, quienes con su ejemplo y humildad, supieron llenarme de valores y principios que estarán presentes hasta el final de mis días, ellos han sido son y serán, la razón por la que siempre estaré agradecido.

Y a mi familia quienes con los momentos de felicidad y momentos difíciles, pero siempre en unión y compañía, hicieron más satisfactoria la culminación de mis metas.

Jean Carlos.

AGRADECIMIENTO

Mil gracias a todos quienes estuvieron siempre pendiente de mí, a mis padres, mi tía, mi esposa.

Gracias a todos ellos por parte de mi vida y de esta nueva meta que cumplido con éxito.

Luis.

Quiero agradecer de manera muy especial a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento final en mi carrera académica, por haber estado conmigo y no permitir que desista, por haberme dado todas las oportunidades que tuve para salir adelante siempre, por confiar y seguir confiando en mí.

A mis padres, por darme todo su amor y su apoyo incondicional, haciendo nacer en mi corazón el deseo de esforzarme más cada día, y así corresponder en algo todo el esfuerzo y sacrificio necesarios que han tenido que hacer para ayudarme a culminar esta etapa importante de mi vida.

Finalmente a todos mis amigos y compañeros de clase durante todos estos años, quien encuentra un amigo encuentra un tesoro, y me siento muy afortunado de haber hecho buenos amigos durante el tiempo de estudio en la Universidad, siempre apoyándonos en todo momento, en las buenas y en las malas, a todos mis amigos, Muchas Gracias.

Jean Carlos.

INDICE DE CONTENIDO

Tema	Pág.
Portada	i
Hoja de sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal	ii
Hoja de responsabilidad de los autores	iii
Informe de aprobación del director de tesis	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de tablas	xv
Índice de figuras	xvi
Resumen ejecutivo	xxii
Ejecutive Summary	xxiii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes	1
1.1.1 Antecedentes Históricos	1
1.1.2 Antecedentes Científicos	1
1.1.3 Antecedentes Prácticos	2
1.1.4 Importancia del Estudio	2
1.1.5 Situación actual del tema de Investigación	3
1.2 Limitaciones del Estudio	3
1.3 Alcance del Trabajo	4
1.4 Objeto de Estudio	4
1.5. Objetivo General de Estudio	4
1.5.1 Objetivo General	4
1.5.2 Objetivos Específicos	5
1.6 Justificación ..	5

1.7 Hipótesis o idea a defender.....	6
1.8. Aspectos metodológicos del estudio.....	7
1.8.1 Unidad de análisis.....	7
1.8.2 La población de estudio y sus características.....	7
1.8.3 Tipo y nivel de la Investigación.....	7
1.8.4 Método o métodos de estudio.....	7

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1. Sensores.....	8
2.1.1 Definición de sensor.....	9
2.1.2 Características generales de los sensores.....	9
2.1.3 Principio de funcionamiento de los sensores.....	10
2.1.4. Tipos de sensores.....	12
2.1.4.1. Sensores de temperatura.....	14
2.1.4.1.1 Termopares.....	14
2.1.4.1.2 Resistivos.....	21
2.1.4.1.3 Semiconductores – termistores.....	25
2.1.4.2. Sensores de posición.....	30
2.1.4.2.1 Micro-interruptores (finales de carrera).....	31
2.1.4.2.2 Sensores inductivos.....	33
2.1.4.2.3 Sensores capacitivos.....	40
2.1.4.2.4 Sensores fotoeléctricos.....	44
2.1.4.3. Sensores de presión.....	47
2.1.4.3.1 Sensores de presión resistivos.....	49
2.1.4.3.2 Sensores de presión piezo-cerámicos/multicapa.....	50
2.1.4.3.3 Sensores de presión con semiconductores.....	50
2.1.4.4. Sensores de nivel.....	51
2.1.4.4.1 Sensor de nivel tipo sonda.....	52
2.1.4.4.2 Sensor de nivel tipo flotador.....	53
2.1.4.4.3 Sensor de nivel de presión diferencial.....	53

2.1.4.4.4 Sensor de nivel por burbujeo	54
2.1.4.4.5 Sensor de nivel radioactivo	55
2.1.4.4.6 Sensores de nivel capacitivos	55
2.1.4.4.7 Sensor de nivel ultrasónico	56
2.1.4.4.8 Sensor de nivel conductivo o resistivo	58
2.1.4.5. Sensores de desplazamiento.....	58
2.1.4.5.1 Sensores de distancia por cable	59
2.1.4.5.2 Sensores de distancia magnetostrictivos.....	60
2.1.4.5.3 Sensores de distancia - encoders magnéticos	61
2.1.4.5.4 Sensores de distancia - potenciómetros lineales	62
2.1.4.6. Sensores de peso	62
2.1.4.6.1 Celdas de carga basadas en galgas extensiométricas.....	63
2.1.4.6.2 Celdas de carga de compresión.....	64
2.1.4.6.3 Celdas de carga de tensión y compresión	64
2.1.4.6.4 Celdas de carga con viga en forma de s.....	65
2.1.4.6.5 Celdas de carga de flexión de viga	66
2.1.4.6.6 Celdas de carga de un solo punto.....	66
2.1.4.6.7 Celdas de carga analógica.....	67
2.1.4.6.8 Galga extensiométrica.....	69
2.1.4.7. Sensores de flujo	71
2.1.4.7.1 De pistón.....	74
2.1.4.7.2 De paleta (compuerta).....	75
2.1.4.7.3 De elevación (tapón).....	75
2.1.5 Aplicaciones generales de los sensores.	77
2.2. Transductores.....	77
2.2.1 Definición	77
2.2.2 Principio de funcionamiento	78
2.2.3. Tipos de transductor.....	79
2.2.3.1 Transductores de contacto	79
2.2.3.2 Transductores de haz angular	80
2.2.3.3 Transductores de un solo elemento.....	81
2.2.3.4 Transductores de doble elemento	81

2.2.3.5 Transductores de inmersión	82
2.3 Monitoreo y control de diferentes variables físicas.....	83
2.4 Sistema hmi para control y supervisión del módulo.....	83
2.5. Introducción al diseño y desarrollo del sistema hmi.....	85
2.5.1 Características del software intouch	86
2.5.2 Beneficios	86
2.5.3 Capacidades	87

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Introducción	88
3.2. Tipos de Investigación	88
3.2.1 Por el grado de abstracción	88
3.2.2 Según el objeto de estudio	89
3.2.3 Según las variables.....	89
3.2.4 Por la dimensión cronológica	89
3.3. Método de investigación.....	89
3.3.1 Método de la medición	90
3.3.2 Método experimental	90
3.4 Población y Muestra	90
3.5 Condiciones de Prueba.....	90

CAPÍTULO IV

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DINÁMICO ORIENTADO A PRÁCTICAS DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

4.1 Introducción	92
4.2. Instrumentos del módulo	93
4.1.1 Descripción de operación.....	99
4.1.2. Indicación de instalación y funcionamiento de equipos	100

4.1.2.1	Equipo para medición de flujo.....	100
4.1.2.2	Equipo para medición de presión.....	100
4.1.2.3	Equipo para medición de nivel	101
4.1.2.4	Equipo para medición de peso	101
4.1.2.5	Equipo para medición de posición.....	102
4.1.2.6	Equipo para medición de temperatura	102
4.1.2.7	Equipo para medición de proximidad.....	103
4.1.2.8	Equipo adicional para detección de cambio de color	104
4.3.	Manual de funcionamiento de los instrumentos del módulo	104
4.3.1	Indicador digital entrada de 4-20ma	104
4.3.2	Sensor capacitivo modelo cm18-12npp-kw1.....	162
4.3.3	Sensor inductivo modelo ak1-ap-2a	167
4.3.4	Controlador de temperatura btc-901	170
4.3.5	Interruptor de flujo miniatura flotect serie v10.....	174
4.3.6	Rtd – conexión de cabezal con 1/2” npt roscada hexagona.....	180
4.3.7	Sensor fotoeléctrico reflex	183
4.3.8	Sensor de fibra óptica serie brf-p stand-alone cable type brf-n / brf-p	186
4.3.9	Termocupla tipo j.....	191
4.3.10	Encoder incremental hohner serie 21 push-pull	193
4.3.11	Transmisor de peso para celda de carga.	195
4.3.12	Indicador de flujo con mirilla midwest serie sfi-800 para aire y agua.	197
4.3.13	Transductor de presión 0-200 psi jumo 401001.4	203
4.3.14	Sensor de nivel ultrasónico con salida 4-20ma.....	205
4.4.	Diseño del hmi para el modulo de instrumentacion industrial	210
4.4.1.	Circuitos de programación del plc twido.....	210
4.4.1.1	Programación de la variable de nivel.....	210
4.4.1.2	Programación de la variable de presión.....	210
4.4.1.3	Programación de la variable de temperatura.....	211
4.4.1.4	Programación de la variable de flujo	211
4.4.1.5	Programación de la variable de posición	212
4.4.1.6	Programación de la variable de peso	212
4.4.2.	Configuración del i/o server par la comunicación modbus	213

4.4.2.1 Configuración del puerto com del i/o server modicon modbus.....	213
4.4.2.2 Parámetros de comunicación.	213
4.4.2.3 Topic definition.....	214
4.4.3. Configuración de las variables en el hmi intouch.....	215
4.4.3.1 Variable nivel.....	215
4.4.3.2 Variable presión.....	216
4.4.3.3 Variable temperatura.....	216
4.4.3.4 Variable flujo.....	217
4.4.3.5 Variable posición.....	218
4.4.3.6 Variable peso.	218
4.4.4. Despliegue de ventanas del hmi intouch para la comunicación de los instrumentos del módulo.	219
4.4.4.1 Ventana “menú”.....	219
4.4.4.2 Ventana para la visualización de la variable presión.....	220
4.4.4.3 Ventana para la visualización de la variable nivel.....	221
4.4.4.4 Ventana para la visualización de la variable temperatura.....	222
4.4.4.5 Ventana para la visualización de la variable flujo.	223
4.4.4.6 Ventana para la visualización de la variable peso.	224
4.4.4.7 Ventana para la visualización de la variable posición.	225
4.5. Pruebas de funcionamiento modulo dinamico.....	226
4.5.1 Sensor de nivel ultrasónico.....	226
4.5.2 Indicador de flujo tipo turbina con salida de pulsos.....	227
4.5.3 Transductor de presión con salida 4-20ma.....	228
4.5.4 Transmisor de celda de carga salida 4-20ma.	229
4.5.5 Encoder incremental 500p/r.....	231
4.5.6 Sensor de proximidad capacitivo.....	232
4.5.7 Sensor de proximidad inductivo.....	233
4.5.8 Sensor fotoeléctrico.....	234
4.5.9 Rtd y termocupla tipo j.....	235

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	264
5.2 Recomendaciones.....	265
BIBLIOGRAFÍA.....	266
ANEXOS.....	268

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tipos de sensores.....	13
Tabla 2.2 Características generales de los termopares.	17
Tabla 2.3 Colores de aislamiento de alambres de extensión.	20
Tabla 2.4 Propiedades de los materiales de fabricación una RTD	22
Tabla 2.5 Valores estándar de resistencia para Pt100 $\alpha=0.00385 \Omega/\Omega/K$	23
Tabla 2.6 Factor de corrección de sensores de proximidad para distintos metales	39
Tabla 2.7 Comparación de los distintos sensores de flujo.....	73
Tabla 4.1 Instrumentos y equipos a instalarse en el módulo	94
Tabla 4.2 Características del indicador digital.....	106
Tabla 4.3 Características de la salida lineal:.....	107
Tabla 4.4 Características alimentación Voltaje DC (instalado en la salida 2).....	108
Tabla 4.5 Configuración de Valores de control Heat (Caliente)-Cool (Frío).	121
Tabla 4.6 Guía de Ajuste	136
Tabla 4.7 Respuesta de excepción	142
Tabla 4.8 Parámetros de configuración del indicador digital	142
Tabla 4.9 Código de programación.....	145
Tabla 4.10 Valores de la escala de alto / bajo para SP1, INLO, INHI, SP1L, SP1H, la Caja, PV y SV.....	145
Tabla 4.11 Valores de la escala de alto/bajo para PB, O1HY, RR,y O2HY ALHY.	146
Tabla 4.12 Valores alto/bajo para SP3.....	146
Tabla 4.13 Valores alto/bajo para SP2.....	146
Tabla 4.14 Mensajes Modbus de valores hexadecimales de comunicación.	148
Tabla 4.15 Códigos de error y acciones correctivas	150
Tabla 4.16 Descripción de parámetros	155
Tabla 4.17 Características del sensor inductivo.....	162
Tabla 4.18 Constantes dieléctricas de materiales industriales	165
Tabla 4.19 Especificaciones del sensor inductivo	167
Tabla 4.20 Factor de corrección para materiales que no son de Acero Dúctil	170
Tabla 4.21 Características del interruptor de flujo tipo paleta.....	176
Tabla 4.22 Características el Platino comparadas con otros materiales	182

Tabla 4.23 Especificaciones del sensor fotoeléctrico réflex.....	185
Tabla 4.24 Especificaciones del sensor de fibra óptica	188
Tabla 4.25 Características mecánicas del encoder hohner.	193
Tabla 4.26 Distancias mínimas de instalación de sensores ultrasónicos	206
Tabla 4.27 Datos técnicos de los sensores ultrasonicos de la serie UM30.....	208

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Historia de los sensores	8
Figura 2.2 Sensor de presión absoluta	12
Figura 2.3 Diagrama de un termopar	15
Figura 2.4 Esquema convencional de un termopar.....	15
Figura 2.5 Esquema de un Termopar.....	17
Figura 2.6. Componentes del Termopar.	17
Figura 2.7 Símbolo de una RTD.....	21
Figura 2.8 Efecto de la resistencia de los hilos de interconexión	24
Figura 2.9 Medida a cuatro hilos	25
Figura 2.10 Símbolos de Termistores.	26
Figura 2.11 Termistor tipo perla	27
Figura 2.12 Termistor tipo chip.	28
Figura 2.13 Termistor tipo disco.....	29
Figura 2.14 Termistor tipo axial.	29
Figura 2.15 Final de carrera tipo palanca.	32
Figura 2.16 Final de carrera tipo rodillo.	32
Figura 2.17 Formas constructivas de los sensores inductivos	33
Figura 2.18 Diagrama de bloques y detalle del núcleo captador de los sensores inductivos.....	34
Figura 2.19 Sensor inductivo	35
Figura 2.20 Componentes de un sensor inductivo	35
Figura 2.21(a) Principio de Operación de un sensor inductivo con material atenuante .	36
Figura 2.21(b) Principio de Operación Target de un sensor inductivo.....	36
Figura 2.22 Sensor inductivo blindado	37

Figura 2.23 Sensor inductivo no blindado.....	38
Figura 2.24 Grueso del objetivo de un sensor inductivo	39
Figura 2.25 Ejemplos de aplicación de los sensores inductivos	40
Figura 2.26 Sensor capacitivo.....	41
Figura 2.27 Principio de operación de un sensor capacitivo	41
Figura 2.28 Operación de los sensores capacitivos.	42
Figura 2.29 Relación de constantes dieléctricas y distancia del sensado	43
Figura 2.30 Ejemplos de aplicación de los sensores capacitivos.....	43
Figura 2.31 Célula fotoeléctrica de barrera.	44
Figura 2.32 Sensor fotoeléctrico Reflex	45
Figura 2.33 Sensor fotoeléctrico difusor.....	45
Figura 2.34 (a) Esquema de conexión de un sensor fotoeléctrico réflex (Ausencia de un objeto)	46
Figura 2.34 (b) Esquema de conexión de un sensor fotoeléctrico réflex. (Presencia de un objeto).	46
Figura 2.35 Sensor de presión MPX Series	47
Figura 2.36 Esquema del interior de algunos sensores de presión	48
Figura 2.37 Sensor de presión resistivo.	49
Figura 2.38 Sensor de presión piezo-cerámico.	50
Figura 2.39 Sensor de presión con semiconductores.	50
Figura 2.40 Sensor de nivel tipo sonda.....	52
Figura 2.41 Sensor de nivel tipo flotador	53
Figura 2.42 Sensor de nivel de presión diferencial.....	54
Figura 2.43 Sensor de nivel por burbujeo.....	54
Figura 2.44 Sensor de nivel radioactivo	55
Figura 2.45 Sensor de nivel capacitivo	55
Figura 2.46 Esquema sensor de nivel ultrasónico.....	56
Figura 2.47 Esquema sensor de nivel conductivo.....	58
Figura 2.48 Sensores de desplazamiento	58
Figura 2.49 Sensores de distancia por cable	59
Figura 2.50 Sensores de distancia magnetostrictivos.	60
Figura 2.51 Principio Inductivo de los Encoders.....	61

Figura 2.52 Sensor de distancia – potenciómetros lineales	62
Figura 2.53 Celda de carga de compresión.....	64
Figura 2.54 Celda de carga de tensión y compresión	65
Figura 2.55. Celda de carga con viga en forma de S.	65
Figura 2.56 Celda de carga de flexión de viga	66
Figura 2.57 Celda de carga de un solo punto.....	67
Figura 2.58 Galga extensiométrica	70
Figura 2.59 Sensor de flujo tipo turbina	71
Figura 2.60 Sensor de flujo tipo pistón.....	74
Figura 2.61 Interruptor de flujo tipo paleta.....	75
Figura 2.62 Sensor de flujo d elevación	76
Figura 2.63 Transductor.....	78
Figura 2.64 Transductor de contacto	80
Figura 2.65 Transductor de haz angular	80
Figura 2.66 Transductor de un solo elemento.....	81
Figura 2.67 Transductor de doble elemento	82
Figura 2.68 Transductores por inmersión	83
Figura 4.1 Espacio de instalación del módulo	93
Figura 4.2 Vista Previa Completa del Módulo.	95
Figura 4.3 (a) Vista Previa Panel Frontal.	96
Figura 4.3 (b) Vista Final Panel Frontal	96
Figura 4.4 (a) Vista Previa del Panel Base Inferior	97
Figura 4.4 (b) Vista Final del Panel Base Inferior.....	97
Figura 4.5 Construcción del Módulo Dinámico	98
Figura 4.6 Módulo Dinámico Terminado.	98
Figura 4.7 Indicador de digital entrada de 4 – 20mA	104
Figura 4.8 Diagrama de conexión del indicador C21	110
Figura 4.9 Conexiones de la fuente de alimentación	112
Figura 4.10 Cableado de entrada del sensor	113
Figura 4.11 Salida 1 para relé o Triac (SSR) para impulsar la carga	113
Figura 4.12 Salida 1 para relé o Triac (SSR) para impulsar el Contactor	113
Figura 4.13 Salida 1 pulso de voltaje para impulsar la SSR.....	114

Figura 4.14 Salida 1 corriente lineal	114
Figura 4.15 Salida 1 voltaje Lineal	114
Figura 4.16 Salida 2 para relé o Triac (SSR) para impulsar la carga	115
Figura 4.17 Salida 2 para relé o Triac (SSR) para impulsar el Contactor	115
Figura 4.18 Salida 2, pulso de voltaje para impulsar la SSR.....	115
Figura 4.19 Salida 2, corriente lineal	116
Figura 4.20 Salida 2, voltaje Lineal	116
Figura 4.21 Salida de alarma para impulsar la carga.....	116
Figura 4.22 Salida de alarma para impulsar el Contactor.....	117
Figura 4.23 Comunicación de Datos.....	117
Figura 4.24 Cableado para RS-232.....	118
Figura 4.25 Configuración del cable RS-232	118
Figura 4.26 Curva de conversión para de valores de proceso Tipo lineal.	120
Figura 4.27 Curva característica de control ON – OFF para solo caliente.....	122
Figura 4.28 Salida 2 (Deviation high alarm)	126
Figura 4.29 Salida 2 (process low alarm)	126
Figura 4.30 Desplazamiento dentro del display.....	129
Figura 4.31 Desplazamiento dentro del display.....	130
Figura 4.32 Curva de la Función Rampa.	131
Figura 4.33 Diagrama del filtro del indicador.	131
Figura 4.34 Efectos del ajuste de PID.....	137
Figura 4.35 Puertos de programación	151
Figura 4.36 Indicación general Display	153
Figura 4.37 Forma de los caracteres del Display.....	153
Figura 4.38 Descripción general del Menú.....	154
Figura 4.39 Dimensiones de montaje	161
Figura 4.40 Terminal conector para C21.	161
Figura 4.41 Bornes de conexión trasera.....	161
Figura 4.42 Diagrama en 3D de un sensor inductivo	162
Figura 4.43 Dimensiones del sensor capacitivo.....	164
Figura 4.44 Diagrama de Conexión.....	164
Figura 4.42 Dimensionamiento del sensor inductivo	167

Figura 4.46 Esquema de conexión PNP 3 hilos.....	168
Figura 4.47 Curva de distancia de sensado de materiales no ferrosos.....	169
Figura 4.48 Controlador de temperatura BTC 901	170
Figura 4.49 Conexión del controlador de temperatura BTC 901	173
Figura 4.50 Interruptor de flujo miniatura flotect serie v10	174
Figura 4.51 Dimensiones del interruptor de flujo tipo paleta	177
Figura 4.52 Circuito de solución a posibles problemas de cargas inductivas.....	179
Figura 4.53 Circuito de solución a posibles problemas de cargas capacitivas.	179
Figura 4.54 Circuito de solución a posibles problemas de cargas con lámparas.....	180
Figura 4.55 RTD Pt100 con cabezal de conexión para ½” NPT roscada hexagonal....	180
Figura 4.56 Conexión de la RTD.	182
Figura 4.57 Sensor fotoeléctrico reflex.....	183
Figura 4.58 Circuito del sensor fotoeléctrico.....	184
Figura 4.59 Terminal de Cámara	184
Figura 4.60 Reflector Estándar	184
Figura 4.61 Conexión posterior del sensor fotoeléctrico réflex.....	186
Figura 4.62 Sensor de fibra óptica	186
Figura 4.63 Partes y Características del sensor de fibra óptica	187
Figura 4.64 Dimensiones y conexión del sensor de fibra óptica	187
Figura 4.65 Instalación de la fibra al sensor	189
Figura 4.66 Ajuste del Potenciómetro del sensor de fibra óptica	190
Figura 4.67 Termocupla tipo J.....	191
Figura 4.68 Funcionamiento de una termocupla tipo J.....	192
Figura 4.69 Dimensiones del encoder hohner serie 21 push-pull.....	193
Figura 4.70 Acoplamiento del Encoder	194
Figura 4.71 Ángulo de soporte del Encoder	195
Figura 4.72 Transmisor de peso para celdas de carga.	195
Figura 4.73 Esquema de conexión de la celda de carga al transmisor de peso.	196
Figura 4.74 Indicador de flujo tipo turbina.....	197
Figura 4.75 Paquete de salida modelo A-711	198
Figura 4.76 Dimensiones del indicador de flujo tipo turbina	202
Figura 4.77 Transductor de presión 0 a 200Psi	203

Figura 4.78 Conexión Eléctrica de un Transductor 3 hilos	204
Figura 4.79 Dimensiones del transductor	204
Figura 4.80 Sensor ultrasonico UM30 – 213113	205
Figura 4.81 Rango de detección de objetos	206
Figura 4.82 Distancias de separación entre sensores ultrasónicos.....	207
Figura 4.83 Dimensiones del sensor ultrasónico UM30-213113.	207
Figura 4.84 Conexionado del sensor ultrasónico.....	208
Figura 4.85 Rangos de detección del sensor ultrasónico	209
Figura 4.86 Dimensiones y esquema de conexión del cable conector hembra del sensor ultrasónico.....	209
Figura 4.87 Ventana de configuracion del puerto Com.....	213
Figura 4.88 Ventana de parámetros de comunicación.	214
Figura 4.89 Ventana de topic definition	214
Figura 4.90 Ventana para configurar la variable de nivel.....	215
Figura 4.91 Ventana para configurar la variable de presion	216
Figura 4.92 Ventana para configurar la variable de temperatura (RTD).....	216
Figura 4.93 Ventana para configurar la variable de temperatura (Termocupla).....	217
Figura 4.94 Ventana para configurar la variable de flujo	217
Figura 4.95 Ventana para configurar la variable de de posicion.	218
Figura 4.96 Ventana para configurar la variable de de peso.....	218
Figura 4.97 Menú principal en el HMI Intouch.....	219
Figura 4.98 Diseño de la variable de presión en el HMI Intouch.....	220
Figura 4.99 Diseño de la variable de nivel en el HMI Intouch.....	221
Figura 4.100 Diseño de la variable de tempearuta en el HMI Intouch.....	222
Figura 4.101 Diseño de la variable de flujo en el HMI Intouch	223
Figura 4.102 Diseño de la variable de peso en el HMI Intouch	224
Figura 4.103 Diseño de la variable de posición en el HMI Intouch.	225
Figura 4.104 Instalación del sensor ultrasónico.....	226
Figura 4.105 Lectura del nivel en el indicador C-21	226
Figura 4.106 Conexión del indicador de flujo con el PLC Twido.....	227
Figura 4.103 Programa en Twido para lectura de Flujo	227
Figura 4.108 Instalación del Transductor de Presión	228

Figura 4.105 Lectura de Presión en el indicador C-21	229
Figura 4.110 Instalación de la Celda de carga	229
Figura 4.111 Conexión del transmisor de la celda de carga	230
Figura 4.112 Lectura del Peso en el indicador C-21.....	230
Figura 4.113 Conexión Twido.	231
Figura 4.114 Programación Twido	232
Figura 4.115 Instalación del sensor capacitivo	232
Figura 4.116 Pruebas de detección	233
Figura 4.117 Instalación y pruebas del sensor Inductivo.....	233
Figura 4.118 Instalación del sensor Fotoeléctrico	234
Figura 4.119 Pruebas de detección	235
Figura 4.120 Conexión de termocupla tipo J	235
Figura 4.121 Pruebas de temperatura	236
Figura 4.122 Lectura en el indicador C-21	236

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente resumen describe brevemente cada capítulo del presente proyecto de tesis.

El capítulo I hace referencia a los antecedentes del proyecto, su respectiva justificación y alcance, así como también los objetivos que se desean lograr y la metodología empleada para la realización del proyecto de tesis.

El capítulo II muestra todo lo referente al marco teórico acerca de los diferentes tipos de sensores así como también los métodos de medición, control y monitoreo que se emplean para las diferentes variables físicas que se van a manejar en el módulo dinámico.

El capítulo III trata acerca del tipo de investigación realizada, los métodos de investigación, las técnicas de investigación empleadas, y la población y muestra que se beneficiará del presente proyecto de tesis.

El capítulo IV muestra el manual de funcionamiento de todos los instrumentos y equipos implementados en el módulo, también se detallan algunas prácticas pre-establecidas para el desarrollo de las prácticas de los estudiantes. Además en este capítulo se muestra el desarrollo del HMI utilizando el software INTOUCH para el control y supervisión del módulo dinámico que utilizaremos para nuestra defensa de tesis.

El capítulo V detalla las conclusiones y recomendaciones a las que hemos llegado con la realización del presente proyecto de tesis.

EJECUTIVE SUMMARY

The following summary briefly describes each chapter of this thesis project.

Chapter I make reference to the history of the project, its respective justification and scope, as well as also the objectives that you want to achieve and the methodology used for the realization of the thesis project.

Chapter II shows everything concerning the theoretical framework about the different types of sensors as well as the methods of measurement, control and monitoring that are used for different physical variables to be handled in the dynamic module.

Chapter III deals with the type of research, research methods, research techniques employed, and population and shows that will benefit from this thesis project.

Chapter IV shows the manual operation of all instruments and equipment implemented in the module, also are some pre-established practices for developing students' practices. Also in this chapter shows the development of HMI using the INTOUCH software for controlling and monitoring the dynamic module will use for our defense of thesis.

Chapter V details the conclusions and recommendations that have come to the realization of this thesis project.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

1.1.1 Antecedentes Históricos

Desde la época de los 80 se inició un estudio de la optimización de los procesos industriales a través de la creación de equipos y sistemas de control y medición.

Este estudio produjo resultados eficientes dando lugar a equipos como; instrumentos indicadores, registradores, transmisores, transductores, receptores y controladores, a través de estos equipos se pudo obtener un control total y exacto de variables físicas tales como, caudal, nivel, presión, temperatura, densidad, humedad, posición, velocidad y frecuencia.

Conforme el paso de los años se ha hecho cada vez más imprescindible el estudio para el mejoramiento de estos equipos, optimizando su capacidad de medición y aumentando su sensibilidad.

Gracias a la instrumentación se establecen parámetros adecuados para el buen funcionamiento de los equipos, procesos y demás estructuras de la industria siempre interactuando con instrumentos calibrados y en buen estado.

1.1.2 Antecedentes Científicos

Desde el apareamiento de los instrumentos de medición y control se ha venido desarrollando en conjunto programas computarizados para interactuar con estos equipos y poder hacer un seguimiento de los procesos industriales a través de software como Intouch de Wonderware o Labview.

El desarrollo de estos programas computarizados y de los Instrumentos de medición y control es considerado como de tipo científico ya que los especialistas en sistemas computarizados se los puede considerar como verdaderos científicos.

La instrumentación industrial ha permitido grandes **avances tecnológicos** en la ciencia actual en aspectos tales como: los viajes espaciales, la **automatización de los procesos industriales** y muchos otros de los aspectos de nuestro mundo moderno.

1.1.3 Antecedentes Prácticos

Conforme el paso de los años la Universidad Tecnológica Equinoccial ha aumentado sus requerimientos en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Electromecánica, en particular el laboratorio de Instrumentación Industrial. Para cubrir esta necesidad se propuso la idea de diseñar y construir un Módulo de Instrumentación capaz de satisfacer las necesidades requeridas por los estudiantes y el Tutor responsable de impartir esta Cátedra.

Nuestra experiencia se basa en 5 años de haber hecho prácticas en los laboratorios de la Universidad, y percibir la carencia de equipos que nos hubiesen permitido efectuar prácticas de mayor nivel y prepararnos más para la vida laboral.

Un caso similar se tuvo en la Escuela Politécnica de Litoral en el 2007 que también se vio en la necesidad de un equipo para la medición y control del Nivel de Agua para el laboratorio de Instrumentación. La implementación de este equipo fue posible gracias a dos estudiantes que lo construyeron y lo enlazaron con la PC a través de la Plataforma Labview.

1.1.4 Importancia del Estudio

La importancia de desarrollar este tema, “Diseño y construcción de un módulo dinámico orientado a prácticas de Instrumentación industrial, supervisado y controlado mediante un HMI”, no es solo por la petición de ejecución del sistema por autoridades

administrativas y estudiantes, ni por cubrir la necesidad del estudiantado de formarse y desarrollar un tema de tesis para la obtención del título de Ingeniero Electromecánico, sino más bien por el hecho de asegurar un aprendizaje seguro y eficiente del estudiante electromecánico para el desenvolvimiento de su vida profesional.

Queda claro que con la puesta en marcha de este proyecto se gana mucho en conocimiento a nivel profesional, así también se conserva este valioso activo fijo que beneficia a docentes y más aún a los estudiantes de esta prestigiosa institución.

1.1.5 Situación actual del tema de Investigación

Hoy en día la Universidad Tecnológica Equinoccial campus Arturo Ruiz Mora, no cuenta con este tipo de módulos dinámicos, ese es uno de los principales problemas que cuenta la carrera de Ingeniería Electromecánica en la cátedra de Instrumentación, ya que el Tutor no puede hacer las prácticas eficientemente.

Las consecuencias de la pobre implementación de equipos didácticos en el laboratorio, es notoria cuando los graduados de Ingeniería Electromecánica ingresan al campo laboral y no tienen totalmente claras las nociones de medición y control de una de las variables físicas mencionadas anteriormente.

1.2 Limitaciones del Estudio

La principal limitación de este Tema de Tesis es el uso de un HMI para la visualización de los datos que arrojan los equipos de medición, ya que este Módulo no va a tener un PLC incluido, tampoco se incluye en un módulo la computadora para el desarrollo del HMI, únicamente tendrá instalado los instrumentos necesarios para llevar a cabo las prácticas de la materia de Instrumentación Industrial, tanto el PLC como el computador para el HMI serán aquellos que ya se tiene instalados o se disponen en el laboratorio de automatización industrial.

1.3 Alcance del Trabajo

Con el “Diseño y construcción de un módulo dinámico orientado a prácticas de Instrumentación industrial, para la carrera de Ingeniería Electromecánica de la UTE Santo Domingo” con la posibilidad de ser supervisado y controlado mediante un HMI para que sea útil en las cátedras de control automático y automatización industrial se podrá realizar prácticas más completas y de alto nivel académico acorde a las necesidades que los futuros profesionales tendrán en su ámbito laboral, al mismo tiempo que se elevará la calidad del Laboratorio de Instrumentación.

Se contará con un Manual de Usuario para el manejo del Módulo y de plantillas diseñadas para llevar un control de las prácticas realizadas, con estas herramientas los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica podrán contar con un recurso indispensable para su formación académica y profesional.

1.4 Objeto de Estudio

Diseñar y construir un módulo dinámico de Instrumentación con la finalidad de brindar a los estudiantes o Ingenieros Electromecánicos una manera eficiente de desarrollar diferentes tipos de prácticas de varios procesos automáticos y de control, supervisando variables físicas a través de sensores, impulsando el desarrollo tecnológico de nuestra carrera.

1.5. Objetivo General de Estudio

1.5.1 Objetivo General

Construir un módulo dinámico para hacer prácticas de Instrumentación industrial en el laboratorio de la UTE.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Diseñar el modelo adecuado del módulo dinámico para realizar diferentes tipos de prácticas en el laboratorio.
- Obtener los materiales necesarios para la construcción y montaje del módulo diseñado.
- Realizar todas las pruebas posibles con el módulo en marcha, obtener y tabular resultados.
- Medir, controlar y supervisar la presión de un fluido utilizando sensores de presión.
- Medir, controlar y supervisar el nivel de agua utilizando un sensor de nivel.
- Medir, controlar y supervisar temperatura.
- Medir, controlar y supervisar el flujo de agua mediante un sensor de flujo.
- Controlar la posición de un objeto mediante un Encoder.
- Detectar la presencia de un objeto mediante sensores de proximidad.
- Controlar el desplazamiento de un objeto mediante finales de carrera.
- Medir y supervisar el peso de un objeto a través de una celda de carga.
- Realizar un manual de funcionamiento de todos los instrumentos y equipos que constan en el módulo.
- Realizar una plantilla de prácticas de laboratorio para los estudiantes de la carrera de electromecánica de la materia de instrumentación industrial.
- Adquirir datos de las variables físicas utilizadas en una práctica de laboratorio, a través del software HMI.

1.6 Justificación

El proyecto a realizarse tiene como finalidad la optimización de las prácticas que se desarrollan en la cátedra de Instrumentación Industrial, puesto que es de mucha ayuda a nivel profesional el tener un laboratorio adecuado donde se puedan realizar prácticas en las que se puedan medir y controlar diferentes variables físicas que se encuentran en el

ámbito laboral, variables físicas tales como: temperatura, nivel, presión, flujo, proximidad, posición, peso, desplazamiento.

Conjuntamente con la elaboración del módulo dinámico también se va a realizar una guía o manual del mismo, orientado a las prácticas ya antes mencionadas que se van a realizar que servirán además como herramienta de consulta para estudiantes de diferentes Universidades del país afines con nuestra carrera

Con la implementación del módulo dinámico en el laboratorio de la UTE Santo Domingo se incentivara el interés del estudiante por aprender y corroborar que lo expuesto por el docente en la teoría, se cumpla en la práctica, y de esta manera obtener conocimientos fundamentados acerca de Instrumentación Industrial.

Además si bien es cierto actualmente en nuestro medio y en nuestra localidad las pequeñas y grandes industrias han ido de alguna manera haciendo uso de la automatización a gran o menor escala para la obtención de sus productos, lo cual hace notar a simple vista de la necesidad y la importancia que requiere el tener conocimientos claros y específicos al momento de automatizar un proceso para garantizar nuestro trabajo como profesionales.

En vista de esta necesidad es que surge la idea de implementar un módulo en el laboratorio de la UTE, y que los estudiantes se formen profesionalmente para ejecutar su trabajo de manera óptima en el campo laboral.

1.7 Hipótesis o idea a defender

A través de la implementación del módulo de instrumentación se podrá desarrollar prácticas de manera dinámica y técnica, complementando lo aprendido en la teoría de instrumentación, y a su vez haciendo que el estudiante desarrolle su creatividad porque a más de las prácticas propuestas por nosotros, ellos podrán proponer otras haciendo uso de los equipos existentes en el módulo o combinándolos de diferente manera.

1.8. Aspectos metodológicos del estudio

1.8.1 Unidad de análisis

Sensores de medición y control para pruebas de laboratorio, monitoreados a través de un HMI.

1.8.2 La población de estudio y sus características

Implementación de un módulo dinámico orientado a prácticas de Instrumentación Industrial para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica y Automatización de la UTE Santo Domingo.

1.8.3 Tipo y nivel de la Investigación

La investigación desarrollada en el presente trabajo será principalmente una investigación aplicada y exploratoria, aplicada ya que tiene como finalidad primordial resolver un problema práctico inmediato y exploratorio porque la información será obtenida del campo y se pretende generar conocimientos concretos acerca de la problemática.

1.8.4 Método o métodos de estudio

En la presente investigación se realizarán los métodos empíricos de la observación y la medición.

CAPÍTULO II

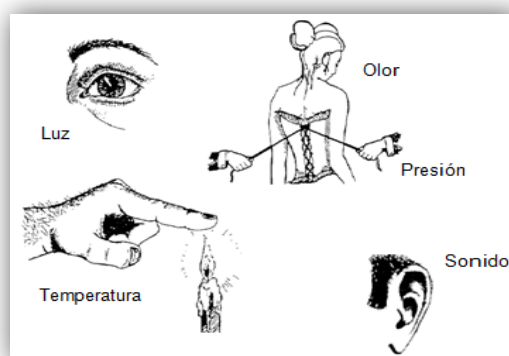
MARCO DE REFERENCIA

2.1. Sensores

Sensor se refiere a un elemento que produce una señal relacionada con la cantidad que se está midiendo. Por ejemplo, en el caso de un elemento para medir temperatura mediante resistencia eléctrica, la cantidad que se mide es la temperatura y el sensor transforma una entrada de temperatura en un cambio en la resistencia.¹ Los sensores existen desde siempre, y nunca mejor dicho, porque el hombre los tiene incluidos en su cuerpo y de diferentes tipos.

El hombre experimenta sensaciones como calor o frío, duro o blando, fuerte o flojo, agradable o desagradable, pesado o no (ver figura 2.1). Y poco a poco le ha ido añadiendo adjetivos a estas sensaciones para cuantificarlas como frígido, fresco, tibio, templado, caliente, tórrido. Es decir, que día a día ha ido necesitando el empleo de magnitudes medibles más exactas.

Figura 2.1
Historia de los sensores



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/3838277/sensores-varios-tipos>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

¹ Mecatrónica, Sensores de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica, 3ra edición, W. Bolton.

Los sensores han ayudado no solo a medir con mayor exactitud las magnitudes físicas, sino a poder operar con dichas medidas. Pero no se puede hablar de los sensores sin sus acondicionadores de señal, ya normalmente los sensores ofrecen una variación de señal muy pequeña y es muy importante equilibrar las características del sensor con las del circuito que le permite medir, acondicionar, procesar y actuar con dichas medidas.

2.1.1 Definición de Sensor

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, pH. 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.

2.1.2 Características generales de los sensores

Para definir el comportamiento real de los sensores se suelen comparar éstos con un modelo ideal de comportamiento o con un transductor y se define una serie de características que ponen de manifiesto las desviaciones respecto a dicho modelo. Dichas características pueden agruparse en dos grandes bloques:

- **Características estáticas.-** Describen la actuación del sensor en régimen permanente o con cambios muy lentos de la variable a medir.
- **Características dinámicas.-** Describen la actuación del sensor en régimen transitorio, a base de dar su respuesta temporal ante determinados estímulos estándar o a base de identificar el comportamiento del sensor con sistemas estándar.

A continuación se dan las definiciones de las características estáticas y dinámicas más relevantes que suelen aparecer en la mayoría de especificaciones técnicas de los sensores.²

Características estáticas

- Campo de medida.- es el rango de valores de la magnitud de entrada comprendido entre el máximo y el mínimo detectables por u sensor, con una tolerancia de erro aceptable.
- Resolución.- mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- Precisión.- es el error de medida máximo esperado.
- Repetitividad.- error esperado al repetir varias veces la misma medida.
- Linealidad.- la señal de salida es proporcional a la señal de entrada.
- Sensibilidad.- cuando mayor es la variación de la salida, se dice que el sensor es más sensible.
- Rapidez de respuesta.- puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir.
- Derivas.- son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. (humedad, temperatura, envejecimiento)

2.1.3 Principio de funcionamiento de los sensores

Todos los sensores utilizan uno o más principios físicos o químicos para convertir una variable de entrada al tipo de variable de salida más adecuado para el control o monitoreo de cada proceso particular.

Estos principios o fenómenos se manifiestan en forma útil en ciertos materiales o medios y pueden estar relacionados con las propiedades del material en sí o su

² Autómatas Programables, Josep Balcells, José Luis Romeral.

disposición geométrica. En el caso de sensores cuya salida es una señal eléctrica, la obtención de esta última implica generalmente el uso de un transductor primario y opcionalmente, uno o más transductores secundarios.

La función del transductor primario es convertir la magnitud física a medir en otra más fácil de manipular. Esta última no tiene que ser necesariamente de naturaleza eléctrica. Por ejemplo, un bimetálico que es un dispositivo formado por dos metales de distintos coeficientes de dilatación, es un tipo de transductor primario porque convierte una variación de temperatura en un desplazamiento físico equivalente. Este último puede ser utilizado para mover una aguja o accionar un interruptor.

Otros ejemplos son los tubos de Bourdon (presión), los tubos de Pitot (velocidad de flujo), los rotámetros (caudal), los flotadores (nivel), las termocuplas (temperatura), etc. El transductor o transductores secundarios, cuando son requeridos, actúan sobre la salida del transductor primario para producir una señal eléctrica equivalente.

Una vez obtenida esta última es sometida a un proceso de acondicionamiento y amplificación para ajustarla a las necesidades de la carga exterior o de la circuitería de control. Como ejemplo, considérese el sensor electrónico de presión mostrado en la figura 2.2.

En este caso, la presión asociada con el fluido se traduce inicialmente en un desplazamiento o deflexión proporcional utilizando como transductor primario un diafragma u otro elemento elástico especialmente diseñado para esta función.

Por último, la señal eléctrica producida se acondiciona, modifica o procesa mediante circuitos electrónicos adecuados con el fin de obtener la respuesta y las características finales deseadas (en este caso un voltaje entre 0 y 5V proporcional a valores de presión absoluta entre 0 y 6000 psi con una exactitud de $\pm 0,5\%$).

En la figura 2.2 se muestra la estructura interna de un sensor de presión absoluta. El dispositivo mostrado, capaz de detectar presiones desde 0 (vacío) hasta 6000 PSI, utiliza un diafragma como transductor primario una galga extensiométrica semiconductora (CVD) como transductor secundario y un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) como bloque de tratamiento de señal. También cuenta con protección contra EMI y RFI.

Figura 2.2
Sensor de presión absoluta



Fuente: <http://hamd.galeon.com>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Adicionalmente, muchos sensores incluyen una etapa de salida, conformada por relés, amplificadores de potencia, conversores de código, transmisores, y otros tipos de dispositivos y circuitos, cuya función es adaptar la señal entregada por el bloque de acondicionamiento o tratamiento a las necesidades específicas de la carga.³

2.1.4. Tipos de sensores

Existe una gran cantidad de sensores en el mercado, los mismos que se pueden clasificar de acuerdo a las magnitudes físicas que pueden medir así tenemos:

³ Sensores Industriales, disponible en <http://es.scribd.com/doc/14054883/Transductores-Sensores>.

Tabla 2.1 Tipos de sensores

Magnitud Detectada	Sensor	Característica
Posición lineal o angular	Potenciómetro	Analógica
	Encoders	Digital
Desplazamiento y deformación	Galga extensiométrica	Analógica
	Magneto resistivos	Analógica
Velocidad lineal y angular	Encoders	Digital
	Detector inductivo	Digital
	Servo-inclinómetros	A/D
	RVDT	Analógica
Aceleración	Acelerómetro	Analógico
	Servo-acelerómetros	
Fuerza y par (deformación)	Galga extensiométrica	Analógico
	Triaxiales	A/D
Presión	Membranas	Analógica
	Piezoeléctricos	Analógica
	Manómetros Digitales	Digital
Flujo y Caudal	Turbina	Analógica
	Magnético Interruptor de flujo tipo paleta	Analógica I/O
Temperatura	Termopar	Analógica
	RTD	Analógica
	Termistor NTC	Analógica
	Termistor PTC	Analógica
Sensores de presencia	Inductivos	I/O
	Capacitivos	I/O
	Ópticos	I/O y Analógica
Nivel	Sensor Ultrasónico	Analógica
Proximidad	Sensor final de carrera	I/O
	Sensor capacitivo	Analógica
	Sensor inductivo	Analógica
	Sensor fotoeléctrico	Analógica

Fuente: Automatas Programables, Josep Balcells, José Luis Romeral, Pág. 114.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.1. Sensores de temperatura

Probablemente sea la temperatura el parámetro físico más común que se mide en una aplicación electrónica, incluso en muchos casos en que el parámetro de interés no es la temperatura, ésta se ha de medir para incluir indirectamente su efecto en la medida deseada.

La diversidad de sus aplicaciones ha condicionado igualmente una gran proliferación de dispositivos sensores y transductores, desde la sencilla unión bimetálica de los termostatos, hasta los dispositivos semiconductores más complejos.

Tipos de sensores de temperatura

2.1.4.1.1 Termopares

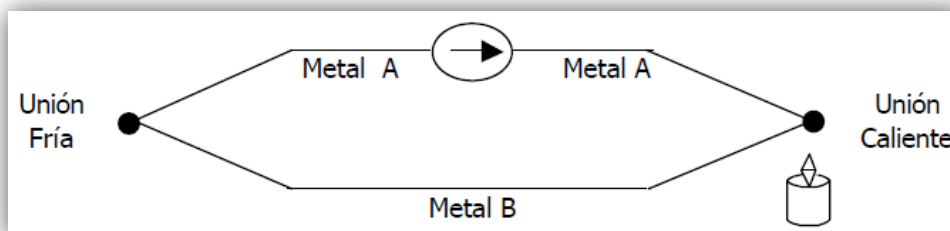
En el campo de la instrumentación, las mediciones de temperatura son de lo más común, sin embargo, si no se emplean las técnicas o los equipos adecuados, estas mediciones pueden ser erróneas y/o costosas.

El termopar es por mucho el sensor de temperatura más usado en la industria por diferentes razones, podemos mencionar entre otras el amplio intervalo de temperatura de uso, su robustez, la relativa buena exactitud, rápida respuesta a cambios de temperatura, versatilidad de uso y bajo costo.

El termopar fue descubierto por Thomas Seebeck en 1831. Él descubrió que una corriente eléctrica fluía en un circuito cerrado de dos metales distintos cuando una de las uniones era calentada, la figura 2.3 muestra el diagrama de un termopar. La magnitud y dirección de la corriente son función de la diferencia de temperatura de las

uniones y de las propiedades térmicas de los metales usados en el circuito. A este fenómeno se le conoce como efecto Seebeck.⁴

Figura 2.3
Diagrama de un termopar

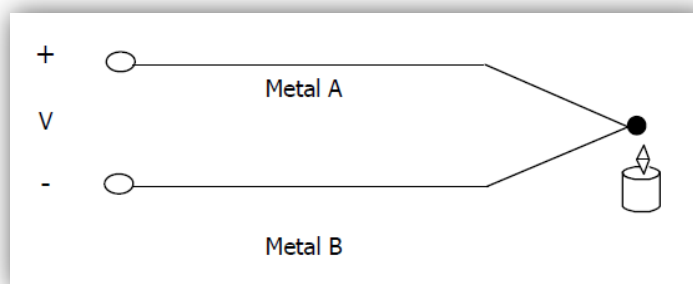


Fuente: Instrumentación industrial, 8va edición, Alfonso Creus, Pág. 252.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Si abrimos este circuito, obtenemos una diferencia de potencial pequeña (milivoltios), la cual es directamente proporcional a la temperatura de la unión y a la composición de los dos metales. (Ver figura 2.4.)

Figura 2.4
Esquema convencional de un termopar



Fuente: Instrumentación industrial, 8va edición, Alfonso Creus, Pág. 252.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Los termopares utilizan la tensión generada en la unión de dos metales en contacto térmico, debido a sus distintos comportamientos eléctricos.

⁴ Instrumentación Industrial, 8va edición, Alfonso Creus. Pág. 254

Es un dispositivo compuesto de dos conductores con propiedades diferentes unidos en un extremo y libre en el otro, en donde se genera una fuerza electromotriz que es proporcional a la diferencia de temperatura entre el extremo unido (junta caliente) y el extremo libre (de referencia). Ver figuras 2.5 y 2.6.

El desarrollo de los termopares se debió al descubrimiento de Seebeck quien demostró que en un circuito termoeléctrico cuando las temperaturas en las uniones son diferentes, fluye una corriente en el circuito, por lo tanto, debe existir una f.e.m en el circuito la cual origina la corriente por el principio de conservación de la energía debe provenir de la absorción de calor de fuentes externas. La medición de la f.e.m en un termopar se fundamenta en los efectos de Peltier y de Thomson los cuales se enuncian de la manera siguiente:

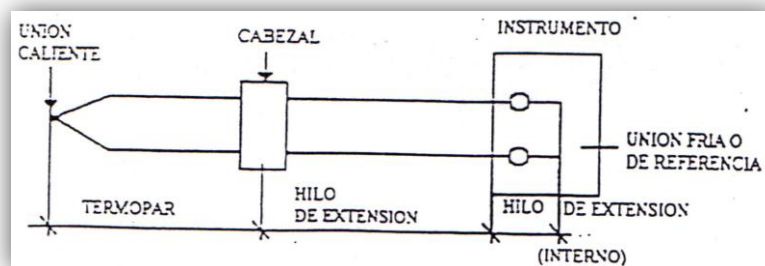
➤ **Efecto Peltier:**

Relaciona la absorción y emisión de calor en las uniones de un termopar con el flujo de corriente en el circuito: “Bajo condiciones de uso se desprende calor en la junta de referencia y se absorbe calor en la junta de medición en proporción al flujo de corriente pero independientemente de la forma de hacer la unión, la cual puede ser fundida, soldada o simplemente un contacto íntimo”. Por lo tanto, cada junta del termopar produce una f.e.m Peltier, cuya magnitud y dirección depende de la temperatura.

➤ **Efecto Thomson:**

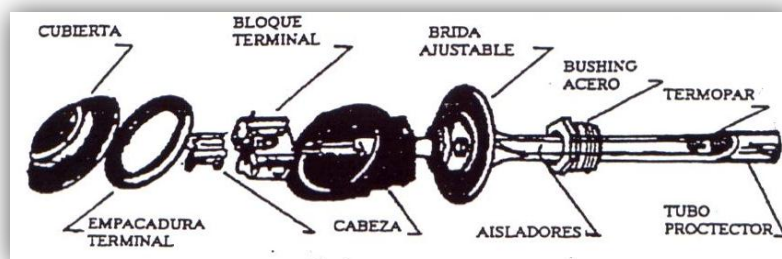
Relaciona la f.e.m generada en un conductor simple y homogéneo con la diferencia de temperatura en los extremos. La f.e.m -Thomson es proporcional a la temperatura y a la diferencia de esta y varia para diferentes metales. (Véase Fig. 2.5)

Figura 2.5
Esquema de un Termopar



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/47686564/instrumentacion-industrial-temperatura>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 2.6
Componentes del Termopar



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/47686564/instrumentacion-industrial-temperatura>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Tabla 2.2 Características generales de los termopares.

Termopar metal + metal	Símbolo (ANSI)	Color de los Conductores	Exactitud (°C)	Rango Normal (°C)	Temp. máx. (°C)	Aplic. de los Termopares	Caráct. de corrosión
Cobre/Constantan	T	+Azul -Rojo	0,2	-200 a 350	600	1A	1B
Hierro/Constantan	J	+Blanco -Rojo	0,5	-200 a 750	1000	2A	2B
Cromel/Alumel	K	+Amarillo -Rojo	0,5	-200 a 1100	1200	2A	3B
Pt. 10% rodio - Pt.	S	+Negro -Rojo	0,1	0 a 1450	1700	3A	4B

Fuente: Instrumentación Industrial, 8va edición, Alfonso Creus.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Características de los Termopares Industriales**

Aplicaciones de los Termopares Relacionados con la Tabla 2.2.

1A) Indicación y control de temperatura en las estufas industriales.

2A) Indicación y control de temperatura en hornos industriales.

3A) Cuando se requiere de gran exactitud a altas temperaturas se usan como patrones para calibración.

Características de corrosión de los Termopares relacionados con la Tabla 2.2.

1B) Sujeto a oxidación y alteración por encima de los 400 °C debido al cobre, por encima de los 600 °C por acción del constantan. La contaminación del cobre afecta la calibración enormemente.

2B) Las atmósferas oxidantes y reducidas tienen poco efecto sobre la exactitud. Se recomienda su uso en atmósferas secas.

3B) Resistencia a atmósferas oxidantes de buena a muy buena, Resistencia a atmósferas reducidas muy baja. Afectado por los gases (SO₂) Y (H₂S).

4B) Resistencia a atmósfera oxidante: muy buena. Resistencia a atmósfera reducida: muy baja. El platino se corroe fácilmente por encima de los 1000 °C. Debe usarse protegido con anillos de cerámica.

Los termopares de **hierro - constantan** se pueden usar a temperaturas mayores que el límite superior si no hay oxígeno presente que ataque el conductor de hierro.

Los termopares de **cobre - constantan** están restringidos a bajas temperaturas y los de platino se usan para altas temperaturas.

Los termopares de **cromel - alumel** pueden emplearse a temperaturas mayores si está presente exceso de oxígeno.

Otro termopar que ha sido estudiado recientemente para aplicaciones a altas temperaturas es el de rodio-iridio para ser utilizado a temperaturas de 3.000°F y hasta de 3.600 °F en el vacío, en atmósferas inertes y, particularmente, en atmósferas oxidantes.

El deterioro de los termopares a altas temperaturas no se puede evitar; mientras mayores sean las temperaturas y más desfavorables las condiciones de operación, más rápido será el deterioro. El daño causado por los gases oxidantes o reductores al alambre ocasiona la caída de la fuerza electromotriz, resultando una lectura errónea del instrumento. Por eso es recomendable revisar frecuentemente los termopares, sobre todo si se desea obtener una medición exacta. Normalmente se usan los termopares del tipo " K" en una atmósfera oxidante y los del tipo " J " en una atmósfera reductora.

A continuación se presenta una clasificación de los Termopares atendiendo a los materiales, rango, límites de error.⁵

➤ **Código de colores de los alambres de extensión**

La tabla 2.3. Muestra la codificación principal de colores en los alambres de extensión para instalaciones pirométricas.

⁵ Instrumentación Industrial, 8va edición, Alfonso Creus.

Tabla 2.3 Colores de aislamiento de alambres de extensión

Símbolo	Polaridad		Color aislante Conductor	Color aislante Externo
	Positivo (+)	Negativo (-)		Calibre 14,16,20
T	Cobre	Constantano	+ azul – rojo	Azul
J	Hierro	Constantano	+ blanco – rojo	Negro
K	Chromel	Alumel	+ amarillo – rojo	Amarillo
R o s	Platino	Pt - rh	+ negro – rojo	Verde

Fuente: Instrumentación Industrial, 8va edición, Alfonso Creus.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Instalación de termopares.**

Un termopar instalado permanentemente debe ser montado en forma firme con un soporte adecuado. Se debe proteger contra daños mecánicos.

Nunca instale un termopar en un lugar (por ejemplo en un horno) donde esté expuesto a fuego directo, porque el tubo de protección se gasta rápidamente y la indicación de la temperatura no corresponde a la temperatura promedio del horno.

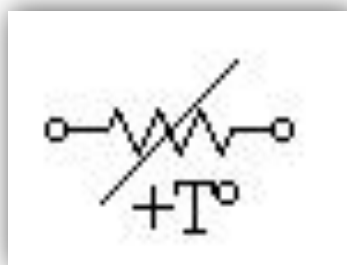
Los termopares pueden ser utilizados para medir temperatura en más de un punto, para ello, se interconectan de tal manera que nos produzcan los resultados deseados. Las configuraciones más comunes son para obtener temperaturas promedios y temperaturas diferenciales.

2.1.4.1.2 Resistivos

Lo constituyen las RTD (Resistance Temperature Detector) o PT100 basadas en la dependencia de la resistividad de un conductor con la temperatura, están caracterizadas por un coeficiente de resistividad positivo PTC (Positive Termal Coefficient). También lo son las NTC (Negative Termal Coefficient), que se llaman termistores y están caracterizadas por un coeficiente de temperatura negativo.

Una RTD es un detector de temperatura resistivo, es decir, un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. Su símbolo es el siguiente, en el que se indica una variación lineal con coeficiente de temperatura positivo.

Figura 2.7
Símbolo de una RTD.



Fuente: <http://commons.wikimedia.org>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Al calentarse un metal habrá una mayor agitación térmica, dispersándose más los electrones y reduciéndose su velocidad media, aumentando la resistencia. A mayor temperatura, mayor agitación, y mayor resistencia.

La variación de la resistencia puede ser expresada de manera polinómica como sigue a continuación. Por lo general, la variación es bastante lineal en márgenes amplios de temperatura.

Fórmula 1: $R = R_o(1 + \alpha \cdot \Delta T)$

Dónde:

- R_o es la resistencia a la temperatura de referencia T_o
- ΔT es la desviación de temperatura respecto a T_o ($\Delta T = T - T_o$)
- α es el coeficiente de temperatura del conductor especificado a 0 °C, interesa que sea de gran valor y constante con la temperatura

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

Tabla 2.4 Propiedades de los materiales de fabricación una RTD

Parámetro	Platino (Pt)	Cobre (Cu)	Níquel (Ni)	Molibdeno (Mo)
Resistividad ($\mu\Omega\text{cm}$)	10.6	1.673	6.844	5.7
$\alpha(\Omega/\Omega/\text{K})$	0.00385	0.0043	0.00681	0.003786
$R_o(\Omega)$	25, 50, 100, 200	10	50, 100, 120	100, 200, 500
margen (°C)	-200 a +850	-200 a +260	-80 a +230	-200 a +200

Fuente: Instrumentación Industrial, 8va edición, Alfonso Creus.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

De todos ellos es el platino el que ofrece mejores prestaciones, como:

- Alta resistividad para un mismo valor óhmico, la masa del sensor será menor, por lo que la respuesta será más rápida.
- Margen de temperatura mayor.
- Alta linealidad.
- Sin embargo, su sensibilidad (α) es menor.

Un sensor muy común es el Pt100 (RTD de platino con $R=100 \Omega$ a 0°C).

En la tabla 2.5 se muestran valores estándar de resistencia a distintas temperaturas para un sensor Pt100 con $\alpha=0.00385 \Omega/\Omega/\text{K}$.

Tabla 2.5 Valores estándar de resistencia para Pt100 $\alpha=0.00385 \Omega/\Omega/\text{K}$

Temperatura ($^\circ\text{C}$)	0	20	40	60	80	100
Resistencia (Ω)	100	107.79	115.54	122.24	130.87	138.50

Fuente: Instrumentación Industrial, 8va edición, Alfonso Creus.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

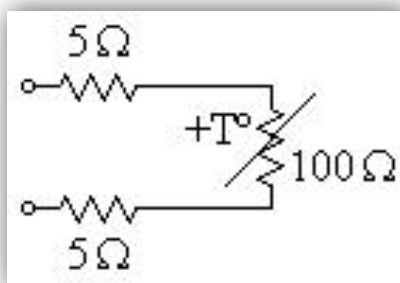
Ventajas de las RTD

- Margen de temperatura bastante amplio.
- Proporciona las medidas de temperatura con mayor exactitud y repetitividad.
- El valor de resistencia del RTD puede ser ajustado con gran exactitud por el fabricante (trimming), de manera que su tolerancia sea mínima. Además, éste será bastante estable con el tiempo.
- Los RTD son los más estables con el tiempo, presentando derivas en la medida del orden de $0.1^\circ\text{C}/\text{año}$.
- La relación entre la temperatura y la resistencia es la más lineal.
- Los sensores RTD tienen una sensibilidad mayor que los termopares. La tensión debida a cambios de temperatura puede ser unas diez veces mayor.
- La existencia de curvas de calibración estándar para los distintos tipos de sensores RTD (según el material conductor, R_0 y α), facilita la posibilidad de intercambiar sensores entre distintos fabricantes.
- A diferencia de los termopares, no son necesarios cables de interconexión especiales ni compensación de la unión de referencia.

Inconvenientes de los RTD

- Dado que el platino y el resto de materiales conductores tienen todos una resistividad muy baja, para conseguir un valor significativo de resistencia será necesario devanar un hilo de conductor bastante largo, por lo que, sumando el elevado coste de por sí de estos materiales, el coste de un sensor RTD será mayor que el de un termopar o un termistor.
- El tamaño y la masa de un RTD será también mayor que el de un termopar o un termistor, limitando además su velocidad de reacción.
- Los RTD se ven afectados por el auto-calentamiento.
- Los RTD no son tan durables como los termopares ante vibraciones, golpes.
- No tener en cuenta la resistencia de los hilos de interconexión puede suponer un grave error de medida. Por ejemplo, para un Pt100 con $\alpha = 0.00385 \text{ } \Omega/\text{K}$, la variación de resistencia será de $0.385 \text{ } \Omega/^\circ\text{C}$. Para el circuito de la figura 6:

Figura 2.8
Efecto de la resistencia de los hilos de interconexión

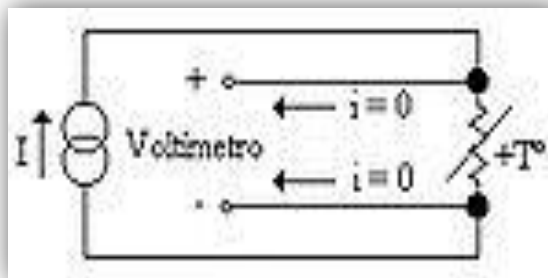


Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rtd_circuito.jpg?uselang=es.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

La resistencia de $10 \text{ } \Omega$ introducida por el conexionado supondrá un error de $(10 \text{ } \Omega)/(0.385 \text{ } \Omega/^\circ\text{C}) = 26 \text{ } ^\circ\text{C}$. Por ello, será necesario utilizar técnicas de medida más complejas, como por ejemplo, la medida a cuatro hilos, mostrado en la figura 2.9.

Figura 2.9
Medida a cuatro hilos



Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rtd_circuito.jpg?uselang=es.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

En definitiva, los RTD son los más apropiados para aplicaciones en las que la exactitud de la medida es crítica mientras que la velocidad y el coste son menos importantes.

2.1.4.1.3 Semiconductores – termistores

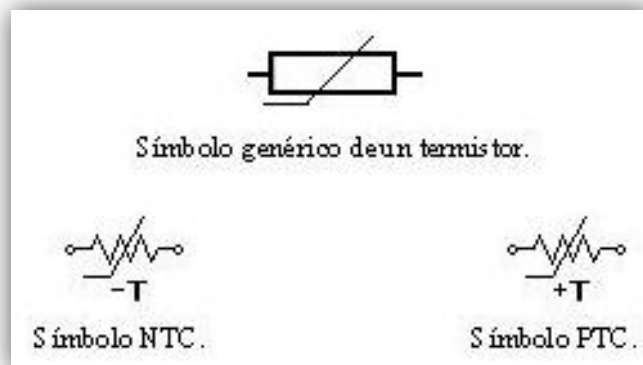
Un **termistor** es un sensor resistivo de temperatura. Su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura. El término termistor proviene de Thermally Sensitive Resistor. Existen dos tipos de termistor:

- NTC (Negative Temperature Coefficient) – coeficiente de temperatura negativo
- PTC (Positive Temperature Coefficient) – coeficiente de temperatura positivo.

Son elementos PTC los que la resistencia aumenta cuando aumenta la temperatura, y elementos NTC los que la resistencia disminuye cuando aumenta la temperatura.

En la figura 8 se muestran los símbolos de un termistor y sus tipos NTC y PTC.

Figura 2.10
Símbolos de Termistores.



Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rtd_circuito.jpg?uselang=es
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Principio de funcionamiento

Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia de un semiconductor con la temperatura, debido a la variación de la concentración de portadores. Para los termistores NTC, al aumentar la temperatura, aumentará también la concentración de portadores, por lo que la resistencia será menor, de ahí que el coeficiente sea negativo. Para los termistores PTC, en el caso de un semiconductor con un dopado muy intenso, éste adquirirá propiedades metálicas, tomando un coeficiente positivo en un margen de temperatura limitado. Usualmente, los termistores se fabrican a partir de óxidos semiconductores, tales como el óxido férrico, el óxido de níquel, o el óxido de cobalto.⁶

Tipos de Termistores

- **Tipo Perla**

El termistor tipo perla es, como su propio nombre indica, una pequeña perla de material termistor con un par de terminales.

⁶ Gómez A. "NTC, Negative Temperature Coefficient", <http://tec.upc.es/NTCs.pdf>.

Figura 2.11
Termistor tipo perla



Fuente: <http://www.vigle.com.ve/new/sensoresdetemp/termistores/termistores.PDF>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Este material termistor, se compone principalmente de una mezcla de óxidos metálicos. Una pequeña cantidad de esta mezcla semiconductor se deposita cuidadosamente sobre un par de hilos de platino paralelos, que conformarán los terminales. A cierta distancia y sobre el mismo par se coloca otra cantidad de material semiconductor, procediéndose de esta forma en toda la longitud de los hilos.

Después de secarse la mezcla, toma la apariencia de unas “perlas” o “cuentas”. Posteriormente las perlas y los hilos se someten a temperaturas entre los 1100°C y los 1400°C. Durante este proceso las partículas de óxido metálico se agrupan permitiendo a los terminales una unión física y eléctrica más fuerte. Posteriormente los filamentos son cortados para formar unidades independientes y recubiertas o encapsuladas por una cubierta de cristal que les proporciona protección y estabilidad. El margen de medidas común en este tipo de termistores es de 0,25 mm a 1,5 mm.

- **Tipo Chip**

En la fabricación de los termistores con configuración de chip se utiliza una mezcla similar a la empleada en los termistores de perla. Este material se deja secar sobre una

superficie de material cerámico que es cortado en pequeñas secciones en forma de oblea y sometido a altas temperaturas.

Después de aplicar una gruesa capa de material metálico, las obleas son encajadas en chips. Los chips se pueden emplear como parte de un montaje o de forma individual. En este último caso, se añaden terminales y una cubierta de material epóxido o cristal. Las medidas de éstos van de los 2 mm a 2'5 mm., aunque los hay fabricados expresamente para aplicaciones que requieren un tamaño muy pequeño y una respuesta muy rápida y que pueden medir 0.5 mm. En la figura 2.12 se puede apreciar la forma constitutiva de un termistor tipo chip.

Figura 2.12
Termistor tipo chip.



Fuente: <http://www.vigle.com.ve/new/sensoresdetemp/termistores/termistores.PDF>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- **Tipo Disco**

Los termistores de arandela son una variación de los termistores de disco excepto por tener un orificio central y carece de terminales aunque está provisto de dos caras metalizadas para establecer el contacto. (Ver figura 2.13). Es frecuentemente utilizado como parte de un montaje.

Figura 2.13
Termistor tipo disco



Fuente: <http://www.vigle.com.ve/new/sensoresdetemp/termistores/termistores.PDF>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- **Tipo Axial**

Este tipo de termistores, tienen toda la apariencia de las típicas resistencias. Constan de un cuerpo cilíndrico de material termistor y de un terminal en cada extremo de la barra en forma radial o axial, (ver figura 2.14). Los termistores con forma de barra se emplean en aplicaciones que requieran de una resistencia y una potencia de disipación muy altas.

Figura 2.14
Termistor tipo axial



Fuente: <http://www.vigle.com.ve/new/sensoresdetemp/termistores/termistores.PDF>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Aplicaciones de los Termistores

Hay tres grupos:

- Aplicaciones en las que la corriente que circula por ellos, no es capaz de producirles aumentos apreciables de temperatura y por tanto la resistencia del

termistor depende únicamente de la temperatura del medio ambiente en que se encuentra.

- Aplicaciones en las que su resistencia depende de las corrientes que lo atraviesan.
- Aplicaciones en las que se aprovecha la inercia térmica, es decir, el tiempo que tarda el termistor en calentarse o enfriarse cuando se le somete a variaciones de tensión.

Inconvenientes de los termistores

Para obtener una buena estabilidad en los termistores es necesario envejecerlos adecuadamente. Pero el principal inconveniente del termistor es su falta de linealidad.⁷

2.1.4.2. Sensores de posición⁸

Hay de dos tipos:

- Posición Lineal
 - Sensores de Proximidad Mecánicos
 - Micro-interruptores (Finales de Carrera).
 - Sensores de proximidad eléctricos / electrónicos
 - Sensores inductivos.
 - Sensores Capacitivos.
 - Sensores Fotoeléctricos.
 - Sensores Ultrasónicos.

- Posición Angular
 - Potenciómetros.
 - Encoders.

⁷ Gómez A. "NTC, Negative Temperature Coefficient", <http://tec.upc.es/NTCs.pdf>.

⁸ <http://es.scribd.com/doc/95215624/sensores-de-posicion>.

2.1.4.2.1 Micro-interruptores (Finales de Carrera)

Dentro de los componentes electrónicos, se encuentra el final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limit switch, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA o NO en inglés), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado. Los finales de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio.

➤ Descripción

Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento. Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas que realicen una carrera o recorrido fijo, como por ejemplo ascensores, montacargas, robots, etc.

➤ Funcionamiento

Estos sensores tienen dos tipos de funcionamiento: modo positivo y modo negativo. En el modo positivo el sensor se activa cuando el elemento a controlar tiene una tara que hace que el eje se eleve y conecte el contacto móvil con el contacto NC. Cuando el muelle (resorte de presión) se rompe el sensor se queda desconectado. El modo negativo es la inversa del modo anterior, cuando el objeto controlado tiene un saliente que empuje el eje hacia abajo, forzando el resorte de copa y haciendo que se cierre el circuito. En este modo cuando el muelle falla y se rompe permanece activado.

Figura 2.15
Final de carrera tipo palanca



Fuente: <http://www.cetronic.es>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 2.16
Final de carrera tipo rodillo



Fuente: <http://www.cetronic.es>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

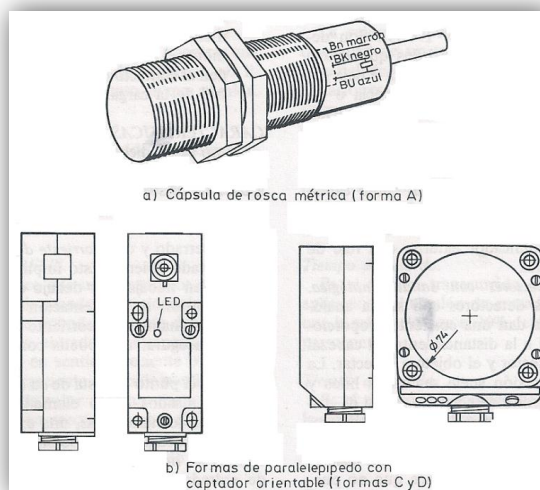
Ventajas e Inconvenientes

Entre las ventajas encontramos la facilidad en la instalación, la robustez del sistema, es insensible a estados transitorios, trabaja a tensiones altas, debido a la inexistencia de imanes es inmune a la electricidad estática. Los inconvenientes de este dispositivo son la velocidad de detección y la posibilidad de rebotes en el contacto, además depende de la fuerza de actuación.

2.1.4.2.2 Sensores Inductivos

Este tipo de sensores sirven para detectar la proximidad de piezas metálicas en un rango de distancias que va desde 1mm a unos 30mm, con una posible resolución del orden de décimas de milímetro. La ejecución mecánica y eléctrica está normalizada a nivel Europeo por CENELEC (normas EN 50.032, EN 50.037, EN 50.038). Mecánicamente las mencionadas normas definen varios tipos.⁹ (ver figura 2.15).

Figura 2.17
Formas constructivas de los sensores inductivos



Fuente: Autómatas Programables, Josep Balcells, José Luis Romeral
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

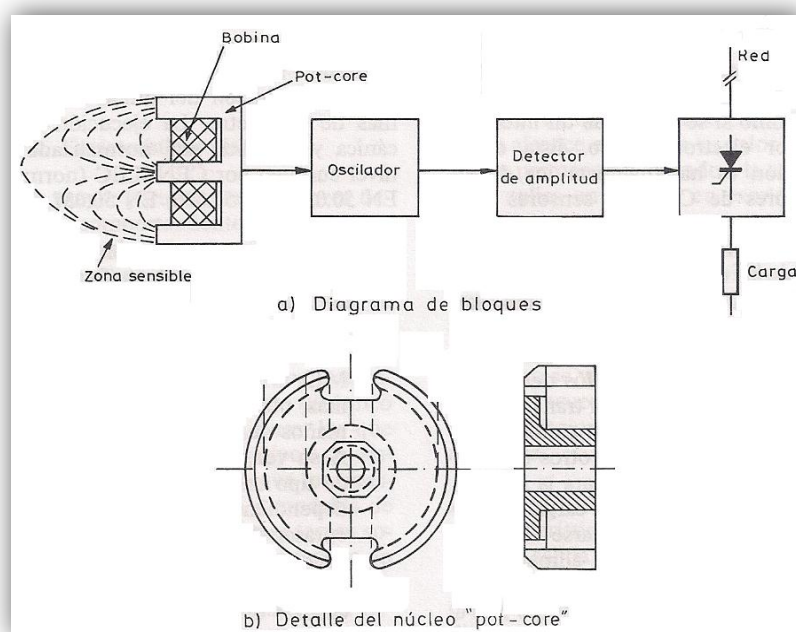
La forma A cilíndrica roscada de M8, M12, M18 y M30. Existen, además, otros tipos sin rosca con tamaños de diámetro de 4 y 5 mm. A su vez, todos ellos pueden ser, de tipo apantallado o no apantallado, dependiendo de si se puede o no enrasar el cabezal detector en metal. La forma C de paralelepípedo con cabezal orientable, generalmente son utilizados para distancias grandes.

A nivel de bloques están formados por un circuito oscilador L-C con alta frecuencia de resonancia. La bobina está construida sobre un núcleo de ferrita abierto en forma de

⁹ Autómatas Programables, Josep Balcells, José Luis Romeral, Pág. 118.

“pot-core” (ver figura 2.16), de forma que el flujo se cierra en la parte frontal a través de la zona sensible. La presencia de metal dentro de dicha zona sensible altera la reluctancia del circuito magnético, atenúa el circuito oscilante y hace variar la amplitud de oscilación.¹⁰

Figura 2.18
Diagrama de bloques y detalle del núcleo captador de los sensores inductivos



Fuente: Autómatas Programables, Josep Balcells, José Luis Romeral, Pág. 118

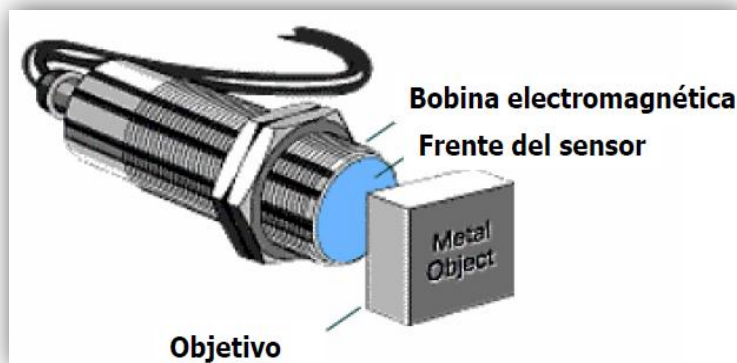
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Los sensores de proximidad inductivos incorporan una bobina electromagnética la cual es usada para detectar la presencia de un objeto metálico conductor. Este tipo de sensor ignora objetos no metálicos.¹¹

¹⁰ Autómatas Programables, Josep Balcells, José Luis Romeral, Pág. 117.

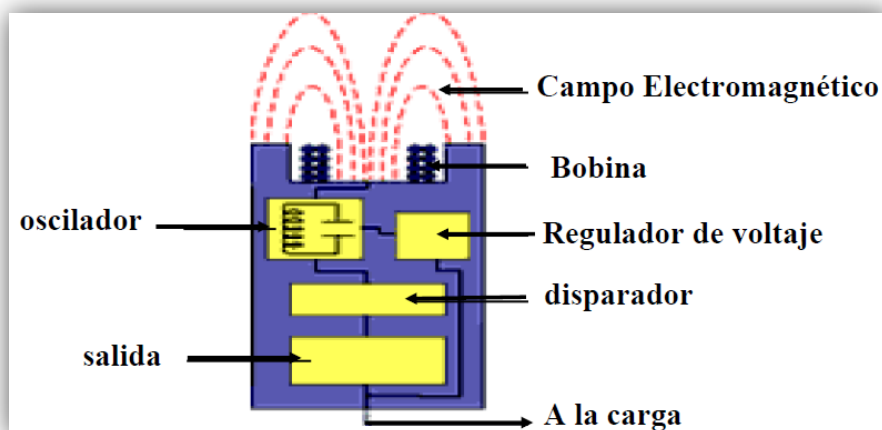
¹¹ <http://es.scribd.com/doc/73365053/sensores-inductivos>.

Figura 2.19
Sensor inductivo



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/73365053/sensores-inductivos>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 2.20
Componentes de un sensor inductivo



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/73365053/sensores-inductivos>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Principio de operación

Cuando un objeto metálico entra al campo, circulan corrientes de Eddy dentro del objetivo.

Figura 2.21(a)
Principio de Operación de un sensor inductivo con material atenuante

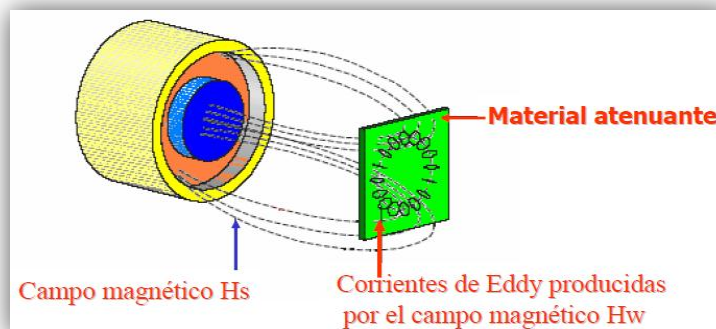
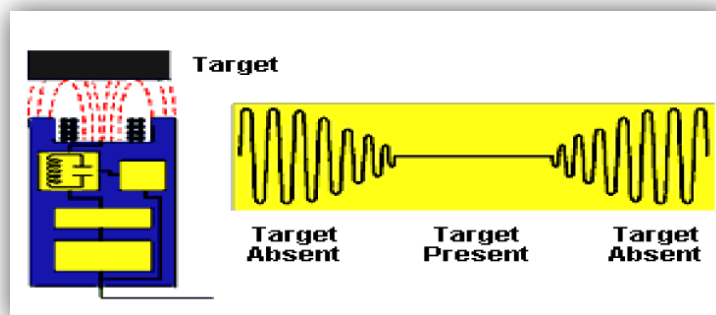


Figura 2.21 (b)
Principio de Operación Target de un sensor inductivo



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/73365053/sensores-inductivos>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Esto aumenta la carga en el sensor, disminuyendo la amplitud del campo electromagnético. El circuito de disparo monitorea la amplitud del oscilador y a un nivel predeterminado, conmuta el estado de la salida del sensor.

Conforme el objetivo se aleja del sensor, la amplitud del oscilador aumenta. A un nivel predeterminado, el circuito de disparo conmuta el estado de la salida del sensor de nuevo a su condición normal.

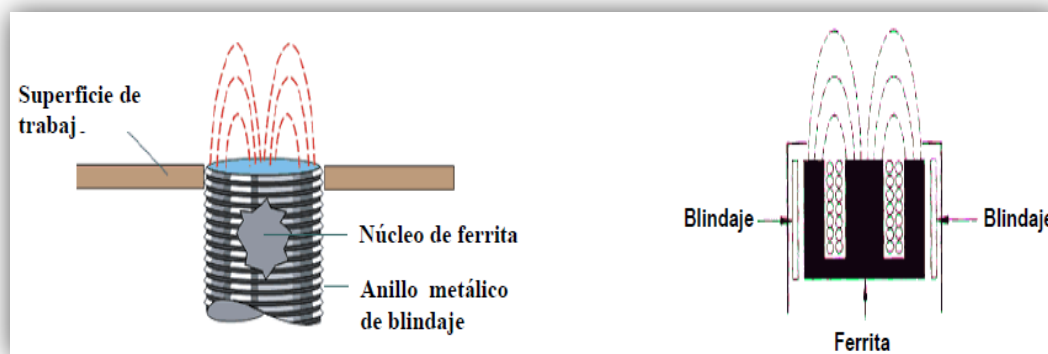
➤ Blindaje

Los sensores de proximidad tienen bobinas enrolladas en núcleo de ferrita. Estas pueden ser blindadas o no blindadas.

Los sensores no blindados generalmente tienen una mayor distancia de sensado que los sensores blindados.

Sensores de proximidad inductivos blindados

Figura 2.22
Sensor inductivo blindado



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/73365053/sensores-inductivos>

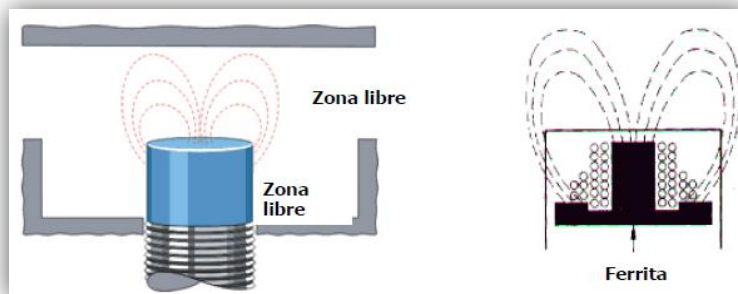
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Características

- El núcleo de ferrita concentra el campo radiado en la dirección del uso.
- Se le coloca alrededor del núcleo un anillo metálico para restringir la radiación lateral del campo.
- Los sensores de proximidad blindadas pueden ser montadas al ras de metal, pero se recomienda dejar un espacio libre de metal abajo y alrededor de la superficie de sensado.

Sensores de proximidad inductivos no blindados.

Figura 2.23
Sensor inductivo no blindado



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/73365053/sensores-inductivos>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Características

- Un sensor de proximidad no blindado no tiene el anillo de metal rodeando el núcleo para restringir la radiación lateral del campo.
- Los sensores no blindados no pueden ser montados al ras de un metal.
- Estos deben tener un área libre de metal alrededor de la superficie de sensado.

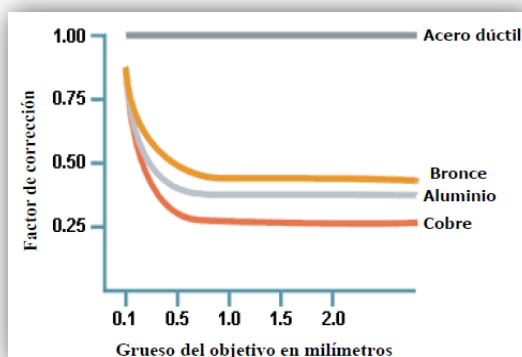
➤ Objetivo estándar para sensores inductivos

- Un objetivo estándar es una placa que tiene una superficie plana, lisa, hecha de acero dúctil de mm de grueso.
- La longitud de los lados del objetivo estándar es igual al diámetro de la superficie de sensado o tres veces el rango de operación especificada, el cual es mayor.

➤ Grueso del objetivo

La distancia de sensado es constante para el objetivo estándar. Sin embargo para objetivos no ferrosos tales como el bronce, aluminio y cobre, ocurre un fenómeno conocido como "efecto epitelial". Que da como resultado que la distancia de sensado disminuya conforme el grueso del objetivo aumenta.¹² (Ver figura 2.24.)

Figura 2.24
Grueso del objetivo de un sensor inductivo



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/73365053/sensores-inductivos>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Tabla. 2.6 Factor de corrección de sensores de proximidad para distintos metales

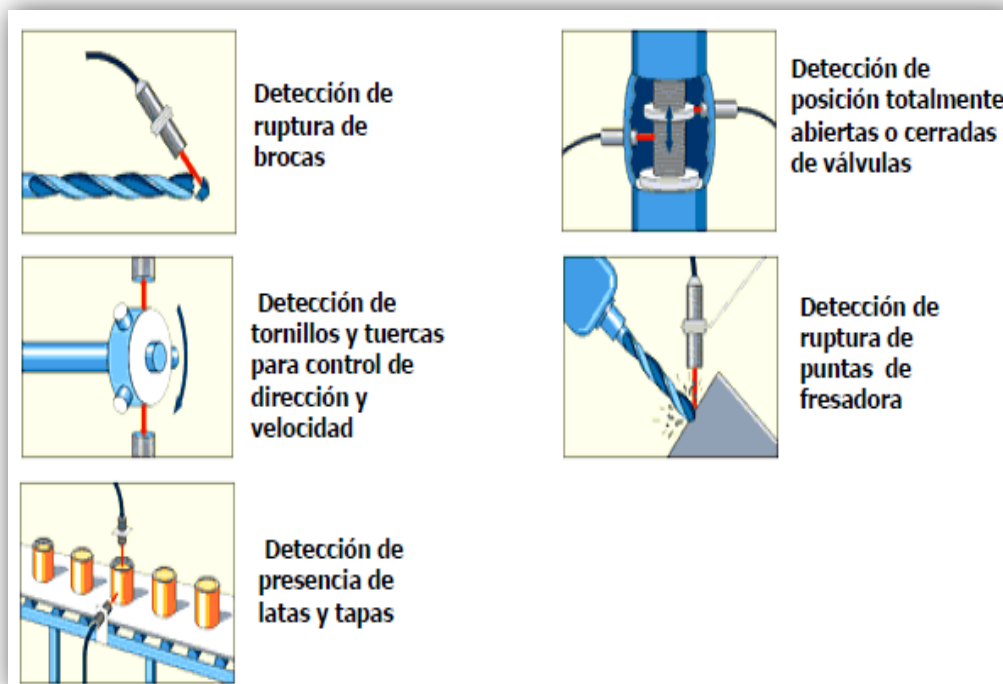
Material	Factor de corrección	
	Bobina apantallada	Bobina no apantallada
Cobre	0,30	0,40
Aluminio	0,35	0,45
Latón	0,40	0,50
Acero inoxidable 300	0,70	0,80
Lámina de aluminio	0,90	1,00
Acero	1,00	1,00

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/73365053/sensores-inductivos>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

¹² <http://es.scribd.com/doc/73365053/sensores-inductivos>

Figura 2.25
Ejemplos de aplicación de los sensores inductivos



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/73365053/sensores-inductivos>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

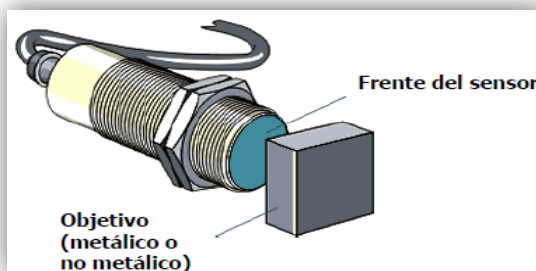
2.1.4.2.3 Sensores Capacitivos

El principio de funcionamiento y las características son análogos a las descritas para los detectores inductivos, pero en este caso el elemento sensible es el condensador del circuito oscilante, formado por dos aros metálicos concéntricos situados en la cara sensible, y cuyo dieléctrico es el material de la zona sensible.

Este tipo de sensores permiten detectar materiales metálicos o no metálicos, pero su sensibilidad se ve muy afectada por el tipo de material y por el grado de humedad ambiental y del cuerpo a detectar.¹³

¹³ Autómatas Programables, Josep Balcells, José Luis Romeral, Pág. 117.

Figura 2.26
Sensor capacitivo

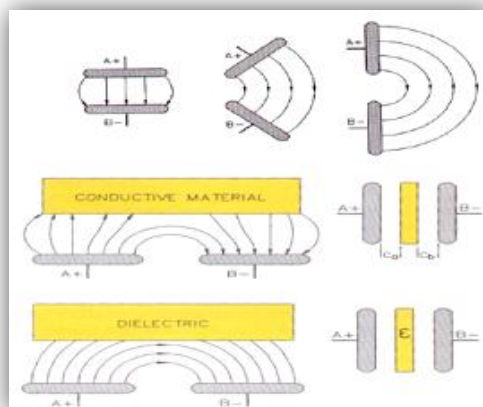


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/7852484/SENSORES-CAPACITIVOS>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Los sensores de proximidad capacitivos son similares a los inductivos. La principal diferencia entre los dos tipos es que los sensores capacitivos producen un campo electrostático en lugar de un campo electromagnético (Ver figura 2.27). Los interruptores de proximidad capacitivos sensan objetos metálicos también como materiales no metálicos tales como papel, vidrio, líquidos y tela.¹⁴

➤ **Principio de operación de los sensores capacitivos**

Figura 2.27
Principio de operación de un sensor capacitivo

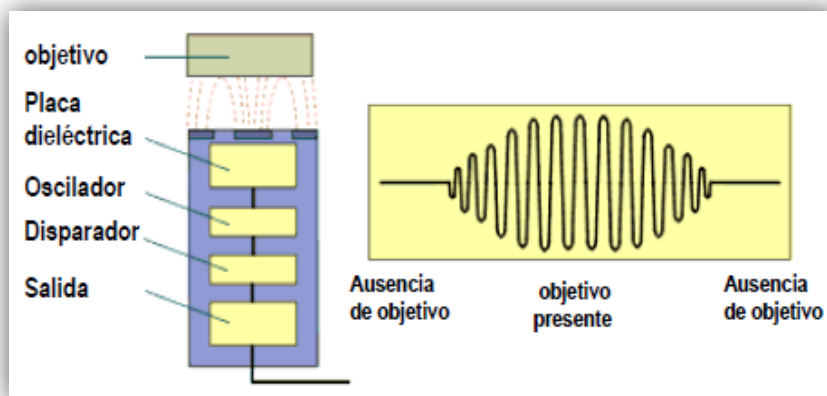


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/7852484/SENSORES-CAPACITIVOS>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

¹⁴http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/25_SENORES_CAPACITIVOS.PDF

➤ **Teoría de operación de los sensores capacitivos**

Figura 2.28
Operación de los sensores capacitivos.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/7852484/SENSORES-CAPACITIVOS>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

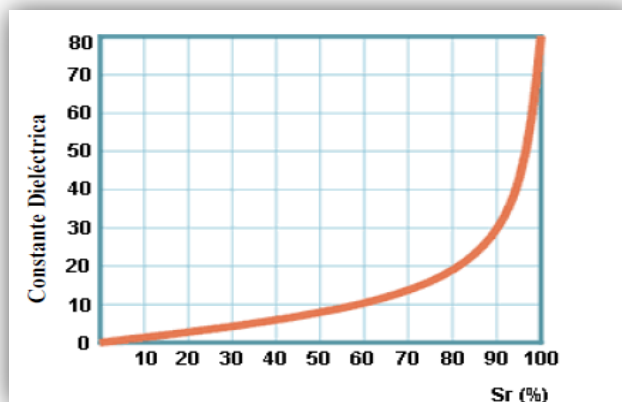
La superficie de sensado del sensor capacitivo está formada por dos electrodos concéntricos de metal de un capacitor. Cuando un objeto se aproxima a la superficie de sensado y éste entra al campo electrostático de los electrodos, cambia la capacitancia en un circuito oscilador. Esto hace que el oscilador empiece a oscilar. El circuito disparador lee la amplitud del oscilador y cuando alcanza un nivel específico la etapa de salida del sensor cambia. Conforme el objetivo se aleja del sensor la amplitud del oscilador decrece, conmutando al sensor a su estado original.

➤ **Objetivo estándar y la constante dieléctrica**

Los objetivos estándar son especificados para cada sensor capacitivo, el objetivo estándar se define normalmente como metal o agua. Los sensores capacitivos dependen de la constante dieléctrica del objetivo.

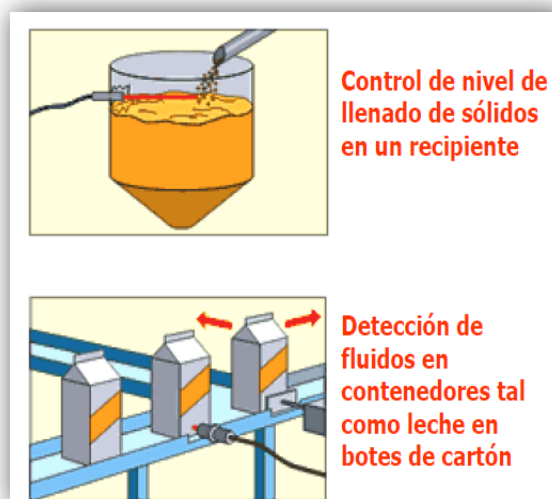
Mientras más grande es la constante dieléctrica de un material es más fácil de detectar. La grafica 2.29 muestra la relación de las constantes dieléctricas de un objetivo y la habilidad del sensor de detectar el material en la distancia del sensado (Sr).¹⁵

Figura 2.29
Relación de constantes dieléctricas y distancia del sensado



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/7852484/SENSORES-CAPACITIVOS>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 2.30
Ejemplos de aplicación de los sensores capacitivos



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/7852484/SENSORES-CAPACITIVOS>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

¹⁵ <http://es.scribd.com/doc/7852484/SENSORES-CAPACITIVOS>

Una aplicación para los sensores de proximidad capacitivos es la detección de nivel a través de barreras. Por ejemplo, el agua tiene una constante dieléctrica mucho más alta que el plástico. Esto le permite al sensor la habilidad de ver a través del plástico y detectar el agua.

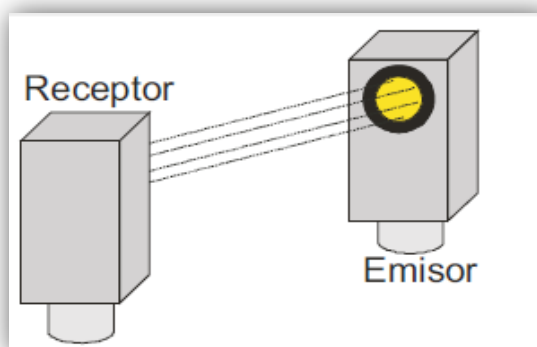
2.1.4.2.4 Sensores Fotoeléctricos

Emplean un haz luminoso como condicionante para detectar objetos, los hay de tres tipos:

➤ **Célula fotoeléctrica de barrera**

En los detectores de barrera, el objeto se interpone entre el emisor del haz luminoso y el receptor. Si la luz no llega al receptor se produce la acción de conmutación. El emisor suele ser una lámpara ayudada por un difusor luminoso, de tal forma que el haz de luz se direcciona.

Figura 2.31
Célula fotoeléctrica de barrera.

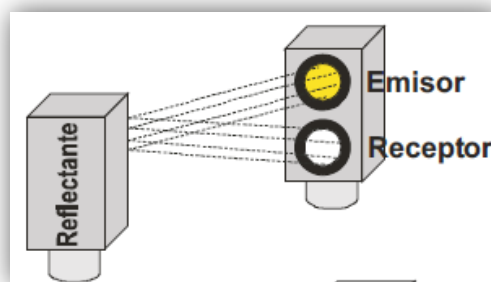


Fuente: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos.pdf>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Reflex

Los detectores se denominan *réflex*, cuando el emisor del haz luminoso y el receptor, están en la misma ubicación y el elemento contrario es un reflector o catadióptrico.

Figura 2.32
Sensor fotoeléctrico Reflex

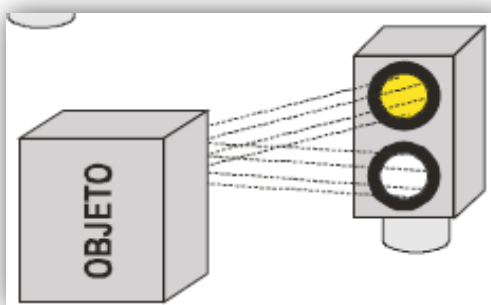


Fuente: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos...pdf>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Difusores

En los detectores difusores, un objeto cualquiera realiza la función de reflector. El emisor y receptor están en el mismo espacio. No permiten que la distancia sea elevada.

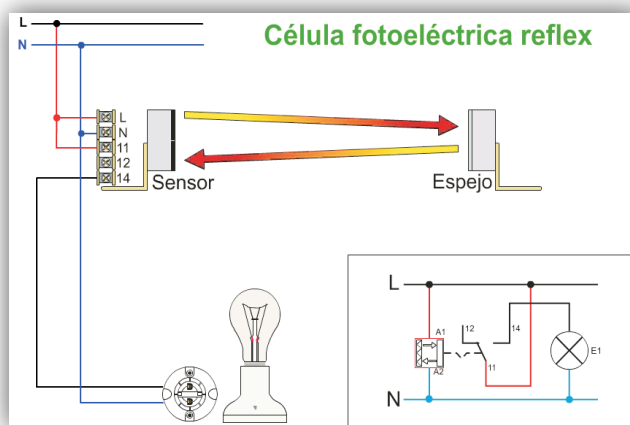
Figura 2.33
Sensor fotoeléctrico difusor



Fuente: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos.pdf>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

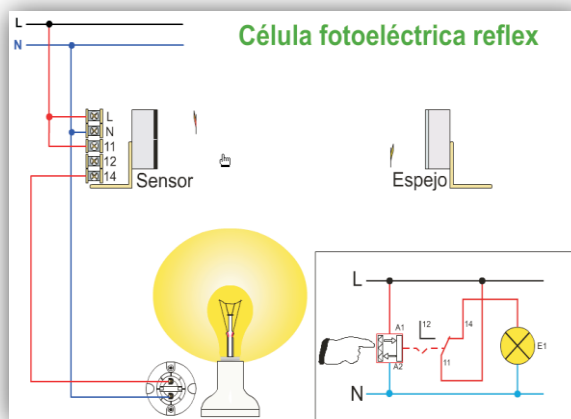
Los sensores fotoeléctricos los encontramos en los ascensores, evitando que se cierre la puerta, en caso de nuevas incorporaciones, o como elemento de seguridad en puertas de garaje, evitando que la puerta se cierre, si en ese momento pasa algún vehículo o viandante (persona). La figura 2.30 (a) muestra al sensor en condiciones normales, es decir no hay ningún objeto a detectar, y la figura 2.30 (b) muestra la acción que realiza el sensor al detectar un objeto.¹⁶

Figura 2.34 (a)
Esquema de conexión de un sensor fotoeléctrico réflex (Ausencia de un objeto)



Fuente: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos.pdf>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 2.34 (b)
Esquema de conexión de un sensor fotoeléctrico réflex. (Presencia de un objeto).



Fuente: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos.pdf>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

¹⁶ <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos...pdf>

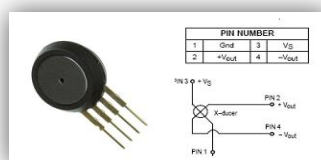
2.1.4.3. Sensores de presión

En la industria hay un amplísimo rango de sensores de presión, la mayoría orientados a medir la presión de un fluido sobre una membrana. En robótica puede ser necesario realizar mediciones sobre fluidos hidráulicos (por dar un ejemplo), aunque es más probable que los medidores de presión disponibles resulten útiles como sensores de fuerza (el esfuerzo que realiza una parte mecánica, como por ejemplo un brazo robótico), con la debida adaptación. Se puede mencionar un sensor integrado de silicio como el **MPX2100** de Motorola, de pequeño tamaño y precio accesible.¹⁷

En los sensores electrónicos en general, la presión actúa sobre una membrana elástica, midiéndose la flexión, para detectarla pueden aprovecharse diversos principios físicos, tales como inductivos, capacitivos, piezo-resistivos, ópticos, monolíticos (con módulos electrónicos extremadamente pequeños, totalmente unidos) u óhmicos (mediante cintas extensométricas).

En los sensores de presión con elemento por efecto Hall, un imán permanente pequeño (que está unido a una membrana) provoca un cambio del potencial Hall. El sensor de presión piezo-resistivo tiene un elemento de medición en forma de placa con resistencias obtenidas por difusión o implantación de iones. Si estas placas se someten a una carga, cambia su resistencia eléctrica. Lo mismo se aplica en el caso de los sensores de presión monolíticos, obtenidos mediante la cauterización gradual de silicio.

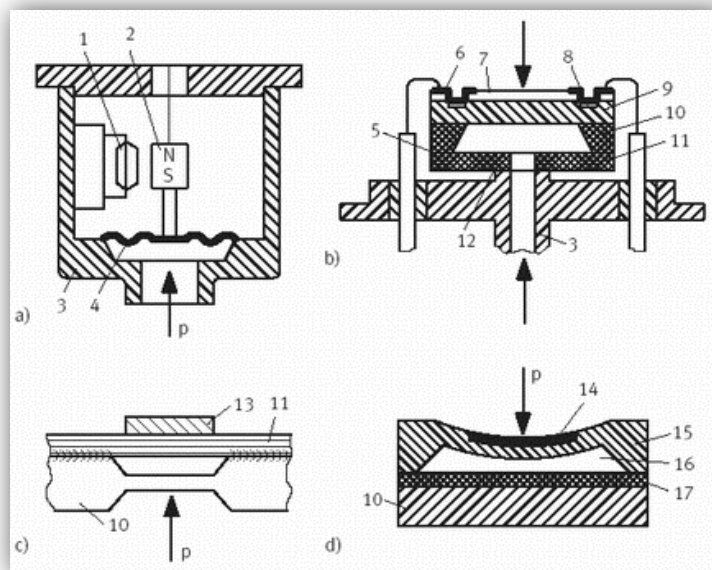
Figura 2.35
Sensor de presión MPX Series



Fuente: <http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag45.html>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

¹⁷ http://robots-argentina.com.ar/Sensores_presion.htm

Figura 2.36
Esquema del interior de algunos sensores de presión



Fuente: http://robots-argentina.com.ar/Sensores_presion.htm
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Sensor Hall**

- 1 Generador Hall.
- 2 Imán permanente.
- 3 Cuerpo del sensor.
- 4 Membrana

➤ **Sensor de presión piezo-resistivo**

- 3 Cuerpo del sensor.
- 5 Capa de unión.
- 6 Contacto de aluminio.
- 7 Pasivación.
- 8 Piezo-resistencia.
- 9 Capa epitaxiada.
- 10 Sustrato de silicio.
- 11 Soporte de vidrio.
- 12 Capa de unión metálica.

➤ **Sensor de presión capacitivo**

- 10 Sustrato de silicio.
- 11 Soporte de vidrio.
- 13 Placa.

➤ **Sensor de presión monolítico**

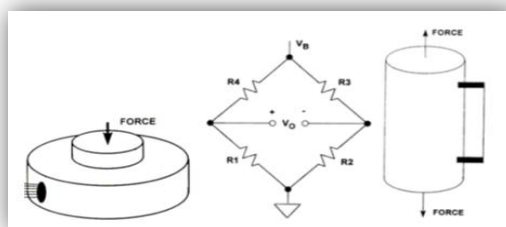
- 10 Sustrato de silicio.
- 14 Resistencias incorporadas mediante difusión.
- 15 Carril de silicio.
- 16 Vacío.
- 17 Capa de soldadura.

En todos: P = Presión.

2.1.4.3.1 Sensores de Presión Resistivos

Una presión sobre una membrana hace variar el valor de las resistencias montadas en puente de Wheatstone apareadas. Las Células de Carga y las Galgas Extensiométricas son elementos metálicos que cuando se someten a un esfuerzo sufren una deformación del material, y por lo tanto una variación de su resistencia interna.¹⁸

Figura 2.37
Sensor de presión resistivo



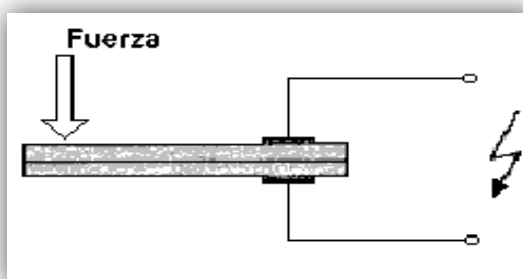
Fuente: <http://es.scribd.com/doc/3838277/21/Sensores-de-Presion-Resistivos>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

¹⁸ <http://es.scribd.com/doc/3838277/21/Sensores-de-Presion-Resistivos>

2.1.4.3.2 Sensores de Presión Piezo-Cerámicos/Multicapa

La combinación de la tecnología piezo-cerámica y multicapa se utiliza para producir una señal eléctrica, cuando se aplica una fuerza mecánica en el sensor.

Figura 2.38
Sensor de presión piezo-cerámico

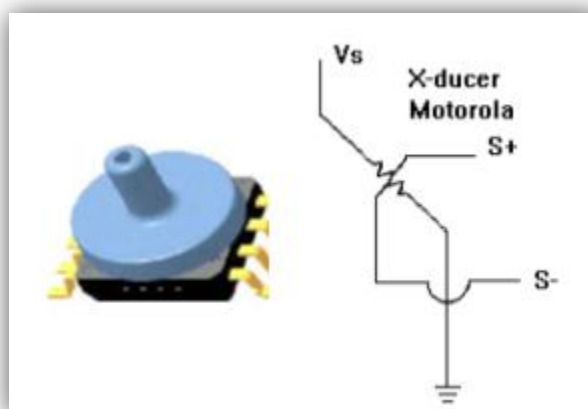


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/3838277/21/Sensores-de-Presion-Resistivos>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.3.3 Sensores de Presión con Semiconductores

Una variación de presión sobre una membrana, hace actuar un único elemento piezo-resistivo semiconductor. *Motorola* fabrica sensores de presión con su familia MPX.

Figura 2.39
Sensor de presión con semiconductores.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/3838277/21/Sensores-de-Presion-Resistivos>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.4. Sensores de nivel

Los sensores de nivel tienen una gran utilidad práctica en las industrias, las fábricas que se dedican a la comercialización de productos envasados, tienen como misión controlar los niveles de cada producto en sus envases, para lograr una homogeneidad en la producción. Esta tarea sería muy angosta sin la utilización de los sensores de nivel.

Como ya se ha dicho, los sensores de nivel son aquellos dispositivos que se encargan de controlar la cantidad de productos en cada envase, por lo que su papel dentro del flujo de producción industrial es muy importante. Obviamente existen varios tipos de sensores de nivel, ya que cada producto tiene características diferentes y no sería lógico ni aplicable, usar el mismo tipo de sensor para determinar cantidades de productos de diferentes características.

En el caso de los productos sólidos, los sensores de nivel usados son capacitivos de proximidad, los cuales se adaptan a las tareas a que se programen. En estos casos los recipientes serían llenos de productos como harinas, azúcar, granos, etc. Una de las ventajas adicionales de los sensores de nivel para sólidos es que pueden detectar la presencia de otras sustancias o materiales distintas a las que se desean envasar, por ejemplo: madera, plásticos, cartón, metal, entre otros.

Cuando se va a trabajar con productos líquidos, lo que se usan son sensores de nivel de agua, los cuales son muy precisos. Estos sensores trabajan según el volumen y el peso. Alguien podría preguntar si los sensores humanos no son más eficientes.

La respuesta podría ser afirmativa, pero si se tiene en cuenta que muchos de los productos que se comercializan en la industria son tóxicos, pues obviamente, regresamos y cambiamos de opinión; dando la importancia que requieren los sensores de nivel.

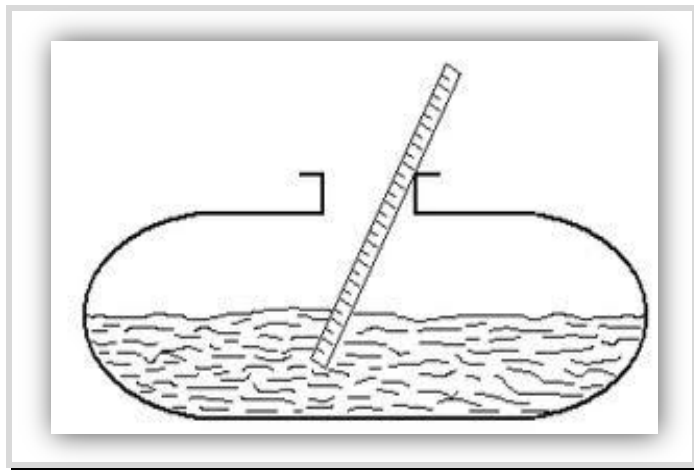
Tipos de sensores de nivel ¹⁹

- Sonda
- Flotador
- Presión diferencial
- Por burbujeo
- Radiactivo
- Capacitivo
- Ultrasónicos
- Conductivo o Resistivo

2.1.4.4.1 Sensor de nivel tipo Sonda

Consiste en meter una regla graduada dentro del líquido y determinar el nivel por lectura directa de la superficie mojada.

Figura 2.40
Sensor de nivel tipo sonda



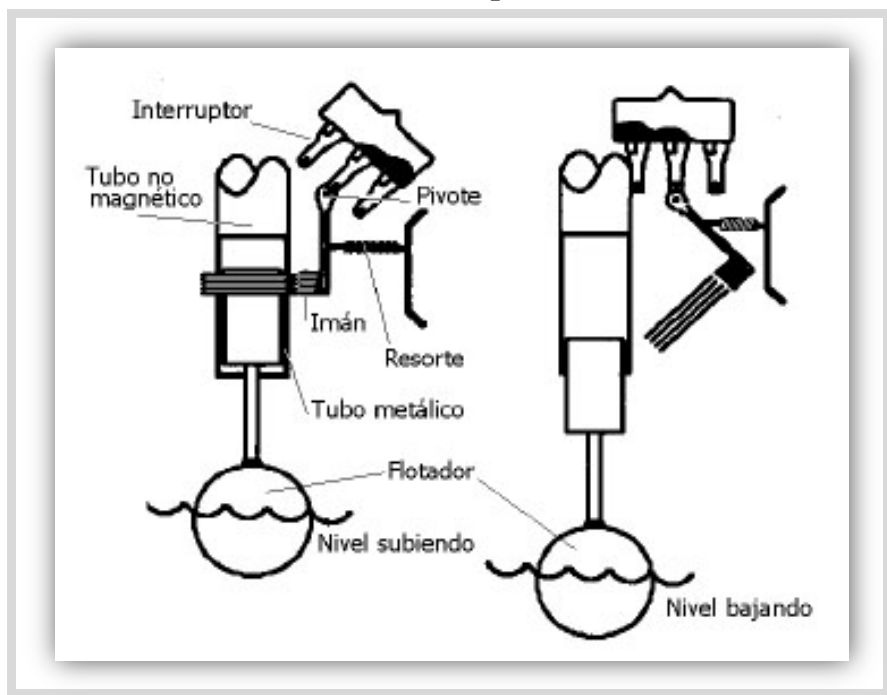
Fuente: <http://es.scribd.com/doc/79181157/Sensores-de-Nivel>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

¹⁹ <http://es.scribd.com/doc/79181157/Sensores-de-Nivel>.

2.1.4.4.2 Sensor de nivel tipo flotador

Consta de un flotador pendiente del techo del depósito por una barra a través de la cual transmite su movimiento a una ampolla de mercurio con un interruptor, si el nivel alcanza el flotador, lo empuja de forma ascendente si la fuerza supera al peso del flotador. Al hacerlo el interruptor cambia de posición, ver figura 2.41.

Figura 2.41
Sensor de nivel tipo flotador



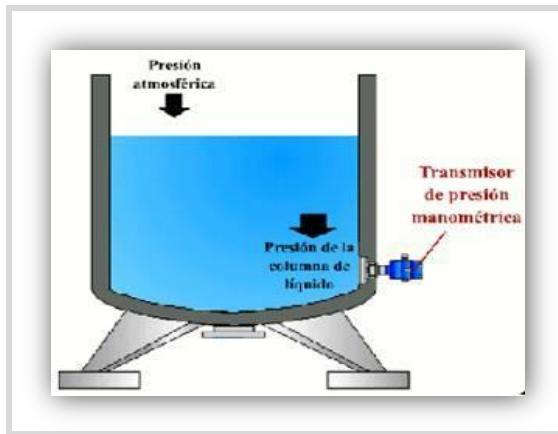
Fuente: <http://es.scribd.com/doc/79181157/Sensores-de-Nivel>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.4.3 Sensor de nivel de presión diferencial

Consiste en un diafragma que mide la presión hidrostática en un punto en el fondo del depósito. En un contenedor abierto, el nivel será proporcional a la presión en el fondo. En un contenedor cerrado, será proporcional a la diferencia entre la presión del fondo y la del contenedor.

Figura 2.42
Sensor de nivel de presión diferencial

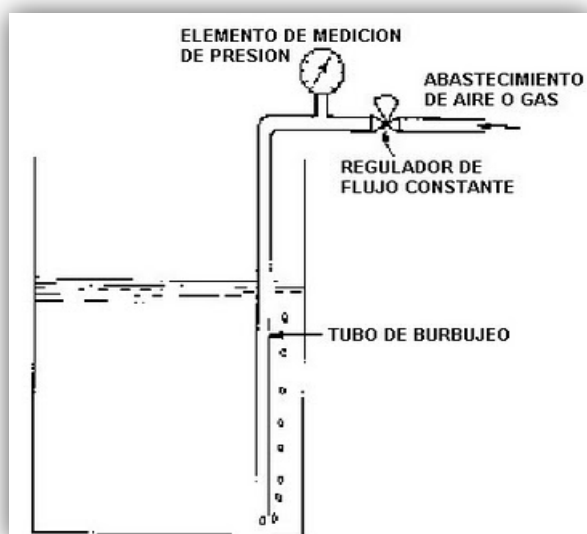


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/79181157/Sensores-de-Nivel>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.4 Sensor de nivel por burbujeo

Se emplea un tubo sumergido en el líquido, a través del cual se hace burbujear aire mediante un rotámetro. La presión del aire en la tubería equivale a la presión hidrostática ejercida por el líquido, y por lo tanto al nivel que ocupa este.

Figura 2.43
Sensor de nivel por burbujeo

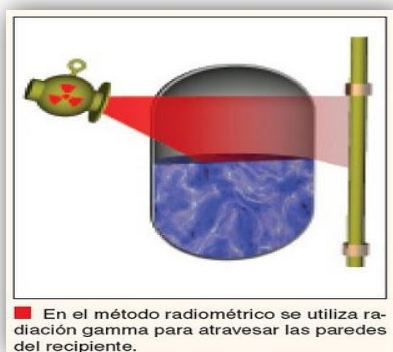


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/79181157/Sensores-de-Nivel>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.4.5 Sensor de nivel radioactivo

Consisten en un emisor de Rayos X montado a un costado del depósito y con un detector (el cual incluye un contador) que transforma la radiación recibida en una señal eléctrica CC. La radiación captada es inversamente proporcional al nivel de fluido.

Figura 2.44
Sensor de nivel radioactivo



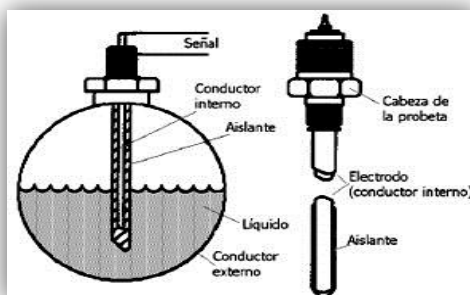
Fuente: <http://es.scribd.com/doc/79181157/Sensores-de-Nivel>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.4.6 Sensores de nivel capacitivos

Mide la variación en la capacitancia de un electrodo sumergido y las paredes del depósito, en caso de que sean líquidos conductores, el electrodo está recubierto de teflón.

Figura 2.45
Sensor de nivel capacitivo



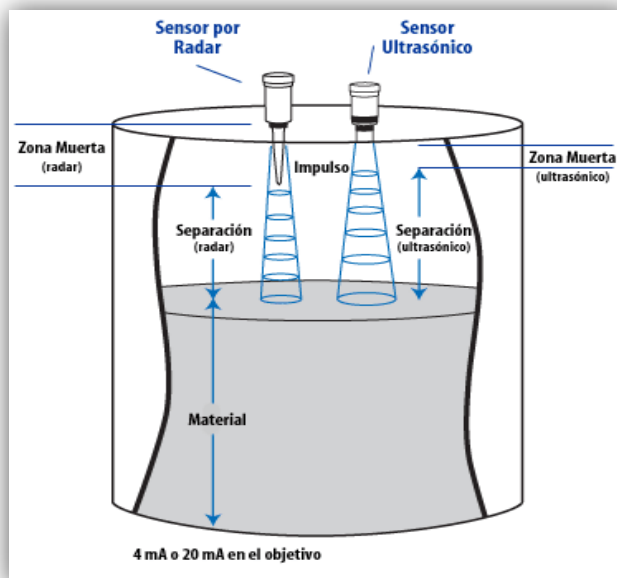
Fuente: <http://es.scribd.com/doc/79181157/Sensores-de-Nivel>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.4.7 Sensor de nivel ultrasónico

Los sensores ultrasónicos tienen como función principal la detección a través de la emisión y reflexión de ondas acústicas.

Figura 2.46
Esquema sensor de nivel ultrasónico



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/79181157/Sensores-de-Nivel>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Se emite un impulso desde el transmisor del sensor. El impulso viaja hasta la superficie monitorizada y se refleja en la superficie volviendo al sensor. El tiempo del recorrido se divide por 2 y se convierte en una señal de salida directamente proporcional al nivel del material. En el caso del sensor ultrasónico, se mide la temperatura para compensar la variación de velocidad del impulso ultrasónico.

➤ Principio de funcionamiento

Funcionan al igual que el sistema de sonar usado por los submarinos. Emiten un pulso ultrasónico contra el objeto a sensor y, al detectar el pulso reflejado, se para un contador de tiempo que inició su conteo al emitir el pulso. Este tiempo es referido a

distancia y de acuerdo con los parámetros elegidos de respuesta set Point con ello manda una señal eléctrica digital o analógica.

➤ Ventajas:

- Detectan con seguridad objetos a grandes distancias.
- Los objetos a detectar pueden ser sólidos, líquidos o en forma de polvo.
- El material a detectar pueden ser transparente.
- Es posible la detección selectiva de objetos a través de la zona de conexión.
- No necesitan el ambiente limpio, necesario por los sensores fotoeléctricos.
- Posibilidad de aplicaciones al aire libre.

➤ Desventajas:

- El objeto a detectar tiene que estar dispuesto en forma perpendicular al eje de propagación.
- Son lentos.
- Son más caros que los ópticos.

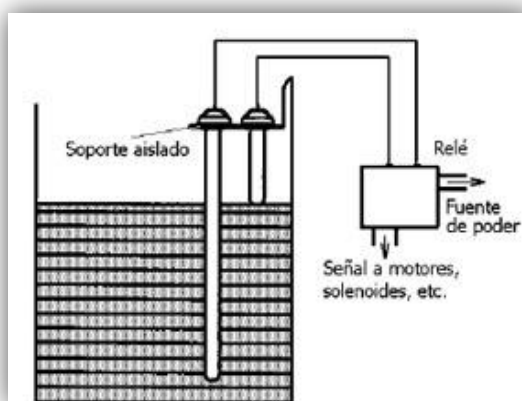
➤ Aplicaciones:

- Instalaciones de almacenamiento.
- Sistema de transporte.
- Industria de la alimentación.
- Procesos de metales.
- Procesos de vidrio.
- Procesos de plásticos.
- Supervisión de materiales a granel.

2.1.4.4.8 Sensor de nivel conductivo o resistivo

Consisten en uno o varios electrodos y un relé eléctrico o electrónico, el cual varía cuando el líquido moja a los electrodos.

Figura 2.47
Esquema sensor de nivel conductivo



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/79181157/Sensores-de-Nivel>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.5. Sensores de desplazamiento

Los sensores de desplazamiento funcionan electromecánicamente y constan de una resistencia de valor fijo sobre la cual se desplaza un cursor dividiendo a la resistencia eléctricamente. En la figura 2.44 se muestra la forma física de algunos sensores de desplazamiento.

Figura 2.48
Sensores de desplazamiento



Fuente: www.antirrobo.net/sensores/sensores-de-desplazamiento.html

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Generalmente los sensores de desplazamiento son muy utilizados en los sistemas de seguridad gracias a que el movimiento que genera el cursor origina a su vez un cambio en la resistencia y esta circulación puede utilizarse para lograr medir el desplazamiento lineal o angular de cualquier tipo de objeto. Ahora bien, es importante mencionar el hecho de que los sensores de desplazamiento fueron creados para diferentes tipos de funciones, especialmente para pruebas físicas, no obstante, las empresas que se encargan de desarrollar nuevos sistemas de seguridad para la protección de hogares, edificios, empresas y todo tipo de instituciones, utilizando la tecnología de los sensores de desplazamiento en los sistemas de seguridad.²⁰

2.1.4.5.1 Sensores de distancia por cable

Los sensores de desplazamiento por hilo de la serie WS del fabricante alemán ASM, también conocidos como sensores de sirga o encoder de sirga, compone una gama muy versátil para la medida de distancia con una gran facilidad.²¹

Figura 2.49
Sensores de distancia por cable



Fuente: <http://www.sensores-de-medida.es>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

²⁰ Sensores Industriales, disponible en: www.antirrobo.net/sensores/sensores-de-desplazamiento.html

²¹ http://www.sensores-de-medida.es/sensing_sl/SENSORES-Y-TRANSDUCTORES_35/Sensores-de-distancia_36/Sensores-de-distancia-por-cable_37/

El sistema de montaje es sencillo, basta con fijar el sensor de distancia a la superficie de medida y anclar el extremo del cable a la superficie móvil. Este movimiento provoca que el cable de medida se extraiga y genere un cambio en la señal de salida, proporcional a la distancia recorrida por el cable. Los rangos de medida parten de 50mm y pueden llegar a los 60000mm, con diferentes tipos de salida, analógica y digital. En cuanto a los formatos, los sensores de distancia por cable tienen formatos de todo tipo, en función del rango de medida, el sensor será más o menos grande, puesto que tendrá que enrollar más o menos cable.

2.1.4.5.2 Sensores de distancia magnetostrictivos

Los sensores de distancia magnetostrictivos o sensores de imán, basan su funcionamiento en el efecto Villary, en el que el campo magnético de un imán intercepta una onda y esta se ve reflejada hacia la electrónica, por lo que se mide el tiempo de ida y vuelta de la señal. Todo esto implica que sea una medida sin rozamiento.²²

Figura 2.50
Sensores de distancia magnetostrictivos



Fuente: <http://www.sensores-de-medida.es>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

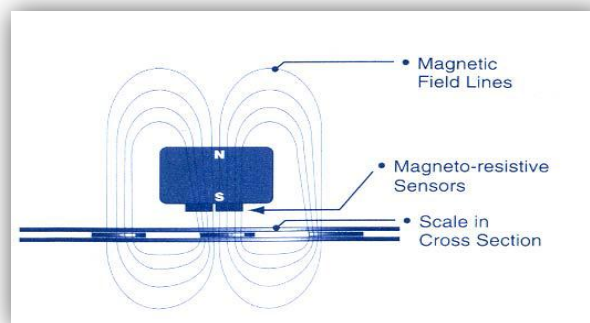
²² SMITH, CARLOS y CORRIPIO, ARMANDO, *Control Automático de Procesos Teoría y Práctica*, Primera Edición, Editorial Limusa, 1991.

2.1.4.5.3 Sensores de distancia - Encoders Magnéticos

La tecnología magnética es muy resistente al polvo, grasa, humedad, y a otros contaminantes comunes en los ambientes industriales, así como a los golpes y vibraciones. Existen varios tipos de sensores magnéticos.

Los sensores de reluctancia variable detectan cambios en el campo magnético causado por la presencia o movimiento de un objeto ferromagnético. El sensor rotatorio de reluctancia variable más sencillo, comúnmente llamado magneto recolector, consiste en un carrete enrollando un imán permanente. Este genera un pulso de voltaje cuando un diente de engrane se mueve ante este. Fuerte, seguro, barato, este sensor se utiliza en la mayoría de las veces para medir la velocidad, ya que no trabaja a menos que el objeto se esté moviendo ante la cara del sensor cerca de unas 180 pulgadas por segundo o más rápido.

Figura 2.51
Principio Inductivo de los Encoders



Fuente: <http://www.sensores-de-medida.es/>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Otro tipo de sensor utiliza un imán permanente y un efecto de Hall o dispositivo magneto resistivo para producir un cambio en cualquier voltaje o resistencia eléctrica en presencia de material ferromagnético, el cual puede tener forma de diente de engrane (para un encoder rotatorio) o banda metálica con ranuras (para un encoder lineal). Este tipo de sensor trabajará abajo a una velocidad 0, y está disponible tanto en la forma rotatoria como en la lineal.

2.1.4.5.4 Sensores de distancia - Potenciómetros lineales

Los potenciómetros lineales ELAP son una de las formas más económicas de medir distancia o desplazamiento. Son sensores de distancia resistivos que incorporan un cursor arrastrado por un vástago sobre una pista resistiva plástica, que provoca una variación de resistencia en los terminales de salida.

Figura 2.52
Sensor de distancia – potenciómetros lineales



Fuente: <http://www.sensores-de-medida.es/>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.6. Sensores de peso

Celdas de carga

Una **celda de carga** es un transductor que es utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica. Esta conversión es indirecta y se realiza en dos etapas. Mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir deforma una galga extensiométrica. La galga extensiométrica convierte el (desplazamiento) o deformación en señales eléctricas. Una celda de carga por lo general se compone de cuatro galga extensiométricas conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone. Sin embargo es posible adquirir celdas de carga con solo uno o dos galga extensiométricas. La señal eléctrica de salida es típicamente del orden de unos pocos mV y debe ser amplificada mediante un amplificador de instrumentación antes de que pueda ser

utilizada. La salida del transductor se conecta en un algoritmo para calcular la fuerza aplicada al transductor.²³

➤ **Tipos de celdas de carga**

- Celdas de carga Basadas en galgas extensiométricas.
- Celdas de carga de compresión.
- Celdas de carga de tensión y compresión.
- Celdas de carga con viga en forma de S.
- Celdas de carga de flexión de viga.
- Celdas de carga de un solo punto.
- Celdas de carga analógicas.

2.1.4.6.1 Celdas de Carga Basadas en galgas extensiométricas

Convierten la fuerza actuante sobre ellas en señales eléctricas medibles. Las galgas están unidas a una viga o miembro estructural que se deforma cuando el peso se aplica. En la mayoría de los casos, cuatro galgas se utilizan para obtener la máxima sensibilidad y la compensación de temperatura.

Dos de las galgas suelen estar en tensión, y dos en compresión, y están conectados (mediante cables) con los ajustes de compensación. Cuando se aplica el peso, la tensión cambia la resistencia eléctrica de las galgas en proporción a la carga.

Dentro de las celdas de carga basadas en las galgas extensiométricas también existen distintos tipos, diferenciándose en forma, tamaño y en la forma en que se realiza la medida. Algunos de estos tipos se ven a continuación.

²³ Instrumentos Electrónicos Básicos, Alfaomega, Marcombo | PALLÁS, Ramón.

2.1.4.6.2 Celdas de carga de compresión

Como lo dice su nombre, son celdas de carga que miden según su compresión con una excelente estabilidad a largo plazo. En su mayoría, son construidas en acero inoxidable para asegurar la fiabilidad en entornos industriales. Están diseñadas para operar montadas a una superficie plana, y tienen un botón de carga mecanizado como parte integrante de la celda de carga básica. Sus precios van desde unos 460 dólares a 700 dólares, dependiendo de la carga máxima soportada (rango de 11 Kg a 23000 Kg). En la Figura 2.53 puede observarse el aspecto de una de estas celdas.

Figura 2.53
Celda de carga de compresión



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/88314765/Celdas-de-Carga>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.6.3 Celdas de carga de tensión y compresión

Estas celdas permiten medir tanto la tensión como la compresión de las cargas. Están hechas de acero inoxidable, son de tamaño pequeño y son capaces de ofrecer lecturas de alta precisión. En la Figura 2.54 se observa el tamaño de una de estas celdas comparada con una moneda, y también una rosca macho que poseen para adjuntarse a la carga. El precio de estas celdas ronda en los 750 dólares y soportan un rango de carga de entre 1 Kg y 450 Kg.

Figura 2.54
Celda de carga de tensión y compresión



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/88314765/Celdas-de-Carga>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.6.4 Celdas de carga con viga en forma de S

Estas celdas obtienen su nombre de su forma de S. Pueden proporcionar una salida de acuerdo con la tensión o la compresión y ofrecen rechazo de carga lateral superior. Las capacidades máximas de carga van desde los 11 Kg a los 18200 Kg.

Figura 2.55
Celda de carga con viga en forma de S.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/88314765/Celdas-de-Carga>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.6.5 Celdas de carga de flexión de viga

Son utilizadas en múltiples aplicaciones de celdas de carga, tanques de pesaje y control de procesos industriales. Estas celdas tienen un amplio margen de medida máximo, el cual va desde los 45 Kg a 45500 Kg, variando así de unos 340 a unos 800 dólares en el mercado.

Figura 2.56
Celda de carga de flexión de viga



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/88314765/Celdas-de-Carga>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.6.6 Celdas de carga de un solo punto

Este tipo de celdas se usan en sistemas de pesaje comerciales e industriales. Proporcionan lecturas precisas, independientemente de la posición de la carga en la plataforma. Esta última característica las hace un poco más costosas que las anteriores, variando en un rango de 760 dólares a 1100 dólares, y con máximos de carga de entre 2.3 Kg a 230000 Kg.

Figura 2.57
Celda de carga de un solo punto



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/88314765/Celdas-de-Carga>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.6.7 Celdas de carga analógica

Las células de carga analógicas pueden estar fabricadas a partir de una pieza metálica que puede ser de diferentes metales según las necesidades; aluminio, hierro o acero inoxidable entre otros. Esta pieza por norma general poseerá un hueco en la zona central en la búsqueda de una mejora de la flexibilidad. De hecho, con la incorporación a la pieza de los extensómetros, será la flexibilidad la que acabe convertida en variación de la impedancia.

La importancia de los extensómetros queda clara en cuanto a Elaborado por de los procesos de medición de las posibles deformaciones sobre un elemento o dispositivo debidas a la tensión, compresión, flexión o torsión. Las células de carga habrán de contar en su aplicación tanto con punto de apoyo como con punto de carga. En el funcionamiento de la aplicación una vez fija la célula en su punto de apoyo al recibir la carga tenderá a la deformación al mismo tiempo que los extensómetros quienes al cambiar la impedancia permitirán el paso de la corriente eléctrica creando una variación diferencial de potencial que resulta proporcional al incremento de la carga y la propia deformación de la célula.

Rendimiento de una celda de carga

➤ No-linealidad

Las células de carga tienen la capacidad de permitir que las señales de los medidores de tensión sean linealizadas antes de ser presentadas como resultado final. Esto es una ventaja para el fabricante ya que el rendimiento del diseño del transductor básico puede asumir una menor importancia.

➤ Histéresis

La tensión de las células de carga exhibe un valor de salida del que depende si la carga aplicada se incrementa o decrece.

➤ Creep

La salida de una célula de carga siguiendo un cambio en la carga aplicada tiene un elemento dependiente del tiempo llamado creep.

➤ Compensación de temperatura

La configuración de puentes de medidores de tensión en una célula de carga proporciona compensación de temperatura automática sustancial para los cambios de resistencia que ocurren en medidores individuales. Sin embargo la salida final de una célula de carga de un medidor de tensión es dependiente de la temperatura debido a cambios en la elasticidad del elemento de medición y otros factores. Una célula analógica utiliza componentes adicionales dentro del transductor para compensar estas variaciones.

➤ **Resolución y Repetibilidad**

La discriminación de la célula de carga es el cambio de carga más pequeño que puede detectarse y puede ser un intervalo muy pequeño. La repetibilidad de una célula de carga es una medida del acuerdo entre las salidas resultantes de varias aplicaciones de carga repetidas.

➤ **Fiabilidad**

No hay evidencias que sugieran una diferencia en la fiabilidad entre células de cargas analógicas y digitales y se considera que cualquier diferencia es improbable que sea significativa.

➤ **Diagnósticos**

Las células de carga analógicas no tienen capacidad de diagnóstico integral.

➤ **Tiempo de muestreo**

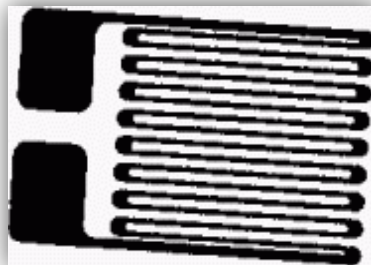
La célula de carga digital presenta su salida como secuencia de datos discreta, típicamente 10-40 por segundo. Esto inherentemente lleva a problemas con el tiempo, que queda afectado por el número de transductores en una misma línea de transmisión así como la velocidad y complejidad de los datos que se están transmitiendo. Estos factores deben evaluarse especialmente en aplicaciones que implican procesos rápidos.

2.1.4.6.8 Galga extensiométrica

Son básicamente una resistencia eléctrica. El parámetro variable y sujeto a medida es la resistencia de dicha galga.

Esta variación de resistencia depende de la deformación que sufre la galga.

Figura 2.58
Galga extensiométrica



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/88314765/Celdas-de-Carga>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Existen dos tipos de galgas básicos:

- De hilo conductor o lámina conductora

El sensor está constituido básicamente por una base muy delgada no conductora y muy flexible, sobre la cual va adherido un hilo metálico muy fino. Las terminaciones del hilo acaban en dos terminales a los cuales se conecta el transductor.

- Semiconductor

Las galgas semiconductoras son similares a las anteriores. En este tipo de galgas se sustituye el hilo metálico por un material semiconductor. La principal diferencia constructiva de estas galgas respecto a las anteriores se encuentra en el tamaño; las galgas semiconductoras tienen un tamaño más reducido.

Para tratar la variación se utilizará un puente de Wheatstone. Este está formado por cuatro resistencias unidas en un círculo cerrado, siendo una de ellas la resistencia bajo

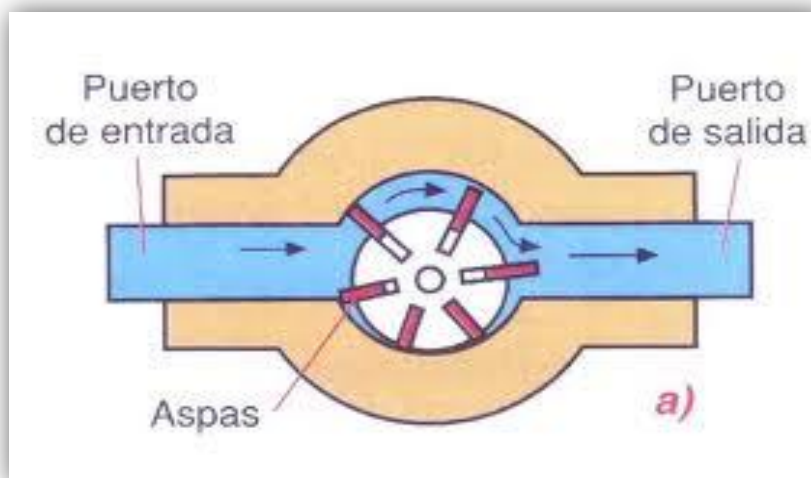
medida. De esta manera podremos medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio de los brazos del puente.²⁴

2.1.4.7. Sensores de flujo

Definición

El sensor de flujo es un dispositivo que, instalado en línea con una tubería, permite determinar cuándo está circulando un líquido o un gas. Estos son del tipo apagado/encendido; determinan cuándo está o no circulando un fluido, pero no miden el caudal. Para medir el caudal se requiere un caudalímetro.²⁵

Figura 2.59
Sensor de flujo tipo turbina



Fuente: <http://profesorroman.blogspot.com>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

²⁴ CREUSS, ALFONSO, *Instrumentación Industrial*, Séptima Edición, Editorial Marcombo, Año 2005.

²⁵ SMITH, CARLOS y CORRIPIO, ARMANDO, *Control Automático de Procesos Teoría y Práctica*, Primera Edición, Editorial Limusa, 1991.

Factores para la elección del tipo de medidor de fluido

- **Rango.-** Los medidores disponibles en el mercado pueden medir flujos desde varios mililitros por segundo (ml/s) para experimentos precisos de laboratorio hasta varios miles de metros cúbicos por segundo (m³/s) para sistemas de irrigación de agua o agua municipal o sistemas de drenaje. Para una instalación de medición en particular, debe conocerse el orden de magnitud general de la velocidad de flujo así como el rango de las variaciones esperadas.
- **Exactitud requerida.-** Cualquier dispositivo de medición de flujo instalado y operado adecuadamente puede proporcionar una exactitud dentro del 5 % del flujo real. La mayoría de los medidores en el mercado tienen una exactitud del 2% y algunos dicen tener una exactitud de más del 0.5%. El costo es con frecuencia uno de los factores importantes cuando se requiere de una gran exactitud.
- **Pérdida de presión.-** Debido a que los detalles de construcción de los distintos medidores son muy diferentes, éstos proporcionan diversas cantidades de pérdida de energía o pérdida de presión conforme el fluido corre a través de ellos. Excepto algunos tipos, los medidores de fluido llevan a cabo la medición estableciendo una restricción o un dispositivo mecánico en la corriente de flujo, causando así la pérdida de energía.
- **Tipo de fluido.-** El funcionamiento de algunos medidores de fluido se encuentra afectado por las propiedades y condiciones del fluido. Una consideración básica es si el fluido es un líquido o un gas. Otros factores que pueden ser importantes son la viscosidad, la temperatura, la corrosión, la conductividad eléctrica, la claridad óptica, las propiedades de lubricación y homogeneidad.
- **Calibración.-** Se requiere de calibración en algunos tipos de medidores. Algunos fabricantes proporcionan una calibración en forma de una gráfica o esquema del flujo real versus indicación de la lectura. Algunos están equipados para hacer la

lectura en forma directa con escalas calibradas en las unidades de flujo que se deseen. En el caso del tipo más básico de los medidores, tales como los de cabeza variable, se han determinado formas geométricas y dimensiones estándar para las que se encuentran datos empíricos disponibles. Estos datos relacionan el flujo con una variable fácil de medición, tal como una diferencia de presión o un nivel de fluido.

A continuación se representa una tabla comparativa, con distintos tipos de sensores de flujo:

Tabla 2.7 Comparación de los distintos sensores de flujo

Sensor de flujo	Líquidos recomendados	Pérdida de	Exactitud típica en	Medidas y diámetros	Efecto viscoso	Coste Relativo
Tubo Venturi	Líquidos viscosos, sucios	Bajo	± 1	5 a 20	Alto	Medio
Tubo Pitot	Líquidos limpios	Muy bajo	± 3 a ± 5	20 a 30	Bajo	Bajo
Turbina	Líquidos limpios y viscosos	Alto	± 0.25	5 a 10	Alto	Alto
Electro-magnético.	Líquidos sucios y limpios;	No	± 0.5	5	No	Alto
Ultrasónico. (Doppler)	Líquidos sucios y líquidos	No	± 5	5 a 30	No	Alto
Ultrasónico. (Time-of-	Líquidos limpios y líquidos	No	± 1 a ± 5	5 a 30	No	Alto

Fuente: Instrumentos Electrónicos Básicos, Alfaomega, Marcombo | PALLÁS, Ramón.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Tipos de sensor de Flujo

- a) De pistón.
- b) De Paleta (compuerta).
- c) De elevación (tapón).

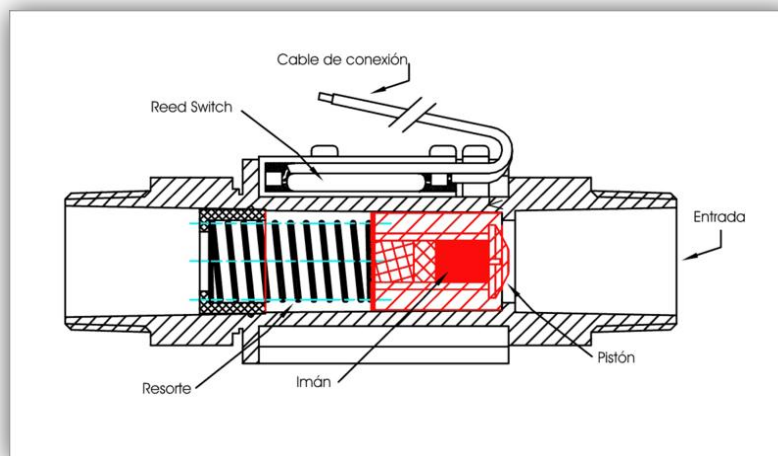
2.1.4.7.1 De pistón

Es el más común de los sensores de flujo. Este tipo de sensor de flujo se recomienda cuando se requiere detectar caudales entre 0,5 LPM y 20 LPM. Consiste en un pistón que cambia de posición, empujado por el flujo circulante. El pistón puede regresar a su posición inicial por gravedad o por medio de un resorte.

El pistón contiene en su interior un imán permanente. Cuando el pistón se mueve el imán se acerca y activa un Reed switch, que cierra o abre (según sea la configuración) el circuito eléctrico.

El área entre el pistón y la pared del sensor determina su sensibilidad, y por ende a qué caudal se activará el sensor.²⁶

Figura 2.60
Sensor de flujo tipo pistón



Fuente: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Sensores-De-Flujo/1357685.html>.

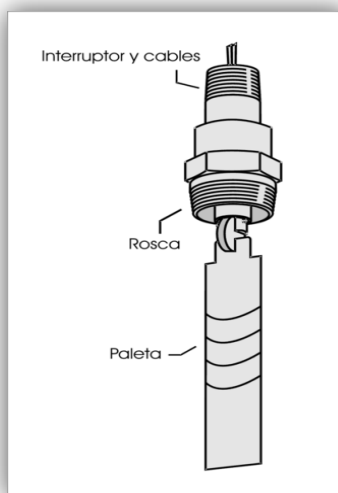
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

²⁶ SMITH, CARLOS y CORRIPIO, ARMANDO, *Control Automático de Procesos Teoría y Práctica*, Primera Edición, Editorial Limusa, 1991.

2.1.4.7.2 De paleta (compuerta)

Este modelo es recomendado para medir grandes caudales, de más de 20 LPM. Su mecanismo consiste en una paleta que se ubica transversalmente al flujo que se pretende detectar. El flujo empuja la paleta que está unida a un eje que atraviesa herméticamente la pared del sensor de flujo y apaga o enciende un interruptor en el exterior del sensor. Para ajustar la sensibilidad del sensor se recorta el largo de la paleta.

Figura 2.61
Interruptor de flujo tipo paleta

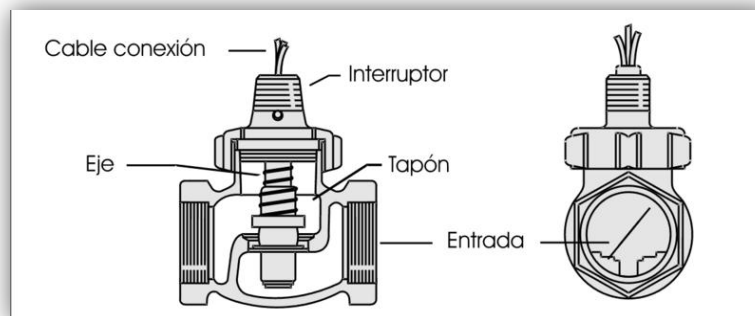


Fuente: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Sensores-De-Flujo/1357685.html>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.1.4.7.3 De elevación (tapón)

Este modelo es de uso general. Es muy confiable y se puede ajustar para casi cualquier caudal. Su mecanismo consiste en un tapón que corta el flujo, del centro del tapón surge un eje que atraviesa herméticamente la pared del sensor, se eje empuja un interruptor ubicado en el exterior del sensor. Para ajustar la sensibilidad del sensor se perforan orificios en el tapón.

Figura 2.62
Sensor de flujo d elevación



Fuente: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Sensores-De-Flujo/1357685.html>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Consideraciones

Para determinar el tipo de sensor de flujo se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- **Caudal de disparo.-** Se debe seleccionar un sensor más sensible si se requiere detectar flujos muy bajos.
- **Pérdida de presión.-** Al colocar cualquier objeto en el paso de un fluido se está reduciendo en alguna medida su presión. La presión de salida siempre va a ser menor a la de entrada, siendo el sensor de tapón el que más reduce la presión y el sensor de paleta el menos intrusivo.
- **Impurezas en los fluidos.-** Los sólidos en los fluidos pueden obstruir el sensor de pistón. En cambio, el sensor de paleta es el que menos se ve afectado por los sólidos.
- **Tipo de fluido.-** Se debe seleccionar un sensor que esté fabricado con materiales que soporten el tipo de fluido que vamos a detectar. La temperatura, presión, acidez y densidad son factores que se deben tomar en cuenta para seleccionar los materiales.

2.1.5 Aplicaciones generales de los sensores

Los sensores tienen aplicaciones en diversos campos, tales como:

- Ingeniería en control.
- Automatización Industrial.
- Instrumentación.
- Equipos para sistemas de información de procesos.
- Proyectos de sistemas automáticos industriales.
- Medicina.
- Informática.
- Comunicación.
- Transporte.
- Otros.

2.2. Transductores

2.2.1 Definición

Un transductor se define como el elemento que al someterlo a un cambio físico experimenta un cambio relacionado.²⁷

Un transductor es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra de diferente a la salida. Ver figura 2.63.

El nombre del transductor ya nos indica cual es la transformación que realiza (por ejemplo electromecánica, transforma una señal eléctrica en mecánica o viceversa), aunque no necesariamente en esa dirección. Es un dispositivo usado principalmente en

²⁷ Mecatrónica, Sensores de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica, 3ra edición, W. Bolton, Pág. 17.

la industria, en la medicina, en la agricultura, en robótica, en aeronáutica, etc. para obtener la información de entornos físicos y químicos y conseguir (a partir de esta información) señales o impulsos eléctricos o viceversa. Los transductores siempre consumen algo de energía por lo que la señal medida resulta debilitada.²⁸

Figura 2.63
Transductor



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Transductor>.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

La transducción o transformación de energía, se hace en dos fases. El modelo teórico de un transductor electroacústica, se basa en un transductor electromecánico y un transductor mecánico-acústico. Esto significa, que se estudia por un lado la transformación de la energía eléctrica en mecánica, ya que se genera un movimiento, y por otro lado se estudia la transformación de la energía mecánica en acústica, ya que el movimiento genera energía acústica.

2.2.2 Principio de funcionamiento

Cada tipo de transductor tiene una relación *ideal* medida-salida, descrita por una ecuación teórica o por una representación numérica o gráfica. Esta característica ideal

²⁸ <http://es.wikipedia.org/wiki/Transductor>

de transferencia puede ser en muchos casos lineal, en cuyo caso la pendiente de la recta es la relación de transferencia o función transferencia de ese transductor.

Si bien resulta prácticamente imposible construir transductores cuya relación medida-salida sea perfectamente lineal, en la práctica se manejan transductores cuya alinealidad es menor al 0,25%, pudiéndose considerar en ese caso la respuesta del transductor como lineal.

En el caso de una característica no lineal, la razón de transferencia es usada algunas veces para describir el transductor en un pequeño rango de entradas. Es decir, se limita a usar el transductor solo en aquella zona de su rango de funcionamiento donde la respuesta sea lineal.

Cuando la alinealidad del transductor hace imposible su utilización en tales condiciones, entonces se debe *linealizar* dicha señal. La alinealidad de un transductor puede provenir tanto del elemento sensor, como también de la configuración utilizada para excitarlo o extraer su señal.

2.2.3. Tipos de transductor

A continuación se describen algunos de los diferentes tipos de transductores utilizados en la industria según las diferentes aplicaciones para lo cual son diseñados.

2.2.3.1 Transductores de Contacto

Los transductores de contacto de elemento sencillo son transductores de ondas longitudinales diseñados para usos generales en la inspección ultrasónica manual, donde los materiales de prueba son relativamente planos y uniformes. Los transductores de

contacto proporcionan alta sensibilidad para una mejor penetración y se fabrican resistentes para trabajo en condiciones extremas.

Figura 2.64
Transductor de contacto



Fuente: www.mitecnologico.com/Main/SensoresYTransductores.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.2.3.2 Transductores de Haz Angular

Los transductores de haz angular son transductores de elemento sencillo o doble diseñados para inspección en soldadura o detección de fallas donde las fallas tienen una orientación angular con respecto a la superficie del material. La inspección en soldadura es realizada usando ondas de corte refractadas desde una onda longitudinal por medio de una zapata de lucita. Las zapatas de lucita son diseñadas para producir ondas de corte de un ángulo en particular en un material específico con el mínimo de ruido.

Figura 2.65
Transductor de haz angular



Fuente: www.mitecnologico.com/Main/SensoresYTransductores.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.2.3.3 Transductores de un solo elemento

Los transductores para medidores de espesores de precisión son de un solo elemento, con línea de retardo y de contacto diseñados principalmente para el uso con medidores de espesores de precisión de Krautkramer. Pueden también ser utilizados con la mayoría de los detectores de fallas. Se encuentra disponible una amplia variedad para satisfacer virtualmente cualquier requerimiento de inspección sobre la mayoría de los metales y no metales con paralelismo relativamente uniforme entre sus caras frontal y posterior. Dependiendo de la selección del transductor y las condiciones del material, la mayoría de los medidores de precisión pueden medir desde 0.005" hasta 15" en acero y plástico.

Figura 2.66
Transductor de un solo elemento



Fuente: www.mitecnologico.com/Main/SensoresYTransductores.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.2.3.4 Transductores de doble elemento

Los transductores de contacto de doble elemento son transductores de onda longitudinal con el elemento dividido; una mitad funciona como un transmisor mientras la otra funciona como un receptor. Cada mitad del elemento está ligeramente inclinado hacia el otro formando el ángulo "superior". Este ángulo "superior" eficazmente focaliza el haz del sonido. Estos transductores son excelentes para la detección de fallas y medición de

espesores con rangos pequeños. Porque tienen un transmisor y un receptor discreto, alcanzan mejor relación señal-ruido comparados a los transductores de un solo elemento.

Figura 2.67
Transductor de doble elemento



Fuente: www.mitecnologico.com/Main/SensoresYTransductores.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.2.3.5 Transductores de Inmersión

Los transductores de inmersión de un solo elemento son transductores que generan ondas longitudinales usados típicamente en sistemas de barrido manual, semiautomático, y automático. El barrido de partes con geometrías irregulares o complejas es posible debido a la columna de agua que se forma entre el transductor y la pieza inspeccionada. Se puede obtener una gran resolución en la superficie cercana comparada con la obtenida con los transductores de contacto. Es posible la inspección con haz angular simplemente inclinando el transductor o el tubo de barrido en relación a la superficie de la pieza. Se puede obtener focalización esférica (puntual) o cilíndrica (lineal) usando lentes acoplados acústicamente. Se debe especificar la longitud focal requerida.

Figura 2.68
Transductores por inmersión



Fuente: www.mitecnologico.com/Main/SensoresYTransductores.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

2.3 Monitoreo y control de diferentes variables físicas

Se puede realizar el monitoreo y control de diferentes variables físicas a través de un HMI, utilizaremos Intouch para realizar algunas de las prácticas para instrumentación industrial y también para realizar un proceso simulado para la defensa de nuestra tesis, en el que utilizaremos varios de los sensores instalados en el módulo y mediremos las variables como presión, nivel, temperatura, posición, peso y flujo.

2.4 Sistema HMI para control y supervisión del módulo

HMI significa “**Human Machine Interface**”, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso. En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas, como mostraremos a continuación.

Tipos de HMI:

Descontando el método tradicional, podemos distinguir básicamente dos tipos de HMIs:

➤ **Terminal de Operador**

Consistente en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues **numéricos**, o **alfanuméricos** o **gráficos**. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (**touch screen**).

➤ **PC + Software**

Esto constituye otra alternativa basada en un **PC** en donde se carga un **software** apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados **Industriales** (para ambientes agresivos), los de panel (**Panel PC**) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio. Respecto a los softwares a instalar en el PC de modo de cumplir la función de HMI hablamos a continuación.

➤ **Software HMI**

Estos softwares permiten entre otras cosas las siguientes funciones: **Interface gráfica** de modo de poder ver el proceso e interactuar con él, **registro en tiempo real e histórico** de datos, **manejo de alarmas**. Si bien es cierto sólo con la primera función enunciada es la propiamente HMI, casi todos los proveedores incluyen las otras dos ya sea en el mismo paquete o bien como opcionales. También es normal que dispongan de muchas más herramientas.

Al igual que en los terminales de operador, se requiere de una **herramienta de diseño o desarrollo**, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y luego debe quedar corriendo en el PC un software de **ejecución (Run Time)**. Por otro lado, este software puede comunicarse directamente con los dispositivos externos (proceso) o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación, cual es la tendencia actual.

➤ **Comunicación**

La comunicación con los dispositivos de las máquinas o proceso se realiza mediante comunicación de datos empleando las puertas disponibles para ello, tanto en los dispositivos como en los PCs.

Actualmente para la comunicación se usa un software denominado **servidor de comunicaciones**, el que se encarga de establecer el enlace entre los dispositivos y el software de aplicación (HMI u otros) los cuales son sus **clientes**.

La técnica estandarizada en estos momentos para esto se llama **OPC** (Ole for Process Control), por lo que contamos entonces con **Servidores y Clientes OPC**, sin embargo aún quedan algunas instalaciones donde se usaba DDE para este propósito, como también muchos softwares de aplicación sólo son clientes DDE por lo que lo usual es que los servidores sean OPC y DDE.

2.5. Introducción al diseño y desarrollo del sistema HMI

Para el diseño y desarrollo de un sistema HMI existen varios software utilizado en la industria, como por ejemplo el software intouch, el mismo que utilizaremos en la defensa del presente proyecto.

2.5.1 Características del software Intouch

Aquello que ahora se conoce en la industria como HMI (Human Machine Interface) comenzó hace más de veinte años con el software InTouch.

Ningún otro HMI en el mercado puede compararse al software InTouch en términos de innovación, integridad de arquitectura, conectividad e integración de dispositivos, ruta de migración de versiones de software sin interrupciones y facilidad de uso.

El software InTouch ofrece funciones de visualización gráfica que llevan sus capacidades de gestión de operaciones, control y optimización a un nivel completamente nuevo.

Esto se traduce en sistemas basados en estándares que permiten incrementar al máximo la productividad, optimizar la efectividad del usuario, mejorar la calidad y reducir los costos operacionales, de desarrollo y de mantenimiento.

2.5.2 Beneficios

- Facilidad de uso que le permite a desarrolladores y operarios ser más productivos de manera simple y rápida
- Gran integración de dispositivos sin y conectividad a prácticamente todos los dispositivos y sistemas
- Sus capacidades de representación gráfica y la interacción con sus operaciones permiten entregar la información correcta a las personas correctas en el momento correcto
- Migración de versiones de software sin interrupción, lo que significa que la inversión en sus aplicaciones HMI está protegida

2.5.3 Capacidades

- Gráficos de resolución independiente y símbolos inteligentes que visualmente dan vida a su instalación directamente en la pantalla de su computadora.
- Sofisticado sistema de scripting para extender y personalizar aplicaciones en función de sus necesidades específicas.
- Alarmas distribuidas en tiempo real con visualización histórica para su análisis
- Graficación de tendencias históricas integrada y en tiempo real.
- Integración con controles Microsoft ActiveX y controles .NET

Gráficos Orientados a Objetos

Las aplicaciones fáciles de editar y configurar, representan un menor tiempo de desarrollo. Con Intouch puede mover, redimensionar y animar objetos o grupos de ellos tan sencilla y rápidamente como imágenes estáticas. Dispone de todo tipo de herramientas de diseño: dibujos sencillos, alineación, trabajo en múltiples capas, espaciado, rotación, inversión, duplicación, copia, eliminación, etc. Todas estas prestaciones se encuentran en una única y configurable caja de herramientas o en sus menús. Intouch soporta cualquier resolución gráfica, incluyendo EGA, VGA y súper VGA.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Introducción

A continuación presentaremos en detalle cómo se ha realizado todo el proceso de diseño y construcción en este trabajo de tesis, dentro del contenido se mencionará la profundidad del estudio, el tipo de investigación, el diseño de la investigación que se ha realizado, así como también los métodos y técnicas que se ha utilizado para la recolección de la información y los datos que serán muy útiles para el análisis final de este trabajo.

3.2. Tipos de Investigación

Para presentar cual es el tipo de investigación empleado en el diseño y construcción del Módulo Dinámico que se ha realizado para esta tesis se ha optado por realizar un análisis desde distintos puntos de vista de la investigación, por lo tanto a continuación se presentan los tipos de investigaciones desde diferentes enfoques:

3.2.1 Por el grado de abstracción

Por el grado de abstracción esta investigación se puede determinar que es una investigación **Aplicada** puesto que este tipo de investigación tiene como principal objetivo el resolver problemas prácticos, con un margen de generalización limitado, y en este trabajo de tesis se va a diseñar y construir un Módulo de Instrumentación Industrial, el cual servirá para que los estudiantes de la materia de Instrumentación conozcan las características de algunos sensores de medición y detección y puedan hacer pruebas de funcionamiento de estos equipos existentes en la industria.

3.2.2 Según el objeto de estudio

Según el objeto de estudio esta tesis es de **Investigación Aplicada** ya que utiliza los conocimientos recibidos en las aulas de clases, para aplicarlos en la construcción del Módulo Dinámico y este será de provecho para la comunidad de estudiantes de Ingeniería Electromecánica.

3.2.3 Según las variables

Según las variables nuestro trabajo es de Investigación Experimental porque manipulamos diferentes instrumentos de medición y detección con la finalidad de describir cada acontecimiento en particular.

3.2.4 Por la dimensión cronológica

De acuerdo con la dimensión cronológica la investigación realizada en esta tesis es una del tipo **Descriptiva** debido a que se la está realizando en un fenómeno que está sucediendo en la actualidad y en esta zona del país exclusivamente en la Universidad tecnológica Equinoccial Campus Santo Domingo, la investigación se relaciona lo que está sucediendo con algún fenómeno en la actualidad.

3.3. Método de investigación

El método de investigación es el conjunto de procedimientos lógicos a través de los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigados, a continuación exponemos los empleados en nuestro trabajo.

3.3.1 Método de la medición

Empleamos este método de investigación porque se desarrolla con el objetivo de obtener información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto, proceso o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas.

3.3.2 Método experimental

Este método nos ayudará a modificar las condiciones bajo las cuales tienen lugar los procesos o fenómenos que se realizarán en las prácticas de forma planificada y controlada.

3.4 Población y Muestra

La población de nuestro proyecto de tesis, la constituyen los estudiantes de la UTE Santo Domingo de la carrera "Ingeniería Electromecánica" del séptimo nivel en la cátedra Instrumentación Industrial, quienes serán los directos beneficiados con la implementación del módulo dinámico en el laboratorio de la UTE.

3.5 Condiciones de Prueba

La manipulación del Módulo de Instrumentación Industrial deberá ser bajo supervisión del tutor a cargo de la cátedra de Instrumentación, dentro del respectivo laboratorio en donde se vayan a realizar las prácticas de funcionamiento de los equipos instalados.

En caso de que se manipulen los equipos sin la presencia del Tutor responsable, los estudiantes deberán haber hecho una investigación previa sobre el funcionamiento de los equipos que vayan a utilizar.

El funcionamiento, características y diagramas de conexión de cada equipo instalado, se encuentra en el manual de funcionamiento de los equipos, realizado en el capítulo iv.

CAPÍTULO IV

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DINÁMICO ORIENTADO A PRÁCTICAS DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

4.1 Introducción

El conocimiento del funcionamiento de los instrumentos de medición y de control, y su papel dentro del proceso en el que intervienen, es básico para quienes desarrollan su actividad profesional dentro de este campo, en la actualidad en el ámbito profesional existen diversas maneras y métodos de aprender las características y principios de funcionamiento de dichos instrumentos, pero durante la formación pre-profesional de los estudiantes muchas de las veces no se cuenta con una infraestructura adecuada dentro de los establecimientos educativos de nivel superior para obtener esos conocimientos. Y es de vital importancia que aquellos estudiantes, especialmente de carreras técnicas de especialización, tengan a la mano una infraestructura que les permita obtener el mayor conocimiento posible, tanto en la parte académica como en la parte práctica.

Es por esa razón, que en la Universidad Tecnológica Equinoccial Campus Santo Domingo, como parte de proyecto de tesis se va a construir un módulo dinámico orientado a prácticas de instrumentación industrial, con la finalidad de incrementar el conocimiento práctico de los estudiantes de la carrera de Electromecánica de ésta Universidad.

El modulo será diseñado y construido en base a los requerimientos de la cátedra de instrumentación Industrial, en el cual se adecuara varios sensores de uso industrial, que se encuentran dentro del pensum de la materia, y que servirán para que los estudiantes hagan sus prácticas de laboratorio de una manera más practica ya que los sensores que se colocaran en el módulo son los que se utilizan en procesos industriales en el campo laboral.

4.2. Instrumentos del módulo

Analizando el pensum de la cátedra de Instrumentación Industrial, hemos realizado una selección de los instrumentos que se van a instalar en el módulo.

Para la selección de los equipos, primeramente se verificó los límites de espacio mínimos y máximos que teníamos en el laboratorio para posteriormente hacer el diseño más adecuado. A continuación en la figura 4.1 se muestra el espacio donde se va a colocar el módulo.

Figura 4.1
Espacio de instalación del módulo



Fuente: Laboratorio Automatización UTE Santo Domingo.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Las dimensiones disponibles para nuestro diseño son:

- Ancho: 100 cm.
- Profundidad: 75 cm.
- Altura: 65 cm.

Con las dimensiones de construcción establecidas se procedió a seleccionar los siguientes equipos e instrumentos para el módulo dinámico, mostrados en la tabla 4.1.

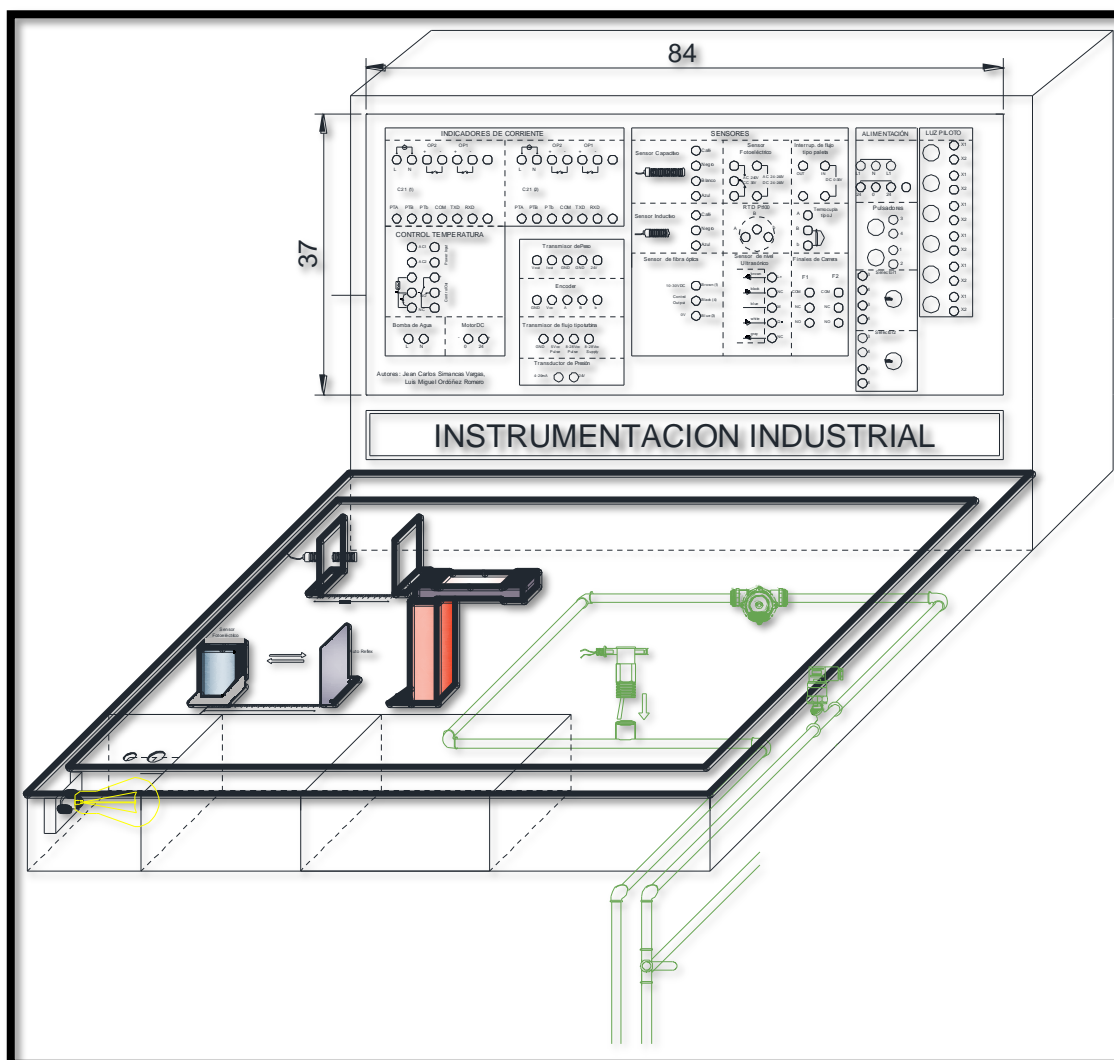
Tabla. 4.1 Instrumentos y equipos a instalarse en el módulo

ITEM	INSTRUMENTOS EQUIPOS.	Y	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	RTD Pt 100		Sensa temperatura dentro de la cámara de temperatura.	1
2	Termocupla tipo J		Sensa temperatura dentro de la cámara de temperatura	1
3	Sensor Foto Eléctrico		Detector de presencia de objetos al interrumpir el az de luz que el sensor refleja.	1
4	Sensor Inductivo.		Detector de proximidad de metales	1
5	Sensor Capacitivo.		Detector de proximidad de metales y no metales	1
6	Sensor de fibra óptica.		Sensa colores oscuros y claros	1
7	Sensor de nivel ultrasónico.		Indica nivel a traves de la emisión de ondas.	1
8	Encoder Incremental.		Proporciona las Rpm del motor DC a traves de pulsos	1
9	Interruptor de flujo tipo paleta.		Indica si existe flujo dentro de la tuberia.	1
10	Transductor de presión.		Convierte una señal de entrada de 4 a 20mA en una señal de salida de 0 a 200 Psi.	1
11	Flujómetro tipo turbina.		Indica los Gpm que pasan en tiempo real por la tubería.	1
12	Final de carrera		Detector de posición, microswich.	2
13	Celda de carga.		Utilizando el principio de una galga extensiométrica y envía una señal al transmisor de peso.	1
14	Transmisor de Peso.		Convierte la señal de la celda de carga en una salida de 4 a 20mA.	1
15	Indicador digital		Recibe señales de 4 a 20mA y las convierte en las salidas requeridas,	2
16	Controlador de temperatura		Establece un límite de temperatura y activa una salida x	1
17	Fuente de voltaje		Fuente de 24 Vcc que alimenta la mayoría de los instrumentos.	1
18	Motor		Motor DC de 24 V, utilizado junto con el Encoder para contar las rpm del mismo.	1
19	Foco 200W		Funciona como cámara de temperatura para la RTD Pt100 y la Termocupla tipo J.	1
20	Dimmer		Regula la luminosidad del foco para variar la temperatura.	1

Fuente: Equipos seleccionados para el módulo.

Elaborado por: Luis Ordóñez, Jean Carlos Simancas/2012.

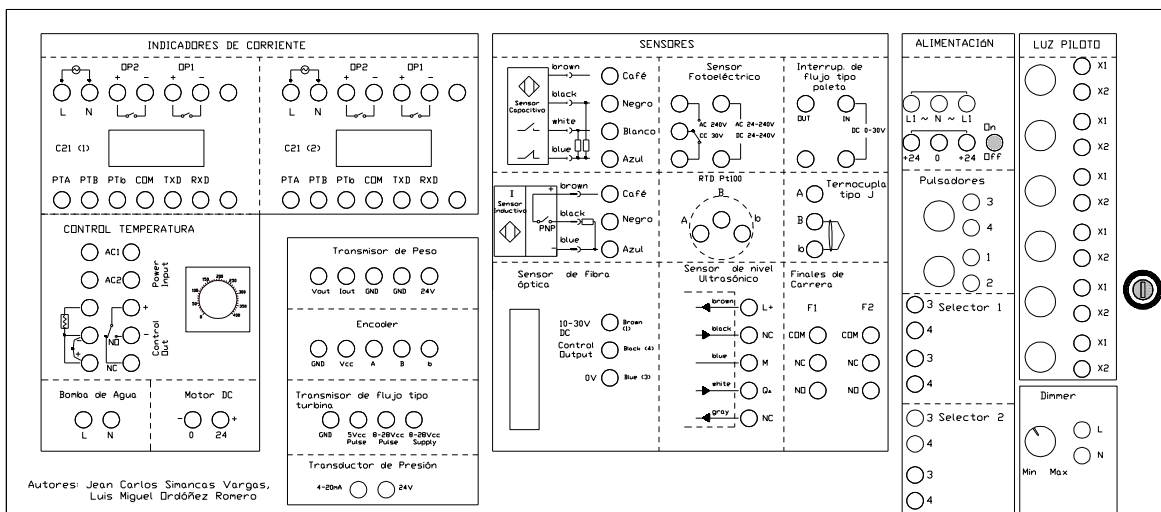
Figura 4.2
Vista Previa Completa del Módulo



Fuente: Diseño del módulo dinámico, Autocad 2010.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.3 (a)
Vista Previa Panel Frontal.



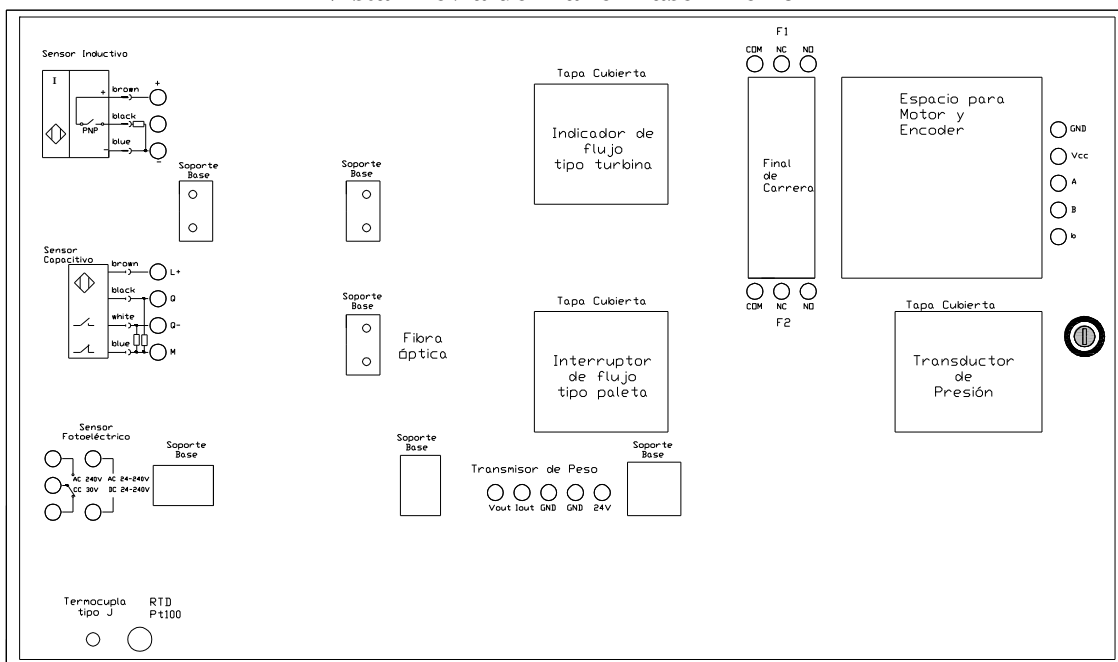
Fuente: Diseño del módulo dinámico, Autocad 2010.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.3 (b)
Vista Final Panel Frontal



Fuente: Panel frontal de módulo dinámico terminado, UTE Santo Domingo.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.4 (a)
Vista Previa del Panel Base Inferior



Fuente: Diseño del módulo dinámico, Autocad 2010.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.4 (b)
Vista Final del Panel Base Inferior.



Fuente: Panel frontal de módulo dinámico terminado, UTE Santo Domingo.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.5
Construcción del Módulo Dinámico



Fuente: Taller de electromecánica Metaelec.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.6
Módulo Dinámico Terminado.



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.2.1 Descripción de operación

La operación del Módulo Dinámico de Instrumentación consiste en la medición de las variables de (Flujo, Presión, Nivel, Peso, Posición, Temperatura y Proximidad) por medio de diferentes tipos de sensores para cada variable.

A más de la medición de las distintas variables físicas con los sensores del módulo, se ha realizado el diseño con la posibilidad de poder utilizar un HMI, como por ejemplo el Intouch, para interactuar con el módulo y así utilizarlo para prácticas de las cátedras de Control Automático y Automatización Industrial que se dictan en el laboratorio.

Los instrumentos del módulo han sido seleccionados como ya se mencionó anteriormente en base al pensum requerido por la cátedra de instrumentación industrial, y su disposición en el módulo están determinados por el espacio físico permitido y el diseño que hemos elegido para su fácil manipulación en las prácticas de laboratorio.

Para poder operar con los instrumentos se dispuso de protecciones internas, tanto para los instrumentos que funcionan a 120Vac como a 24Vcc, además de switch externos para energizar las borneras de alimentación del panel frontal del módulo, de esta manera todos los equipos e instrumentos están protegidos y se pueden operar con toda seguridad.

Es importante que se utilicen los manuales de funcionamiento de los instrumentos cuando se realicen las prácticas, con el fin de evitar algún tipo de daño de los mismos por motivo de una conexión errónea.

A continuación se indica en detalle la operación de cada instrumento del módulo a fin de determinar la función que cumple cada uno de ellos dentro del mismo.

4.2.2. Indicación de instalación y funcionamiento de equipos

4.2.2.1 Equipo para medición de Flujo

Para el control de Flujo se va a emplear el Indicador de Flujo con mirilla midwest serie sfi-800 para aire y agua, y un **Paquete de salida modelo A-711** el cual proporciona una salida de voltaje de pulsos proporcional al caudal. Debido al hecho que la salida proporcionada por este equipo es de pulsos, se necesita de un PLC con contador para poder visualizar la señal que transmite el indicador de flujo.

El indicador se ensambla en la tubería de ½", por la cual va a circular el agua, la variación del caudal se la realizará mediante una llave de paso la que nos permitirá aumentar o reducir tanto la presión como el caudal de agua. El diseño del indicador, su descripción, conexionado y sus dimensiones se encuentran en la sección 3.1.

4.2.2.2 Equipo para medición de Presión

Para la medición de la Presión se va a utilizar un transductor de presión 0-200 PSI JUMO, el cual transforma la señal de presión en una señal de salida de 4 a 20 mA, la misma que se la va a visualizar en el Indicador de corriente C21 o a su vez se puede configurar el indicador para que nos indique la presión que circula por la tubería en tiempo real. El transductor se ensambla en la tubería de ½" y se lo conecta internamente hacia el panel frontal, el cual tendrá las salidas para visualizar la señal de corriente en el indicador, también se lo puede conectar a un PLC para ejercer pruebas de control.

El diseño del transductor de presión, su descripción, conexionado y sus dimensiones se encuentran en la sección 3.1.

4.2.2.3 Equipo para medición de Nivel

Para la Medición de Nivel se va a utilizar un Sensor Ultrasónico de Nivel con salida 4-20 mA marca SICK, el mismo será instalado en la parte superior del recipiente en el que se va a depositar el agua, y cuando el nivel de líquido aumente o disminuya, el sensor de nivel enviará una señal de 4 a 20mA hacia el indicador la misma que será proporcional al nivel de agua en ese instante. La alimentación más las entradas y salidas estarán ubicadas en el panel frontal del módulo.

El diseño del sensor de nivel, su descripción, conexionado y sus dimensiones se encuentran en la sección 3.1.

4.2.2.4 Equipo para medición de Peso

Para las pruebas de medición de peso, se utilizará una celda de carga más el transmisor para celdas de carga, el cual convierte la señal de resistencia entregada por la celda y la transforma en una señal de 4 – 20mA, la misma que se podrá visualizar en el indicador de corriente C21.

La celda de carga estará instalada en el Panel base inferior, y se lo podrá montar antes de la realización de la práctica, y desmontar después de la realización de la misma, para evitar la pérdida del equipo. Las conexiones del transmisor de la celda de carga se encuentran tanto en el panel frontal como en el panel base inferior. La salida del transmisor también se la puede utilizar para opciones de control a través un PLC.

El diseño del transmisor para la celda de carga, su descripción, conexionado y sus dimensiones se encuentran en la sección 3.1.

4.2.2.5 Equipo para medición de Posición

Para prácticas de posición se utilizará un Encoder incremental de 500 rpm serie 21 Push-Pull, el mismo que se instalará en el Panel Base inferior, con un acople para el eje de un motor pequeño DC, que nos permitirá realizar las pruebas de funcionamiento.

El motor DC también será montado en el Panel base inferior frente a frente con el Encoder, ya que estos dos equipos son necesarios al momento de realizar las prácticas.

Las conexiones del Encoder se ubican en el Panel base inferior y en el Panel Frontal y se encuentran puenteadas permitiéndonos conectar el Encoder en el Panel base, y utilizar las salidas en el Panel Frontal. La salida de este equipo es de pulsos, por lo que es necesario un PLC con contador de pulsos para visualizar la señal que entrega el instrumento, esto nos permitirá si se desea, realizar opciones de control.

El diseño del Encoder, su descripción, conexionado y sus dimensiones se encuentran en la sección 3.1.

4.2.2.6 Equipo para medición de Temperatura

Para realizar pruebas de temperatura, diseñamos una recámara en la esquina inferior izquierda del módulo, en la que instalamos un foco de 200 Watt. El encendido, apagado, y la intensidad de Luz/calor del Foco, será controlado a través de un Dimmer ubicado en el Panel Frontal.

La recámara contiene dos entradas en la parte superior, una es para la RTD-PT100, y la otra para la termocupla tipo J, estos dos instrumentos podrán emplearse al mismo tiempo si se desea. La termocupla y la RTD podrán conectarse directamente al indicador de corriente C21, ya que este equipo es además un controlador de temperatura que cuenta con entradas de termocupla y RTD. Las conexiones de la RTD-PT100 y de la termocupla tipo J, sus diseños, dimensiones y especificaciones, se encuentran en la sección 3.1.

4.2.2.7 Equipo para medición de Proximidad

Para la medición de proximidad hemos incluido en el Módulo 3 diferentes tipos de sensores:

- Sensor Inductivo
- Sensor Capacitivo
- Sensor Fotoeléctrico Auto-Reflex

Los tres tienen salidas PNP, y funcionan de maneras similares, al llegar a una distancia de sensado, el instrumento envía una señal de On-Off, la misma que se puede utilizar para opciones de control. Las salidas de estos sensores pueden ser Normalmente abiertas o normalmente cerradas dependiendo del transistor cuando el objetivo está ausente. En nuestro caso, en el sensor Inductivo, el transistor de salida está Off cuando el objetivo está ausente, entonces es un dispositivo normalmente abierto.

En el sensor capacitivo el transistor es de 4 hilos, es decir, es de salida complementaria, ya que tiene tanto la operación como Normalmente abierto y Normalmente cerrado en el mismo sensor. El sensor Fotoeléctrico enviará una señal de salida cuando el haz de Luz viajante hacia el espejo receptor sea interrumpido.

Estos 3 sensores serán instalados en el Panel base Inferior, sostenidos a través de un soporte de 90°. Las pruebas de detección para los sensores inductivo y capacitivo, se realizarán a través de un tornillo mariposa, cuando este tornillo alcance la distancia de sensado, el sensor activará su salida. Las pruebas para el sensor Fotoeléctrico se las realizarán interrumpiendo el haz de luz emitido por el sensor.

Las conexiones del sensor inductivo, capacitivo y fotoeléctrico, sus diseños, dimensiones y especificaciones, se encuentran en la sección 3.1.

4.2.2.8 Equipo Adicional para detección de cambio de color

Hemos también incorporado en nuestro proyecto, un sensor amplificador de fibra óptica, el cual recibe la señal enviada por la fibra q en nuestro caso es de 2m, la amplifica y envía una salida On-Off con las funciones On-Delay u Off-Delay. Las opciones de sensado para este equipo pueden ser, cambios en la luminosidad, o en el color de un objeto.

El sensor de Fibra Óptica, estará ubicado en el Panel base Inferior del Módulo Dinámico, y será sujetado a través de un soporte de 90°. Las conexiones del sensor de Fibra Óptica, su diseño, dimensión y especificaciones, se encuentran en la sección 3.1.

4.3. Manual de funcionamiento de los instrumentos del módulo

4.3.1 Indicador digital entrada de 4-20mA

Figura 4.7
Indicador de digital entrada de 4 – 20mA



Fuente: <http://www.directindustry.es>.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Descripción

Es un buen micro-indicador alternativo para no ocupar tanto espacio, con una única pantalla digital grande, tamaño compacto, un diseño vanguardista y fácil de manejar. La

entrada estándar es T/C, RTD. Funciona como indicador así como controlador ya que se ajusta a diferentes parámetros.

Especificaciones

- Fácil de utilizar.
- Frecuencia de muestreo A-D rápida (5 veces/seg).
- Entrada universal (PT100, termopar) con una alta precisión A-D de 18 bits utiliza una alta precisión D-A de 15 bits.
- Interfaz RS-485 RS-232.
- Puerto de programación incorporado.
- Una amplia variedad de selección de modos de alarma.
- Control de protección de bloqueo.
- Pantalla brillante estabilizada con filtro digital.
- Panel delantero sellado a NEMA 4X & IP65.
- Homologación UL/CSA/CE.
- Alto rendimiento a bajo coste.

➤ **Potencia**

- 90 - 250 VAC, 47 - 63 Hz, 10VA, 5W máximo.
- 11 - 26 VAC / VDC, SELV, Energía Limitada, 10VA, 5W máximo.

➤ **Entrada de señal**

- Resolución: 18 bits.
- Frecuencia de muestreo: 5 veces / segundo.
- Clasificación máxima: -2 VDC mínimo, 12 VDC máximo (1 minuto por entrada mA).
- Efecto térmico: $\pm 1,5 \text{ uV/ } ^\circ\text{C}$ para todas las entradas excepto mA.
 $\pm 3,0 \text{ uV/ } ^\circ\text{C}$ para entrada mA.
- Efecto de resistencia del cable del sensor: T/C: $0,2 \text{ uV/ohmio}$.
- RTD de 3 cables: diferencia de resistencia de dos cables: $2,6 \text{ } ^\circ\text{C/ohmio}$.
- RTD de 2 cables: suma de la resistencia de dos cables: $2,6 \text{ } ^\circ\text{C/ohmio}$.
- Corriente de abrasamiento: 200nA.
- Relación de rechazo en modo común (RRMC): 120dB.
- Relación de rechazo en modo normal (RRMN): 55dB.
- Detección de avería del sensor:
Sensor abierto para entradas TC, RTD y mV, cortocircuito del sensor para entradas RTD, por debajo de 1 mA para entrada 4-20 mA, por debajo de 0,25V para entrada 1 – 5 V, no disponible para otras entradas.
- Tiempo de respuesta de avería de sensor:
Hasta 4 segundos para entradas TC, RTD y mV, 0,1 segundos para entradas 4-20 mA y 1 - 5 V.

Tabla. 4.2 Características del indicador digital

Tipo	Rango	Precisión a 25 °C	Impedancia de entrada
J	-120 ~ 1000 °C (-184 ~ 1832 °F)	$\pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$	2,2MO
K	-200 ~ 1370 °C (-328 ~ 2498 °F)	$\pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$	2,2MO
T	-250 ~ 400 °C (-418 ~ 752 °F)	$\pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$	2,2MO
E	-100 ~ 900 °C (-148 ~ 1652 °F)	$\pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$	2,2MO

B	-0 ~ 1800 °C (-32 ~ 3272 °F)	±2 °C (200°C - 1800°C)	2,2MO
R	-0 ~ 1767,8 °C (-32 ~ 3214 °F)	±2 °C	2,2MO
S	-0 ~ 1767,8 °C (-32 ~ 3214 °F)	±2 °C	2,2MO
N	-250 ~ 1300 °C (-418 ~ 2372 °F)	±2 °C	2,2MO
L	-200 ~ 900 °C (-328 ~ 1652 °F)	±2 °C	2,2MO
PT100 (DIN)	-210 ~ 700 °C (-346 ~ 1292 °F)	±0,4°C	1,3KO
PT100 (JIS)	-200 ~ 600 °C (-328 ~ 1112 °F)	±0,4°C	1,3KO
mV	-8 ~ 70mV	±0,05%	2,2MO
mA	-3 ~ 27mA	±0,05%	70,5O
V	-1,3 ~ 11,5V	±0,05%	650KO

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Salida 1 / Salida 2

- Clasificación de relé: 2A/240 VAC, 200.000 ciclos de vida para carga resistiva.
- Tensión de impulso: tensión de la fuente 5V, resistencia límite de la corriente 66Ω.

Tabla. 4.3 Características de la salida lineal:

Tipo	Tolerancia cero	Tolerancia del span	Capacidad de carga
4-20 mA	3,6-4 mA	20-21 mA	500O máx.
0-20 mA	0 mA	20-21 mA	500O máx.
0-5 V	0 V	5-5,25 V	10KO mín.
1-5 V	0,9-1 V	5-5,25 V	10KO mín.
0-10 V	0 V	10-10,5 V	10KO mín.

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Salida Lineal**

- Resolución: 15 bits.
- Regulación de salida: 0,02 % para cambio a plena carga.
- Tiempo de establecimiento de salida: 0,1 seg. (Estable hasta un 99,9 %).
- Tensión de ruptura de aislamiento: 1000 VAC.
- Efecto térmico: $\pm 0,01$ % de SPAN/ $^{\circ}$ C.

➤ **Salida del triac (SSR)**

- Clasificación: 1A/240 VAC.
- Corriente de irrupción: 20A para ciclo 1.
- Corriente de carga mín.: 50 mA rms.
- Fugas en estado abierto máx.: 3 mA rms.
- Tensión de estado activo máx.: 1,5 V rms.
- Resistencia de aislamiento: 1000 Mohmios mín. a 500 VDC.
- Fuerza dieléctrica: 2500 VAC durante 1 minuto.

Tabla. 4.4 Características alimentación Voltaje DC (instalado en la salida 2)

Tipo	Tolerancia	I _{max} Salida	Onda de Voltaje	Insulation Barrier
20V	$\pm 0.5V$	25 mA	0.2 Vp-p	500 VAC
12V	$\pm 0.3V$	40 mA	0.1 Vp-p	500 VAC
5V	$\pm 0.15V$	80 mA	0.05 Vp-p	500 VAC

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Funciones de la salida 2**

- Dwell timer, Tiempo de intervalo
- Deviation High / Low Alarm (Desviación alta / Alarma Baja)

- Deviation Band High / Low alarm (Desviación de banda alta / Alarma Baja).
- PID control de frío.

➤ **Alarma (Salida 2)**

- Relé de alarma: Forma A, Clasificación máx 2A/240VAC, 200.000 ciclos de vida para carga resistiva.
- Funciones de alarma: Temporizador de intervalo.
Alarma Alta / Baja de desviación.
Alarma Alta / Baja de banda de desviación.
Alarma Alta / Baja de proceso.
- Modo de alarma: Normal, Enclavamiento, Retención, Enclavamiento / Retención.
Temporizador de intervalo: 0,1 - 4553,6 minutos.

➤ **Comunicación de datos**

- Interfaz: RS-232 (1 unidad), RS-485 (hasta 247 unidades).
- Protocolo: Protocolo Modbus modo RTU.
- Dirección: 1 – 247.
- Velocidad de transmisión: 2,4 ~ 38,4 Kbits/seg.
- Bits de datos: 7 u 8 bits.
- Bits de paridad: ninguno, par o impar.
- Bits de stop: 1 o 2 bits.
- Búfer de comunicación: 160 bytes

➤ **Retransmisión analógica**

- Señal de salida: 4-20 mA, 0-20 mA, 0-1V, 0-5V, 1-5V, 0-10V.

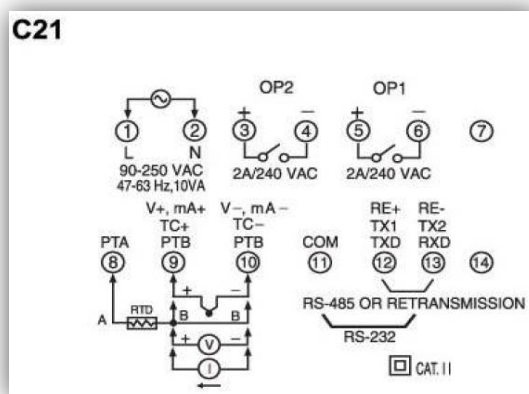
- Resolución: 15 bits.
- Precisión: $\pm 0,05\%$ de span $\pm 0,0025\%$ / $^{\circ}\text{C}$.
- Resistencia de carga: 0 - 500 ohmios (por salida de corriente), 10 K ohmios mínimo (por salida de tensión).
- Regulación de salida: 0,01% para cambio a plena carga

➤ Interfaz de usuario

- Una sola Pantalla LED de 4-dígitos: 10mm (C21).
- Teclado numérico: 3 teclas (C21).
- Puerto de programación: para ajuste automático, calibración y ensayo.
- Puerto de comunicación: conexión a PC para control de supervisión

Modo de control

Figura 4.8
Diagrama de conexión del indicador C21



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Salida 1: Acción opuesta (calentamiento) o directa (refrigeración).
- Salida 2: Control de refrigeración PID, banda de refrigeración P 50 ~ 300% de PB, zona muerta -36,0 ~ 36,0% de PB.

- ON-OFF: 0,1 - 90,0 (°F) control de histéresis (banda P = 0).
- P o PD: 0 - 100,0 % ajuste de desviación de cero.
- PID: Lógica difusa modificada, banda proporcional (PB) 0,1 ~ 900,0°F, Tiempo integral (IT) 0 - 3600 segundos, Tiempo derivativo (TD) 0 - 360,0 segundos.
- Tiempo de ciclo: 0,1 - 90,0 segundos.
- Control manual: Calor (MV1) y Frío (MV2).
- Ajuste automático: arranque en frío y arranque en caliente.
- Modo de fallo: auto-transferencia a modo manual en caso de rotura de sensor o avería en el convertidor A-D.
- Control por rampa: velocidad de rampa 0 ~ 900,0°F/minuto o 0 ~ 900,0 °F/hora.
- Modo de espera activado o desactivado.
- Control por rampa: velocidad de rampa 0 ~ 500,0 °C/minuto o 0 ~ 500,0 °C/hora.

➤ **Filtro digital**

- Función: primera orden.
- Tiempo constante: 0; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 30; 60 segundos programables.

➤ **Condiciones ambientales y físicas**

- Temperatura de funcionamiento: -10°C a 50°C.
- Temperatura de almacenamiento: -40°C a 60°C.
- Humedad: 0 a 90 % HR (sin condensación).
- Altitud: 2000m máximo.
- Contaminación: Grado 2.
- Resistencia del aislamiento: 20 M ohmios mín. (a 500 VDC).
- Fuerza dieléctrica: 2000 VAC, 50/60 Hz durante 1 minuto.
- Resistencia a la vibración: 10 - 55 Hz, 10 m/s² durante 2 horas.

- Resistencia a los golpes: 200 m/s² (20 g).
- Monturas: policarbonato ignífugo.
- Dimensiones: C21 ---50mm(An) X 26,5mm(Al) X 110,5mm(L), 98,0 mm de fondo tras el panel.
- Montura: C21 ---montura en panel, 22 X 45(mm) de recorte.
- Peso: C21 --- 120 gramos

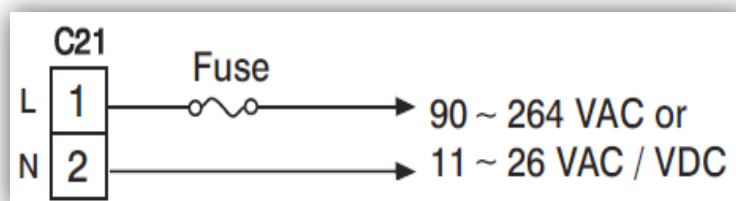
➤ Normativa

- Seguridad: UL 61010C-1, CSA C22.2 No. 24-93 , EN61010-1 (IEC1010-1).
- Clase de protección:
NEMA 4X (IP65) panel delantero para C21.
IP30 panel delantero para C91, todos para uso en interiores.
IP20 carcasa y terminales.

➤ Cableado

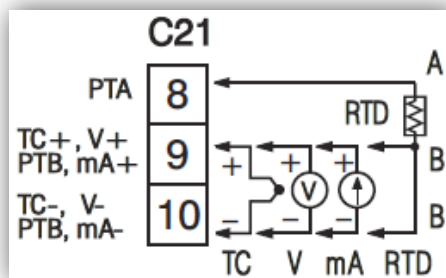
El controlador funciona suministrando 11-26 VAC / VDC o 90-264 VCA. Compruebe que la tensión de instalación corresponde con la potencia indicada en la etiqueta del producto antes de conectar la alimentación del controlador.

Figura 4.9
Conexiones de la fuente de alimentación



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

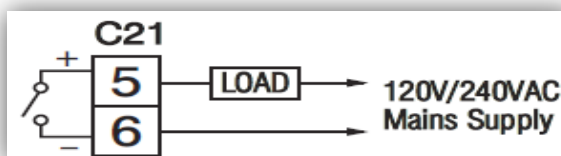
Figura 4.10
Cableado de entrada del sensor



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

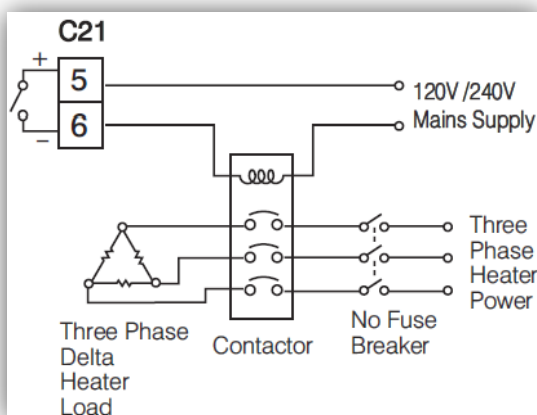
➤ **Cableado de salida de control**

Figura 4.11
Salida 1 para relé o Triac (SSR) para impulsar la carga



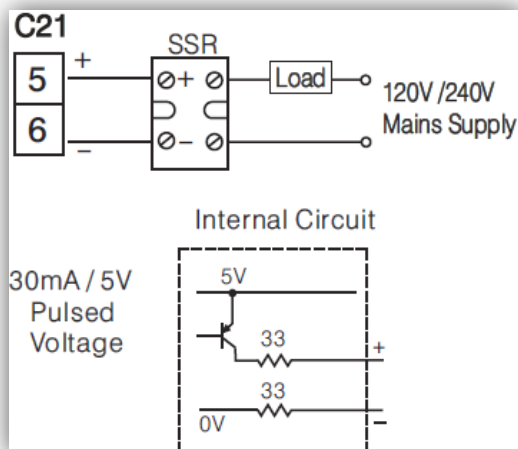
Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.12
Salida 1 para relé o Triac (SSR) para impulsar el Contactor



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

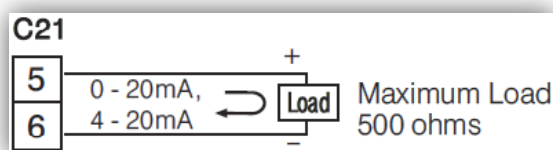
Figura 4.13
Salida 1 pulso de voltaje para impulsar la SSR



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

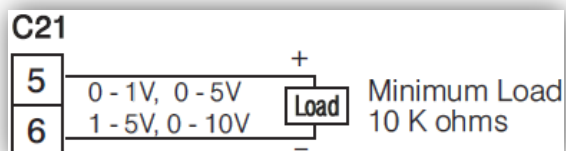
Figura 4.14
Salida 1 corriente lineal



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

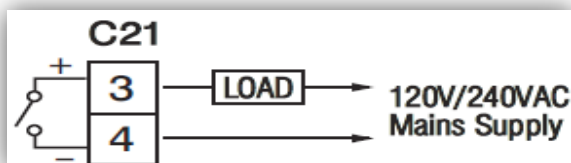
Figura 4.15
Salida 1 voltaje Lineal



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

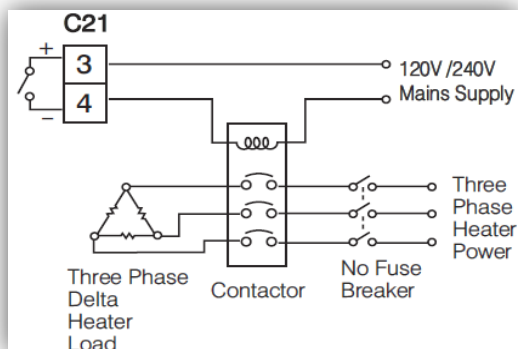
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.16
Salida 2 para relé o Triac (SSR) para impulsar la carga



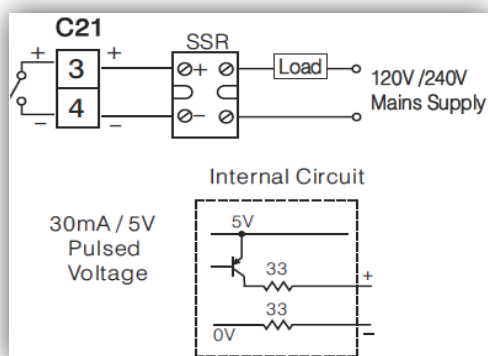
Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.17
Salida 2 para relé o Triac (SSR) para impulsar el Contactor



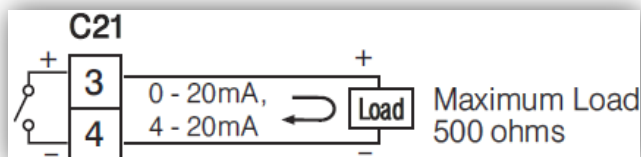
Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura. 4.18
Salida 2, pulso de voltaje para impulsar la SSR



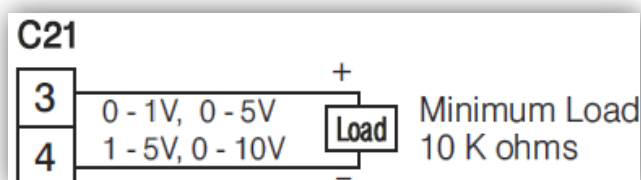
Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.19
Salida 2, corriente lineal



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

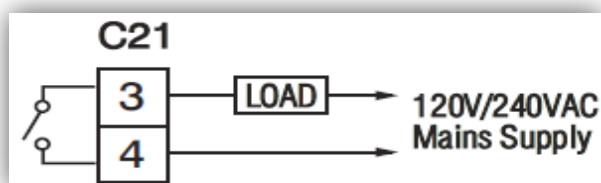
Figura. 4.20
Salida 2, voltaje Lineal



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

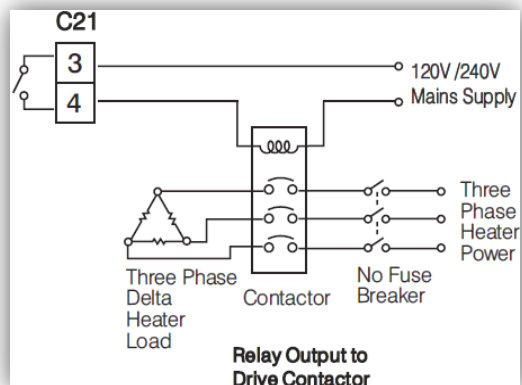
➤ **Cableado de la Alarma**

Figura 4.21
Salida de alarma para impulsar la carga



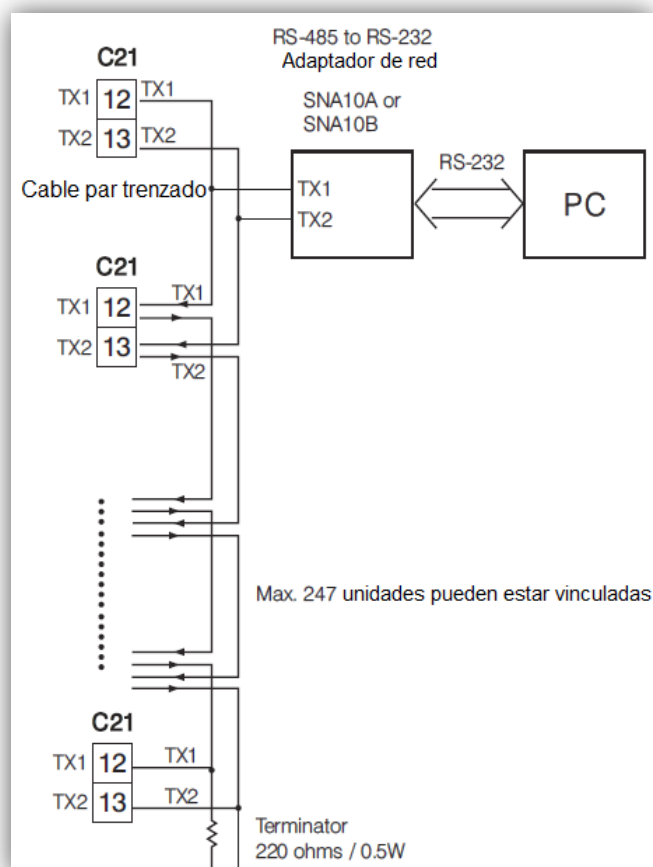
Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.22
Salida de alarma para impulsar el Contactor



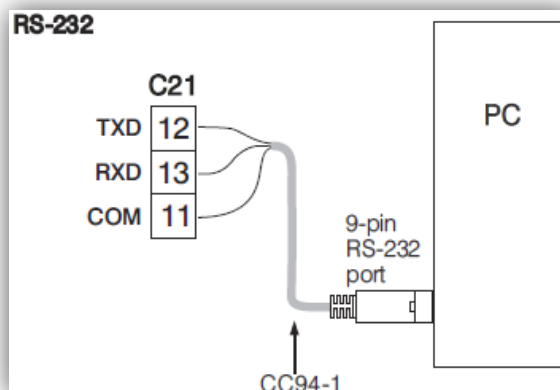
Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.23
Comunicación de Datos



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

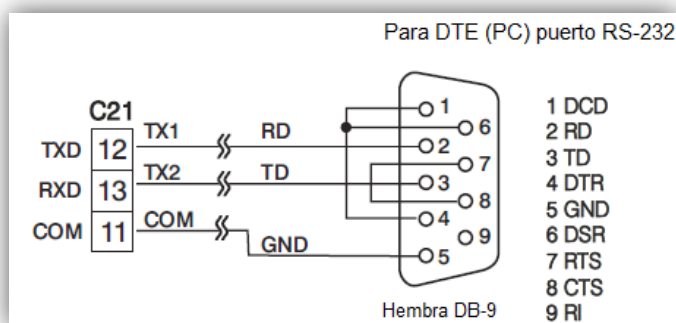
Figura 4.24
Cableado para RS-232



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.



Si utiliza un cable convencional de 9 pines RS-232 en lugar de 1-CC94, el cable debe ser modificado de acuerdo con el diagrama del circuito siguiente.



Figura 4.25
Configuración del cable RS-232



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Programación

- Pulse  durante 3 segundos y soltar para acceder al menú de configuración.
- Presionar  para seleccionar el parámetro deseado. La pantalla indica el símbolo del parámetro.

- Pulse  o  para ver o ajustar el valor de los parámetros seleccionados.

➤ **Bloqueo LOCKOUT**

- Hay cuatro niveles de seguridad se pueden seleccionar mediante el uso del parámetro LOCK.
- Si se selecciona **NONE** para bloquear, entonces ningún parámetro es bloqueado.
- Si se selecciona **SET** para bloquear, entonces todos los datos de configuración son bloqueados.
- Si se selecciona **USER** para bloquear, entonces todos los datos de configuración, así como datos de usuario, excepto el **set point** son bloqueados para evitar que sean cambiados.
- Si se selecciona **ALL** para bloquear, entonces todos los parámetros son bloqueados para prevenir que sean cambiados.

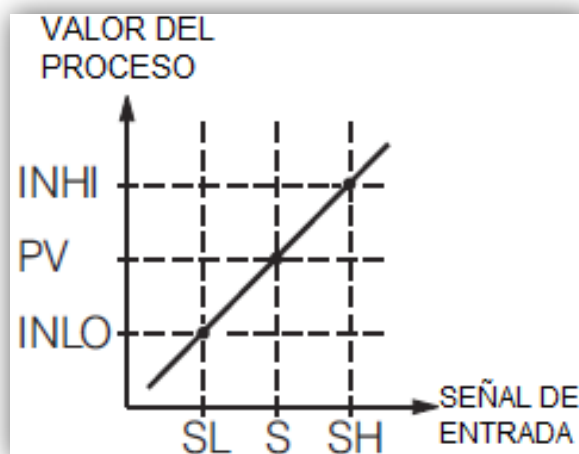
➤ **Señal de Entrada**

- **INPT:** Selecciona el tipo de sensor o tipo de señal para la señal de entrada.
- **Rango:** (termocupla) J_TC, K_TC, T_TC, E_TC, B_TC, R_TC_S_TC, N_TC, L_TC
(RTD) PT.DN, PT.JS
(Lineal) 4-20, 0-20, 0-60, 0-1V, 0-5V, 1-5V, 0-10
- **UNIT:** Selecciona la unidad de proceso.
- **Rango:** °C, °F, PU (Unidad de proceso). Si la unidad no es ni °C, ni °F, selecciona PU.
- **DP:** Selecciona la resolución del valor del proceso.
- **Rango:** (Para T/C y RTD) NO.DP, 1-DP(para lineal) NO.DP, DP-1, 2-DP, 3-DP.
- **INLO:** Selecciona el valor de la escala baja de la entrada de tipo lineal.
- **INHI:** Selecciona el valor de la escala alta de la entrada de tipo lineal.

➤ **Como usar INLO y INHI**

Si 4 - 20 mA es seleccionado para INPT, entonces **SL** especifica la señal de entrada baja (es decir, 4 mA), **SH** especifica la señal de entrada de alta (es decir, 20 mA), **S** especifica el valor de la señal de la corriente de entrada, la curva de conversión del proceso valor se muestra como sigue:

Figura 4.26
Curva de conversión para de valores de proceso Tipo lineal.



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

$$\text{Fórmula 2:} \quad PV = INLO + (INHI - INLO) \frac{S - SL}{SH - SL}$$

Ejemplo: Un bucle de corriente de 4-20 mA transductor de presión con un rango de 0 a 15 kg/cm² está conectado a la entrada, entonces realizar la siguiente configuración:

$$INPT = 4 - 20 \quad INLO = 0.00$$

$$INHI = 15.00 \quad DP = 2-DP$$

Se, puede seleccionar otro valor para DP para alterar la resolución.

➤ **Salidas de Control**

Hay 4 tipos de modos de control que se puede configurar como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla. 4.5 Configuración de Valores de control Heat (Caliente)-Cool (Frío)

MODOS DE CONTROL	OUT1	OUT2	O1HY	O2HY	CPB	DB
SOLO CALIENTE	REVR	×	☆	×	×	×
SOLO FRÍO	DIRT	×	☆	×	×	×
Calor: PID Frío: ON-OFF	REVR	DE.HI	×	○	×	×
Calor: PID Frío: PID	REVR	COOL	×	×	○	○

× : No importa
 ○ : Ajuste a los requerimientos del proceso conocido
 ☆ : Requerido si el control ON-OFF se configura

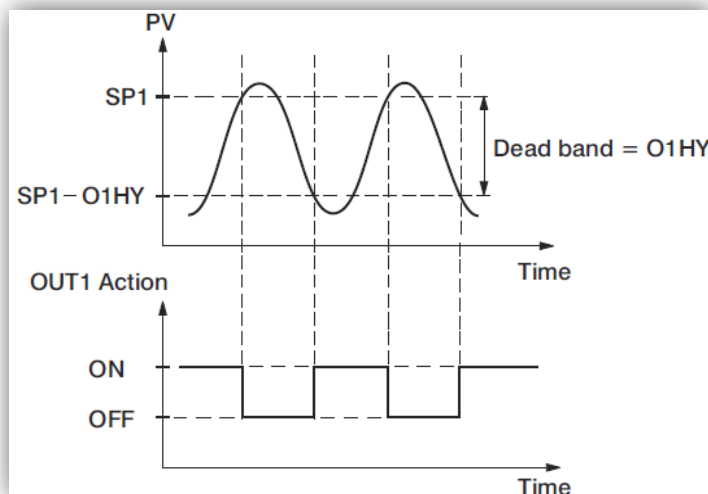
Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Solo Caliente (Heat Only) Control ON-OFF**

Seleccione REVR para OUT1, Set PB a 0, O1HY se utiliza para ajustar la Dead band para el control ON-OFF, la salida 1 (Output 1) histéresis (O1HY) está activada en el caso de PB = 0. La función de control ON-OFF para heat only (solo caliente) se muestra en la siguiente figura:

Figura 4.27
Curva característica de control ON – OFF para solo caliente



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Control ON-OFF**

El control ON-OFF puede introducir procesos de oscilación excesiva, incluso si la histéresis se reduce al mínimo. Si ON-OFF se establece (es decir, $PB = 0$), TI, TD, CYC1, OFST, CYC2, CPB, DB se ocultarán y no tendrán ninguna función en el sistema. El modo de ajuste automático auto-tuning y la transferencia sin perturbaciones serán desactivadas.

➤ **Solo Caliente (Heat only) o PD control**

Seleccione REVR para OUT1, ajuste el TI a 0, OFST se utiliza para ajustar el control de compensación offset (manual reset). **01HY** se oculta si PB no es igual a 0.

OFST Function: OFST se mide por % Con un rango de 0 a 100,0%. En el estado estacionario (es decir, el proceso ha sido estabilizado) si el valor del proceso es inferior al valor definido en el set point (punto de ajuste), por ejemplo 5 °C, mientras que 20 °C

se utiliza para PB, que es inferior al 25%, luego aumenta OFST 25%, y viceversa. Después de ajustar el valor OFST, el valor del proceso se puede variar y, finalmente, coinciden con el punto de ajuste (set point).

Con el control P (TI pone a 0 – TI set to 0), el ajuste automático está desactivado. Más adelante en Manual Tuning (ajuste manual) se da las indicaciones para el ajuste de PB y TD. Manual Reset (ajuste OFST) no es práctico debido a que la carga puede cambiar de vez en cuando y con frecuencia necesitan ajustar OFST repetidamente, el control PID puede evitar esta situación.

➤ **Heat only PID control (Sólo caliente-control PID)**

Seleccione REVR para OUT1, PB y TI no debe ser cero. Operar auto-tuning para el nuevo proceso, o establecer PB, TI y TD con valores históricos. Más adelante se explica los ajustes de Auto-Tuning. Si el resultado del control sigue siendo insatisfactorio, a continuación, utilizar la sintonización manual (Manual Tuning) para mejorar el control. La unidad contiene un **PID muy inteligente** y el algoritmo de aproximación para lograr un **rebase muy pequeño y una respuesta muy rápida** al proceso si está bien ajustado.

➤ **Cool only control (Control sólo frío)**

El control ON-OFF, P (PD), y el PID control se pueden utilizar para el control de frío. Establecer OUT1 a DIRT (acción directa – direct action). Las otras funciones de control sólo frío (only cool) ON-OFF, control sólo frío (only cool) P (PD) y el control (only cool) PID, son los mismos que los descritos para el control de calor sólo excepto que la variable de salida (y acción) para el control frío (cool) es inversa a la de control de calor.

Nota: El control de ON-OFF puede resultar un rebasamiento excesivo y problemas de sobre_impulso en el proceso. El P (o PD) control resultará en una desviación de valor

del proceso del punto de ajuste (set-point). Se recomienda utilizar el control PID para el control de Heat-Cool (Calor-Frío) para producir un valor estable y cero offset (desplazamiento cero).

➤ **Otra configuración requerida**

O1TY, CYC1, O2TY, CYC2, O1FT, O2FT, O1TY y O2TY se establecen de acuerdo con los tipos de OUT1 y OUT2 instalados. CYC1 y CYC2 se seleccionan de acuerdo a la salida 1 tipo (O1TY) y la salida 2 tipo (O2TY). Generalmente, se selecciona 0,5 ~ 2 sec. Para CYC1, si SSRD o SSR se utiliza para O1TY; 10 ~ 20 segundos, si el relé se utiliza para O1TY, y CYC1 se ignora si la salida lineal se utiliza. Situación similar se aplica para la selección de CYC2.

Usted puede utilizar el programa de auto-tuning para los nuevos procesos o directamente establecer los valores adecuados para PB, TI y TD de acuerdo a los registros históricos de los sistemas repetidos. Si el comportamiento de control sigue siendo insuficiente, a continuación, utilizar la sintonización manual (Manual-Tuning) para mejorar el control.

➤ **Programación CPB**

La banda de enfriamiento proporcional se mide por el % de PB con un rango de 50 ~ 300. Inicialmente, se ajusta al 100% para la CPB y examinar el efecto de enfriamiento. Si la acción de enfriamiento debe ser mejorada disminuir CPB, si la acción de enfriamiento es demasiado fuerte, entonces aumentar CPB. El valor de CPB está relacionado con el PB y su valor se mantiene sin cambios a través de los procedimientos de ajuste automático (auto-tuning).

El ajuste de CPB está relacionado con los medios de refrigeración utilizados. Para el aire se utiliza como medios de refrigeración el ajuste de CPB al 100(%). Para el aceite

se utiliza como medios de refrigeración el ajuste de CPB al 125(%). Para el agua se utiliza como medios de refrigeración el ajuste de CPB al 250(%).

➤ **Programación DB**

El ajuste de DB es dependiente de los requisitos del sistema. Si el mayor valor positivo de DB (greater dead band) se utiliza, una acción de enfriamiento no deseado se puede evitar, pero se producirá un rebasamiento excesivo en el punto de ajuste (set-point). Si el mayor valor negativo de DB (greater overlap) se utiliza, se puede minimizar un rebasamiento excesivo en el punto de consigna (set-point), pero una acción no deseada de enfriamiento se va a producir. Esto es ajustable en el rango de -36,0% a 36,0% de PB. Un valor negativo de DB muestra un área de superposición sobre el cual ambas salidas están activas. Un valor positivo DB muestra un área de (dead band) en la que ni la salida está activa.

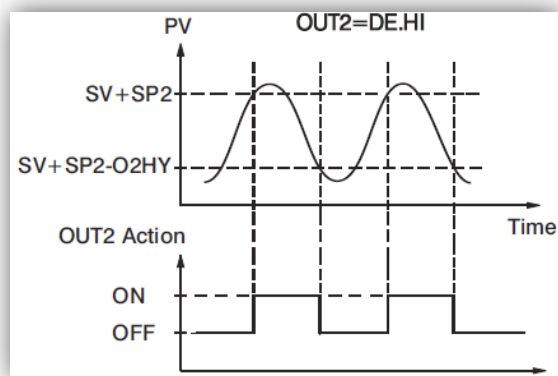
➤ **Salida 2 ON-OFF de control (Función de Alarma)**

La salida 2 también puede ser configurada como función de alarma. Hay 6 tipos de funciones de alarma puede ser seleccionado para la salida 2, estos son:

- **DE.HI:** (deviation high alarm) alarma de desviación alta.
- **DE.LO:** (deviation low alarm) alarma de desviación baja.
- **DB.HI:** (deviation band out of band alarm) desviación de la banda fuera de alarma de banda.
- **DB.LO:** (deviation band in band alarm) desviación de la banda en alarma de banda.
- **PV.HI:** (process high alarm) alarma de proceso alto.
- **PV.LO** (process low alarm) alarma de proceso bajo.

Referirse a las figuras 4.28 y 4.29 para la descripción de la alarma de desviación y la alarma de proceso con el modo de alarma normal (NORM está programado para ALMD).

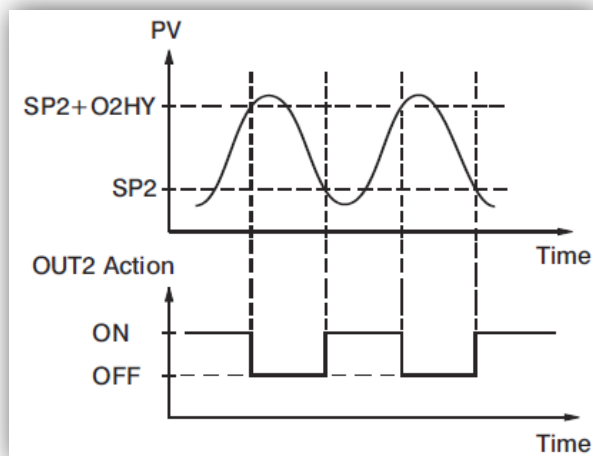
Figura 4.28
Salida 2 (Deviation high alarm)



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.29
Salida 2 (process low alarm)



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Alarma

La salida 2 puede ser seleccionado como salida de alarma. Existen 6 tipos de funciones de alarma y un temporizador de intervalo (dwell timer) puede ser seleccionado, y cuatro tipos de modos de alarma (ALMD) están disponibles para cada función de alarma.

Una alarma de proceso (process alarm) establece dos niveles de activación absolutos. Cuando el proceso es más alto que el **SP2**, una alarma de proceso de alta (process high alarm) **PV.HI** se produce, y la alarma está desactivada, ya que el proceso es más bajo que el **SP2-O2HY**. Cuando el proceso es más bajo que **SP2**, alarma de proceso bajo (process low alarm) **PV.LO** se produce y la alarma está desactivada, ya que el proceso es más alto que **SP2+O2HY**. Una alarma de proceso es independiente del set point (punto de ajuste).

Una alarma de desviación (deviation alarm) avisa al usuario cuando el proceso se desvía demasiado lejos del punto de ajuste (set point). Cuando el proceso es más alto que el **SV+SP2**, una desviación de alarma alta (deviation high alarm) **DE.HI** se produce y la alarma está desactivada, ya que el proceso es más bajo que **SV+SP2-O2HY**. Cuando el proceso es más bajo que **SV+SP2**, una desviación de alarma baja (deviation low alarm) **DE.LO** se produce, y la alarma está desactivada, ya que el proceso es más alto que **SV+SP2+O2HY**. El nivel de disparo (Trigger level) de la alarma de desviación se está moviendo con el punto de ajuste (set point).

Una alarma de desviación de la banda (deviation band alarm) presenta dos niveles de activación, en relación con el punto de ajuste (set point). Los dos niveles de activación son $(SV+SP2)$ y $(SV-SP2)$ para la alarma. Cuando el proceso es superior a $(SV+SP2)$ o inferior a $(SV-SP2)$, una alarma alta de desviación de la banda produce.

Cuando el proceso está dentro de los niveles de activación, una alarma baja de desviación de la banda se produce. En las descripciones anteriores SV denota el valor del punto actual de control que es diferente de SP1 como el realizado en la función de

rampa. Hay cuatro tipos de modos de alarma disponibles para cada función de alarma, estos son: Alarma Normal (Normal Alarm), Enclavamiento de alarma (Latching alarm), alarma mantenida y enclavamiento / alarma mantenida. Se describen como sigue:

➤ **Normal Alarm: ALMD=NORM.**

Cuando una alarma normal es seleccionada, la salida de alarma se desactiva en la condición de no alarma y se activa en la condición de alarma.

➤ **Latching Alarm: ALMD=LTCH.**

Si un enclavamiento de alarma se selecciona, una vez que la salida de alarma se energiza, permanecerá inalterada incluso si la condición de alarma está desactivada. La alarma enclavada se restablece cuando se pulsa RESET, una vez que la condición de alarma se elimina.

➤ **Holding Alarm: ALMD=HOLD**

Una alarma mantenida impide que una alarma se encienda. La alarma sólo se activa cuando el proceso alcanza el valor del punto (set point). Posteriormente, la alarma desempeña la misma función de alarma normal.

➤ **Latching / Holding Alarm: ALMD=LT.HO**

Una alarma de bloqueo / retenida realiza tanto la función de retención y bloqueo. La alarma de bloqueo se restablece cuando se pulsa RESET, una vez que la condición de alarma se elimina.

➤ Alarm Failure Transfer

Es activada cuando la unidad entra en modo de fallo (**failure mode**). La alarma se enciende si se ajusta en ON para la O2FT y se apaga, si está programado para la O2FT. La unidad entrará en modo de fallo cuando se produzca rotura de sensor o si el convertidor A-D de la unidad falla.

Configuración del display

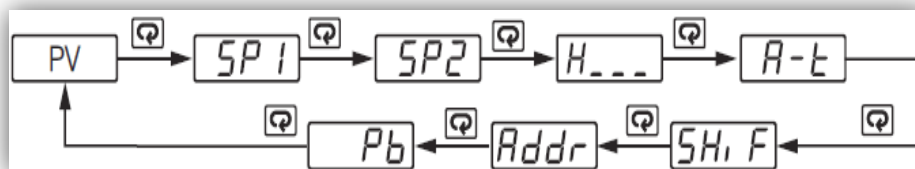
C21 se puede configurar para mostrar el valor del proceso mediante la selección de PV para DISP o para mostrar el valor del set point mediante la selección de SP1 para DISP en la condición normal.

Ejemplo:

Si LOCK está seteado en NONE, OUT2 se establece con DEHI, DISP se establece con PV, establecer:

- SEL1=SHIF, SEL2 = ADDR. SEL3 = PB, SEL4~SEL8 = NONE, entonces el desplazamiento de la pantalla de C21 se convierte en:

Figura 4.30
Desplazamiento dentro del display

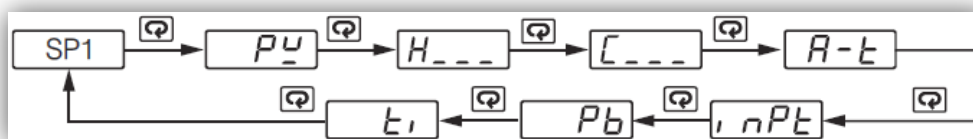


Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Si LOCK se setea con NONE, OUT1 se establece con REVR, se establece un valor diferente de cero para PB y TI, OUT2 se establece con COOL, DISP se establece con SP1, establecer SEL1=INPT, SEL2=PB, SEL3=TI, SEL4~SEL8=NONE, entonces el desplazamiento de la pantalla para C21 será:

Figura 4.31
Desplazamiento dentro del display



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

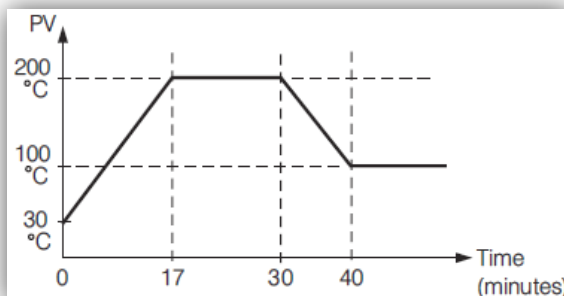
➤ Ramp Function (Función Rampa)

La función de rampa se realiza durante el encendido, así como en cualquier momento en el que se cambie el punto de ajuste. Elija MINR o HRR de RAMP, la unidad realizará la función de rampa. La velocidad de rampa es programada por el ajuste de RR. La función de rampa se desactiva tan pronto como el modo de fallo, el modo de control manual, el modo de ajuste automático o el modo de calibración se produzca.

Ejemplo sin Temporizador de intervalo

Seleccionar MINR para RAMP, seleccionar °C para UNIT, seleccionar 1-DP para DP, Set (establecer) RR=10.0, SV se establece en 200°C inicialmente, y se cambia a 100°C después de 30 minutos desde que se enciende. Al inicio la temperatura está en 30°C, después al arrancar el proceso la curva se muestra como sigue:

Figura 4.32
Curva de la Función Rampa.



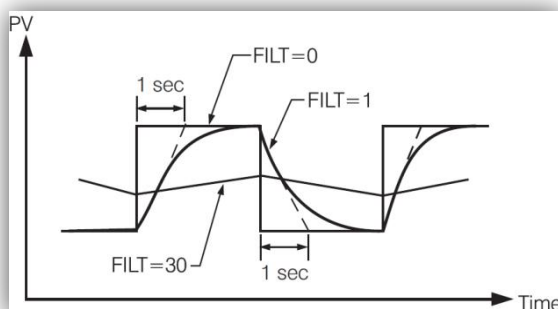
Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Digital Filter

En ciertas aplicaciones el valor del proceso es demasiado inestable para ser leído. Para mejorar esto un filtro de paso bajo programable incorporado en el controlador puede ser usado. Este es un filtro de primer orden con una constante de tiempo especificada por el parámetro **FILT**. El valor por defecto de **FILT** es 0,5 sec. Ajuste **FILT** para cambiar la constante de tiempo de 0 a 60 segundos. 0 segundos representa a que ningún filtro se aplica a la señal de entrada. El filtro se caracteriza por el siguiente diagrama:

Figura 4.33
Diagrama del filtro del indicador



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Nota: El filtro está disponible sólo para PV, y se realiza solamente para el valor que se muestra. El controlador está diseñado para utilizar la señal sin filtrar para el control,

incluso si se aplica el filtro. Un rezago (filtrado) de la señal, si se utiliza para el control, puede producir un proceso inestable.

➤ **Transferencia Fallida (Failure Transfer)**

El controlador entrará en **failure mode** si una de las siguientes condiciones ocurre:

- **SBER**, se produce debido a la rotura del sensor de entrada o entrada de corriente por debajo de 1 mA si se selecciona 4-20 mA, o la tensión de entrada por debajo de 0,25 V, si se selecciona 1-5 V.
- **ADER**, se produce debido a la falla del controlador del convertidor A-D.

La salida 1 y la salida 2 llevarán a cabo la función **failure transfer** en cuanto el controlador entre en failure mode.

➤ **Salida 1 Failure Transfer**

Si se activa, realizará:

- Si la salida 1 es configurada como control proporcional ($PB \neq 0$), y BPLS es seleccionado para O1FT, entonces la salida 1 realizará una bumpless transfer (transferencia sin perturbaciones).

Posteriormente el valor promedio anterior de MV1 se usará para controlar la salida 1.

- Si la salida 1 es configurada como control proporcional ($PB \neq 0$), y un valor de 0 a 100% es set (especificado) para O1FT, entonces la salida 1 realizará una

failure transfer (transferencia fallida). Posteriormente el valor de O1FT será usado para controlar la salida 1.

- Si la salida 1 se configura como control ON-OFF (PB=0), entonces la salida 1 se transferirá al estado Apagado, si OFF es set (especificado) para O1FT y se transferirá a Encendido si ON es especificado para O1FT.

➤ **Salida 2 Failure Transfer**

Si se activa, realizará:

- Si la salida 2 se configura como COOL, y BPLS se selecciona para O2FT, entonces la salida 2 realizará una bumpless transfer (transferencia sin perturbaciones). Posteriormente el valor promedio de MV2 será usado para controlar la salida 2.
- Si la salida 2 se configura como COOL, y se setea un valor de 0 a 100% para O2FT, entonces la salida 2 realizará una failure transfer (transferencia fallida). Posteriormente el valor de O2FT será usado para controlar la salida 2.
- Si la salida 2 se configura como alarm function, y OFF se setea para O2FT, entonces la salida 2 transferirá el estado de Apagado, de lo contrario, la salida 2 se transferirá a encendido si ON se setea para O2FT.




Auto tuning

El proceso de ajuste automático se realiza en el punto de ajuste (set point). El proceso va a oscilar alrededor del punto de ajuste durante el proceso de ajuste. Establecer un punto de ajuste a un valor inferior si el rebasamiento del valor normal del proceso es probable que causen daños.

El Auto tuning (Ajuste automático) se aplica en casos de:

- Instalación inicial para un nuevo proceso.
- El set point cambia sustancialmente del previo valor de auto-tuning.
- El resultado del control es insatisfactorio.

➤ Operación

- El sistema se ha instalado normalmente.
- Establecer los valores correctos para el menú de configuración de la unidad. Sin embargo, no utilice un valor de cero para PP y TI, de lo contrario, el ajuste automático del programa se desactivará. El parámetro de bloqueo deberá fijarse en NONE.
- Establecer el punto de ajuste a un valor normal de funcionamiento o un valor inferior, si el rebasamiento por encima del valor normal de proceso es probable que cause daños.
- Presione  varias veces hasta que  aparezca sobre la pantalla.
- Presione  por lo menos 3 segundos. El display comenzará a parpadear y el proceso de auto-tuning dará inicio.

Note: La función de rampa, si se usa, se desactivará cuando el ajuste automático se esté llevando a cabo. El modo de ajuste automático se desactiva tan pronto como ocurra el modo de fallo o modo de control manual.

➤ Procedimientos


El ajuste automático se puede aplicar ya sea que el proceso se está calentando (Cold Start – Arranque en frío) o que el proceso haya estado en estado estacionario (arranque en caliente – Warm Start).


Después que los procedimientos de ajuste automático se hayan completado, el indicador dejará de parpadear y la unidad volverá al control PID mediante el uso de sus nuevos valores PID. Los valores PID obtenidos se almacenan en la memoria no volátil.

➤ Auto Tuning Error

Si auto tuning falla, el mensaje AtEr aparecerá en la pantalla en casos de:

- Si PB excede 9000 (9000 PU, 900.0 °F o 500.0 °C)
- Si TI excede 1000 sec.
- Si el set point se cambia mientras se produce el auto-tuning.

Soluciones para .

- Intentar auto-tuning una vez más.
- No cambiar el valor del set-point durante el proceso de auto-tuning.
- No setear en cero el valor de PB y TI.
- Utilice la Manual-tuning en lugar de auto-tuning.
- Presione el botón de Reset para resetear el mensaje .

Manual tuning

En ciertas aplicaciones (muy pocas) el uso de auto-tuning para ajustar un los requerimientos de un proceso puede ser inadecuado. Entonces puede intentar el Manual-tuning. Si el rendimiento de control mediante el uso de auto-tuning sigue siendo insatisfactorio, las siguientes reglas se pueden aplicar para el ajuste adicional de los valores PID.

Tabla. 4.6 Guía de Ajuste





ADJUSTMENT SEQUENCE	SYMPTOM	SOLUTION
(1) Proportional Band (PB)	Slow Response	Decrease PB
	High overshoot or Oscillations	Increase PB
(2) Integral Time (TI)	Slow Response	Decrease TI
	Instability or Oscillations	Increase TI
(3) Derivative Time (TD)	Slow Response or Oscillations	Decrease TD
	High Overshoot	Increase TD

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Manual de control

➤ Operación:

Para habilitar el Manual Control el parámetro LOCK debe ser seteado o establecido con NONE, entonces presionar  varias veces hasta que  (salida Caliente – Heating output) o  (Salida fría – Cooling output) aparezcan en la pantalla. Presione  por 3 segundos hasta que el display comience a parpadear. El controlador ahora entra en Manual Control mode o modo de control manual.

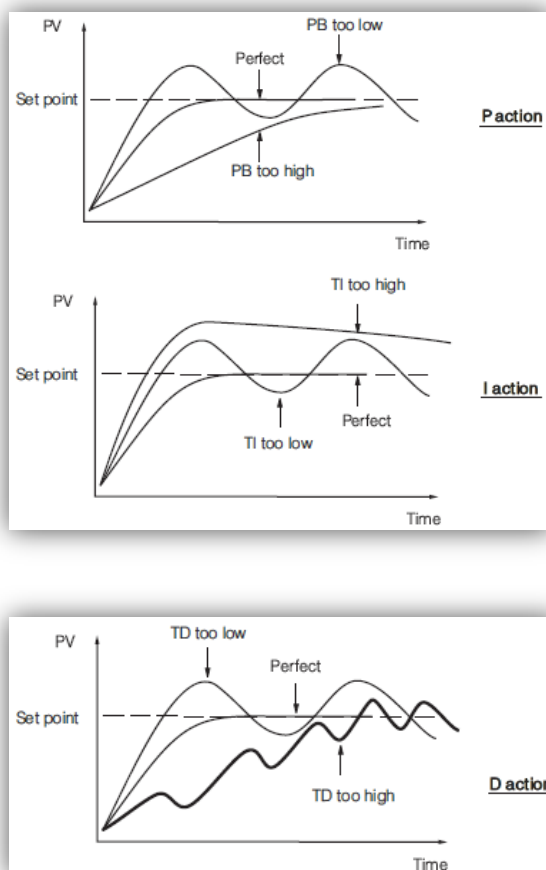
H--- Indica la variable de salida de control para la salida 1, y **C---** indica la variable de control para la salida 2. Ahora usted puede usar la tecla de Up arriba o Down abajo, para ajustar los valores porcentuales para la salida de caliente o frío.

El controlador realiza un control de bucle abierto mientras permanece en el modo de control manual.

➤ **Exit Manual Control (Salir del control manual)**

Para presionar la tecla **R**, el controlador volverá a su modo de visualización normal.

Figura 4.34
Efectos del ajuste de PID.



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Communication data (Datos de comunicación)

El controlador es compatible con el modo **RTU** del protocolo de **Modbus** para datos de comunicación. Otros protocolos no están disponibles para esta serie del controlador.

Dos tipos de interface están disponibles para los Datos de Comunicación. Estos son las interfaces **RS-485** y **RS-232**. Desde que RS-485 utiliza una arquitectura diferencial para conducir y sensar la señal en lugar de una arquitectura terminal que utiliza RS-232, RS-485 es menos sensible al ruido y adecuado para una comunicación a distancia más larga. RS-485 puede comunicarse sin error en la distancia de 1 km, mientras que RS-232 no se recomienda para una distancia de más de 20 metros.

Usar una PC para la comunicación de datos es el camino más económico. La señal es transmitida y recibida a través del puerto de comunicación de la PC (generalmente RS-232). Desde que un PC estándar no puede soportar el puerto RS-485, se puede usar un adaptador de red como (**SNA10A**, **SNA10B**) para convertir RS-485 a RS-232 para la PC, si el RS-485 fuera requerido para la comunicación de datos. Un dato que puede alegrar a cualquiera que realice automatización, es que muchas unidades RS-485 (hasta 247 unidades) pueden ser conectadas a un puerto RS-232, por lo tanto, un PC con 4 puertos de comunicación pueden comunicarse con 988 unidades. Es muy económico.

➤ Configuración

- Entre al menú de Configuración.
- Seleccione RTU para COMM. Establecer dirección individual así como a aquellas unidades que están conectadas al mismo puerto.
- Establezca la velocidad de transmisión (**BAUD**), Data bit (**DATA**), Bit de paridad (**PARI**) y bit de parada (**STOP**) de tal manera que estos valores sean acordes con las condiciones de configuración de la PC.

Si utiliza un cable convencional de 9 pines RS-232 en lugar del CC94-1, el cable debe ser modificado para el funcionamiento adecuado de comunicación RS-232.

➤ **Calibración**

Si los datos de calibración se pierden, tendrá que devolver el control a su proveedor que le puede cobrar una cuota de servicio para volver a calibrar el controlador.

➤ **Comunicación modbus**

A continuación se especifica el protocolo de comunicaciones Modbus como RS-232 o RS-485 Módulo de interfaz es instalado. Solo se admite el modo RTU. Los datos se transmiten en forma de bytes binarios de ocho bits con 1 bit de inicio, 1 bit de parada y la comprobación de paridad opcional (Ninguna NONE, Par Even o Impar Odd). La velocidad de transmisión se puede establecer en 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800 y 38400.

➤ **Funciones Compatibles**

Solo las funciones 3, 6 y 16 están disponibles para esta serie de controladores.

Los formatos de mensaje para cada función se describen como sigue:

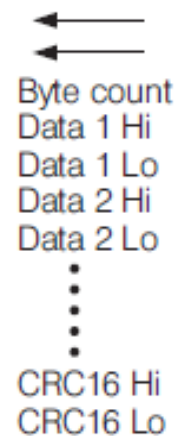
- **Leer registros de mantenimiento (Read Holding Registers)**

Función 3:

Consulta (de Maestro)

Dirección de esclavo (0-255)
 Código de función (3)
 Dirección de inicio de registro Hi (0)
 Dirección de inicio de registro Lo (0-79)
 Cantidad de palabras Hi (0)
 Cantidad de palabras Lo (1-79)
 CRC16 Hi
 CRC16 Lo

Respuesta (de esclavo)



←
 ←
 Byte count
 Data 1 Hi
 Data 1 Lo
 Data 2 Hi
 Data 2 Lo
 ⋮
 ⋮
 CRC16 Hi
 CRC16 Lo

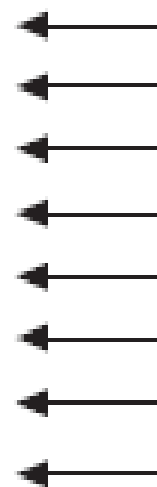
- **Registro único preestablecido (Preset single Register)**

Función 6:

Consulta (de Maestro)

Dirección de esclavo (0-255)
 Código de función (6)
 Dirección de registro Hi (0)
 Dirección de registro Lo (0-79)
 Data Hi
 Data Lo
 CRC16 Hi
 CRC16 Lo

Respuesta (de esclavo)



←
 ←
 ←
 ←
 ←
 ←
 ←
 ←

- **Registros múltiples preestablecidos (Preset Multiple Registers)**

Función 16:

Consulta (de Maestro)	Respuesta (de esclavo)
Dirección de esclavo (0-255)	←
Código de función (16)	←
Dirección de inicio de registro Hi (0)	←
Dirección de inicio de registro Lo (0-79)	←
Cantidad de palabras Hi (0)	←
Cantidad de palabras Lo (1-79)	←
Recuento de bytes (2-158)	←
Data 1 Hi	CRC16 Hi
Data 1 Lo	CRC16 Lo
Data 2 Hi	
Data 2 Lo	
CRC16 Hi	
CRC16 Lo	

➤ **Respuesta de excepción (Exception Responses)**

Si el controlador recibe un mensaje que contiene un carácter dañado (error de verificación de paridad, error de encuadre, etc), o si la comprobación CRC16 falla, el controlador ignora el mensaje.

Sin embargo, si el controlador recibe un mensaje sintácticamente correcto que contiene un valor no válido, se enviará una respuesta de excepción, que consta de cinco bytes como sigue: (Slave address +offset function code + exception code + CRC16 Hi + CRC16 Lo). Cuando el código de función de desplazamiento se obtiene añadiendo el

código de función con 128 (es decir, la función 3 se convierte en H'83), y el código de excepción es igual al valor que figura en la tabla siguiente:

Tabla. 4.7 Respuesta de excepción

Código de excepción	Nombre	Causa
1	Mal código de función.	El controlador no soporta el código de función
2	Dirección de datos ilegal	Registre la dirección fuera de alcance
3	Valor de datos ilegal	Valor de datos fuera de alcance, o se intenta escribir en solo lectura, o proteger los datos

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Tabla. 4.8 Parámetros de configuración del indicador digital

Dirección de registro	Parámetro en el Display	Parámetros	Escala baja	Escala alta	Notas
0	SP1	Set point 1	*4	*4	R/W
1	SP2	Set point 2	*7	*7	R/W
2	SP3	Set point 3	*6	*6	R/W
3	LOCK	Código de bloqueo	0	65535	R/W
4	INPT	Selección de entrada de sensor	0	65535	R/W
5	UNIT	Unidad de medición.	0	65535	R/W
6	DP	Posición del punto decimal	0	65535	R/W
7	INLO	Valor de la escala baja de entrada lineal	*4	*4	R/W
8	INH1	Valor de la escala alto de entrada lineal.	*4	*4	R/W
9	SP1L	Limite bajo de SP1	*4	*4	R/W
10	SP1H	Limite alto de SP1	*4	*4	R/W
11	SHIF	Valor de cambio PV	*4	*4	R/W
12	FILT	Constante de tiempo del filtro	0	65535	R/W
13	DISP	Mostrar la forma (por C21)	0	65535	R/W
14	PB	P (proporcional) de banda	*5	*5	R/W
15	TI	Tiempo integral	0	65535	R/W
16	TD	Tiempo derivativo	0.0	6553.5	R/W
17	OUT1	Salida de una función	0	65535	R/W
18	O1TY	Salida de un tipo de señal	0	65535	R/W
19	O1FT	Salida de un error de transferencia	-1999.9	4553.6	R/W
20	O1HY	Salida 1 ON-OFF de histéresis	*5	*5	R/W

21	CYC1	Salida de un tiempo de ciclo	0.0	6553.5	R/W
22	OFST	Valor de desplazamiento de control P	0.0	6553.5	R/W
23	RAMP	Función de rampa	0	65535	R/W
24	RR	Rampas	*5	*5	R/W
25	OUT2	Función de la salida 2	0	65535	R/W
26	O2TY	Reservado	0	65535	R/W
27		Salida 2 Tipo de señal	0	65535	R/W
28	O2FT	Salida 2 error de transferencia	-1999.9	*5	R/W
29	O2HY	Salida 2 ON-OFF de histéresis	*5	4553.6	R/W
30	CYC2	Salida 2 del tiempo de ciclo	0.0	6553.5	R/W
31	CPB	Refrigeración banda P	0	65535	R/W
32	DB	De calentamiento-enfriamiento de banda muerta	-1999.9	4553.6	R/W
33	ALFN	Función de alarma	0	65535	R/W
34		Reservado	0	65535	R/W
35	ALMD	Alarma modo de funcionamiento	0	65535	R/W
36	ALHY	Alarma de histéresis	*5	*5	R/W
37	ALFT	Alarma de transferencia por fallo	0	65535	R/W
38	COMM	Función de comunicación	0	65535	R/W
39	ADDR	Dirección	0	65535	R/W
40	BAUD	Velocidad de transmisión	0	65535	R/W
41	DATA	Datos número de bits	0	65535	R/W
42	PARI	Bit de paridad	0	65535	R/W
43	STOP	Parada de conteo de bits	0	65535	R/W
44	SEL1	Selección 1	0	65535	R/W
45	SEL2	Selección 2	0	65535	R/W
46	SEL3	Selección 3	0	65535	R/W
47	SEL4	Selección 4	0	65535	R/W
48	SEL5	Selección 5	0	65535	R/W
49	SEL6	Selección 6	0	65535	R/W
50	SEL7	Selección 7	0	65535	R/W
51	SEL8	Selección 8	0	65535	R/W
52	ADLO	Coefficiente de calibración bajo mv	-1999.9	4553.6	R/W
53	ADHI	Coefficiente de calibración alto mv	-1999.9	4553.6	R/W
54	RTDL	Coefficiente de calibración de RTD bajo.	-1999.9	4553.6	R/W
55	RTDH	Coefficiente de calibración de RTD alto.	-1999.9	4553.6	R/W
56	CJLO	Unión fría de bajo coeficiente de calibración.	-199.99	455.36	R/W
57	CJHI	Unión fría coeficiente de calibración de alta.	-1999.9	4553.6	R/W

58		Reservados.	0	65535	R/W
59		Reservados.	0	65535	R/W
60	HOUR	Horas de trabajo del controlador.	0	65535	R/W
61	BPL1	Transferencia sin perturbaciones de la OP1.	0.00	655.35	R
62	BPL2	Transferencia sin perturbaciones de OP2.	0.00	655.35	R
63	CJCL	Unión fría de baja señal.	0.000	65.535	R
64	PV	Proceso de valor.	*4	*4	R
65	SV	Conjunto actual valor en puntos.	*4	*4	R
66	MV1	OP1 control del valor de salida	0.00	655.35	R
67	MV2	OP2 control del valor de salida	0.00	655.35	R
68	TIMER	Tiempo restante del temporizador de permanencia.	-1999.9	4553.6	R
69	EROR	Código de error *1	0	65535	R
70	MODE	Modo operacion & estado de alarma *2	0	65535	R
71	PROG	Código de programación *3	0.00	655.35	R
72	CMND	Código de comando	0	65535	R/W
73	JOB1	Código de tarea	0	65535	R/W
74	JOB2	Código de tarea	0	65535	R/W
75	JOB3	Código de tarea	0	65535	R/W
76		Reservado	0	65535	R
77		Reservado	0	65535	R
78		Reservado	0	65535	R
79		Reservado	0	65535	R

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

* 1: El código de error se muestra en la primera columna de la Tabla 4.8.

* 2: Definición del valor de modo de registro:

- H'000X = Normal mode
- H'010X = Calibration mode
- H'020X = Auto-tuning mode
- H'030X = Manual control mode
- H'040X = Failure mode
- H'0X00 = Alarm status is off

- H'0x01 = Alarm status is on
- El estado de Alarma se muestra en MV2 en lugar de MODE para el modelo C21.

*3: El PROG Code (código de programación) se define en la tabla 4.9.

Tabla. 4.9 Código de programación

Modelo No.	BTC-9100	BTC-8100	BTC-4100	BTC-7100	C21
PROG Cód.	6.XX	11.XX	12.XX	13.XX	33.XX

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Donde XX indica el número de versión del software. Por ejemplo:

PROG = 33.18 significa que el controlador es un C21 con software versión 18.

* 4: Los valores de la escala de alto / bajo se definen en la tabla 4.10 siguiente para SP1, INLO, INHI, SP1L, SP1H, la Caja, PV y SV:

Tabla. 4.10 Valores de la escala de alto / bajo para SP1, INLO, INHI, SP1L, SP1H, la Caja, PV y SV.

Condiciones	Entrada no lineal	Entrada lineal DP = 0	Entrada lineal DP = 1	Entrada lineal DP = 2	Entrada lineal DP = 3
Escala baja	-1999.9	-19999	-1999.9	-199.99	-19.999
Escala alta	4553.6	45536	4553.6	455.36	45.536

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

* 5: Los valores de la escala de alto/bajo se definen en la tabla 4.11 siguiente para PB, O1HY, RR, y O2HY ALHY:

Tabla. 4.11 Valores de la escala de alto/bajo para PB, O1HY, RR, y O2HY ALHY

Condiciones	Entrada no lineal	Entrada lineal DP = 0	Entrada lineal DP = 1	Entrada lineal DP = 2	Entrada lineal DP = 3
Escala baja	0.0	0	0.0	0.00	0.000
Escala alta	6553.5	65535	6553.5	655.35	65.535

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

* 6: La escala de valores alta/baja se definen en la tabla 4.12 siguiente para SP3:

Tabla. 4.12 Valores alto/bajo para SP3

Condiciones	ALFN=1 (TIMR)	Entrada no lineal	Entrada lineal DP = 0	Entrada lineal DP = 1	Entrada lineal DP = 2	Entrada lineal DP = 3
Escala baja	-1999.9	-1999.9	-19999	-1999.9	-199.99	-19.999
Escala alta	4553.6	4553.6	45536	4553.6	455.36	45.536

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

* 7: Los valores de la escala alta/baja se definen en la tabla 4.13 siguiente para el SP2:

Tabla 4.13 Valores alto/bajo para SP2

Condiciones	OUT2=1 (TIMR)	Entrada no lineal	Entrada lineal DP = 0	Entrada lineal DP = 1	Entrada lineal DP = 2	Entrada lineal DP = 3
Escala baja	-1999.9	-1999.9	-19999	-1999.9	-199.99	-19.999
Escala alta	4553.6	4553.6	45536	4553.6	455.36	45.536

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Data Conversion (Conversión de Datos)

Los datos de palabras se consideran datos sin signo (positivo) en el mensaje Modbus.

Sin embargo, el valor real del parámetro puede ser un valor negativo con punto decimal. Los valores de la escala alta/baja para cada parámetro se utiliza para el propósito de dicha conversión.

Sea M = Valor del mensaje Modbus.

A = valor real del parámetro.

SL = Escala de bajo valor del parámetro.

SH = Escala de alto valor del parámetro.

Las fórmulas de conversión son los siguientes:

Formulas 3 y 4:
$$M = \frac{65535}{SH.SL}(A - SL) \qquad A = \frac{SH.SL}{65535}(M + SL)$$

Ejemplos de Comunicación:

Ejemplo 1: Descargar los valores por defecto a través del puerto de programación.

El puerto de programación puede llevar a cabo las comunicaciones Modbus, independientemente de los valores de configuración incorrectos de dirección, velocidad, paridad, bit de parada, etc. Esto es especialmente útil durante la primera configuración del controlador. El (Host) anfitrión debe ser ajustado con 9600 de velocidad de transmisión, 8 bits de datos, paridad par (even) y 1 bit de parada. El mensaje Modbus con valores hexadecimales se muestra a continuación:

Tabla. 4.14 Mensajes Modbus de valores hexadecimales de comunicación

01	10	00	00	00	34	68	4F	19	4E	83	4E	83
Addr.	Func.	Starting Addr.	No. of words	Bytes	SP1=25.0	SP2=10.0	SP3=10.0					
00	00	00	01	00	00	00	01	4D	6D	51	C4	
LOCK=0	INPT=1	UNIT=0	DP=1	INLO=-17.8	INHI=93.3							
4D	6D	63	21	4E	1F	00	02	00	00	00	64	
SP1L=-17.8	SP1H=537.8	SHIF=0.0	FILT=2	DISP=0	PB=10.0							
00	64	00	FA	00	00	00	00	4E	1F	00	01	
TI=100	TD=25.0	OUT1=0	O1TY=0	O1FT=0	O1HY=0.1							
00	B4	00	FA	00	00	00	00	00	02	00	00	
CYC1=18.0	OFST=25.0	RAMP=0	RR=0.0	OUT2=2								
00	00	4E	1F	00	01	00	B4	00	64	4E	1F	
O2TY=0	O2FT=0	O2HY=0.1	CYC2=18.0	CPB=100	DB=0							
00	02	00	00	00	00	00	01	00	00	00	01	
ALFN=2		ALMD=0	ALHY=0.1	ALFT=0	COMM=1							
00	01	00	02	00	01	00	00	00	00	00	02	
ADDR=1	BAUD=2	DATA=1	PARI=0	STOP=0	SEL1=2							
00	03	00	04	00	06	00	07	00	08	00	0A	
SEL2=3	SEL3=4	SEL4=6	SEL5=7	SEL6=8	SEL7=10							
00	11	Hi	Lo									
SEL8=17	CRC16											

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Ejemplo 2: Leer PV, SV, MV1, MV2, TIMER, EROR y MODE

Enviar el mensaje siguiente al controlador a través del puerto COM o puerto de programación:

	03	00	H'40	00	07	Hi	Lo
Addr.	Func.	Starting Addr.		No. of words		CRC16	

Ejemplo 3: Realizar la función de restablecimiento (mismo efecto presionando la tecla R)

	06	00	H'48	H'68	H'25	Hi	Lo
Addr.	Func.	Register Addr.	Data Hi/Lo		CRC16		

Ejemplo 4: Entrar al modo Auto-Tuning

	06	00	H'48	H'68	H'28	Hi	Lo
Addr.	Func.	Register Addr.	Data Hi/Lo		CRC16		

Ejemplo 5: Entrar en modo Control Manual

	06	00	H'48	H'68	H'27	Hi	Lo
Addr.	Func.	Register Addr.	Data Hi/Lo		CRC16		

Ejemplo 6: Leer todos los parámetros

	03	00	00	00	H'50	Hi	Lo
Addr.	Func.	Starting Addr.	No. of words		CRC16		

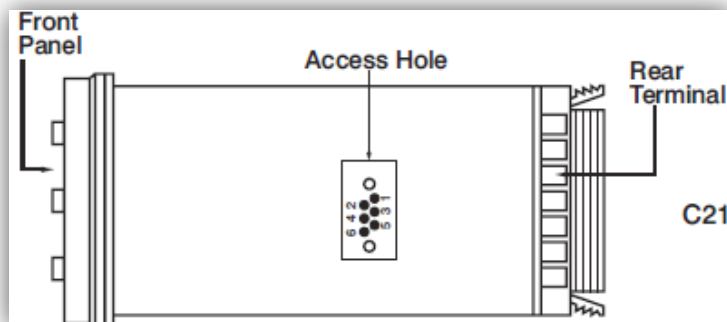
Tabla 4.15 Códigos de error y acciones correctivas

Cód. error	Display	Descripción de error	Acción correctiva
4	Er 04	La instalación ilegal de los valores se refieren a: Antes COOL se utiliza para OUT2, DIRT (acción de enfriamiento) ya ha sido utilizada para OUT1, o modo PID no se utiliza para OUT1 (es decir $PB = 0$, y / o $TI = 0$)	Se requiere verificar y corregir los valores de configuración de OUT2, PB, TI y OUT1. SI OUT2 para el control de enfriamiento, el control debe utilizar el modo PID ($PB = 0$, $TI = 0$) y OUT1 debe utilizar el modo inverso (acción de calentamiento), de lo contrario, no use OUT2 para el control de enfriamiento.
10	Er 10	Error de comunicación: código de mal funcionamiento	Corrija la comunicación del software para cumplir los requisitos del protocolo.
11	Er 11	Error de comunicación: la dirección de registro está fuera de rango	No emita una dirección de registro por encima del rango para el esclavo.
14	Er 14	Error de comunicación: intento de escribir un conjunto de datos de sólo lectura o un conjunto de datos protegidos	No escriba una base de datos de sólo lectura o una de datos protegidos en el esclavo.
15	Er 15	Error de comunicación: escribir un valor que está fuera de rango a un registro.	No escriba un dato fuera de rango para el registro del esclavo.
26	A t Er	Deje de operar en función de auto-tunign	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los valores PID obtenidos después del proceso de auto-tuning están fuera de rango. Reintentar auto-tuning. 2. No cambie el valor set point durante el proceso de auto-tuning 3. Use Manual-tuning en lugar de auto-tuning. 4. No setee en cero el valor de PB. 5. No setee en cero el valor para TI. Presione la tecla RESET.
29	EEPE	EEPROM no puede ser escrito correctamente	Retorne al fabricante para reparación
30	C J Er	Compensación de unión fría por el mal funcionamiento de la termocupla	Retorne al fabricante para reparación
39	Sb Er	Rotura del sensor de entrada, o la corriente de entrada por debajo de 1 mA, si se selecciona 4-20 mA, o la tensión de entrada está por debajo de 0,25 V, si se selecciona 1 - 5V.	Reemplace el sensor de entrada
40	Ad Er	Mal funcionamiento del convertidor A-D o de componentes relacionados	Retorne al fabricante para reparación

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.35
Puertos de programación








Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Teclas y pantallas

Operación del teclado:


- **Scroll Key (tecla de desplazamiento)**  Esta tecla se utiliza para seleccionar un parámetro para ser visto o ajustado.
- **Up key (tecla arriba)**  Esta tecla es usada para incrementar el valor del parámetro seleccionado.
- **Down Key (tecla abajo)**  Esta tecla se utiliza para disminuir el valor del parámetro seleccionado.
- **Reset Key (Tecla de reinicio) presionar**   **para modelo C21.**




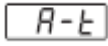
Esta tecla se usa para:

1. Revertir la pantalla para mostrar el valor del proceso o el valor set point, (si DISP es establecido con SP1 para el modelo C21).

2. Cambiar la alarma de bloqueo, una vez que la condición de alarma se elimina.
3. Detener el modo de control manual, modo Auto-tuning y modo calibración.
4. Limpiar el mensaje de error de comunicación y error de auto-tuning.
5. Resetear el temporizador de intervalo cuando el temporizador de intervalo esté fuera de tiempo.
6. Entrar en el menú del control manual mientras ocurre el modo de fallo.

➤ **Enter Key:**

Presionar  por 3 segundos o más para:

- Entrar al menú de configuración. La pantalla muestra .
- Entrar al modo de control manual mientras es seleccionado el modo de control manual de  o .
- Entrar en el modo de auto-tuning mientras es seleccionado el modo de auto-tuning .
- Realizar la calibración de un parámetro seleccionado durante el proceso de calibración.


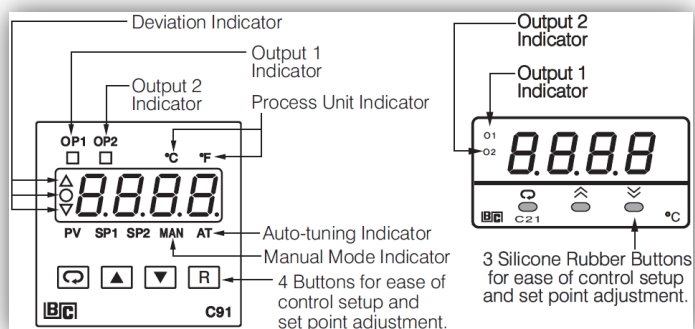
Presionar  por 4.2 segundos para seleccionar el modo calibración (se recomienda no realizar personalmente, es mejor enviarlo al fabricante aunque este le cobrará un valor por el servicio de calibración).

Figura 4.36
Indicación general Display



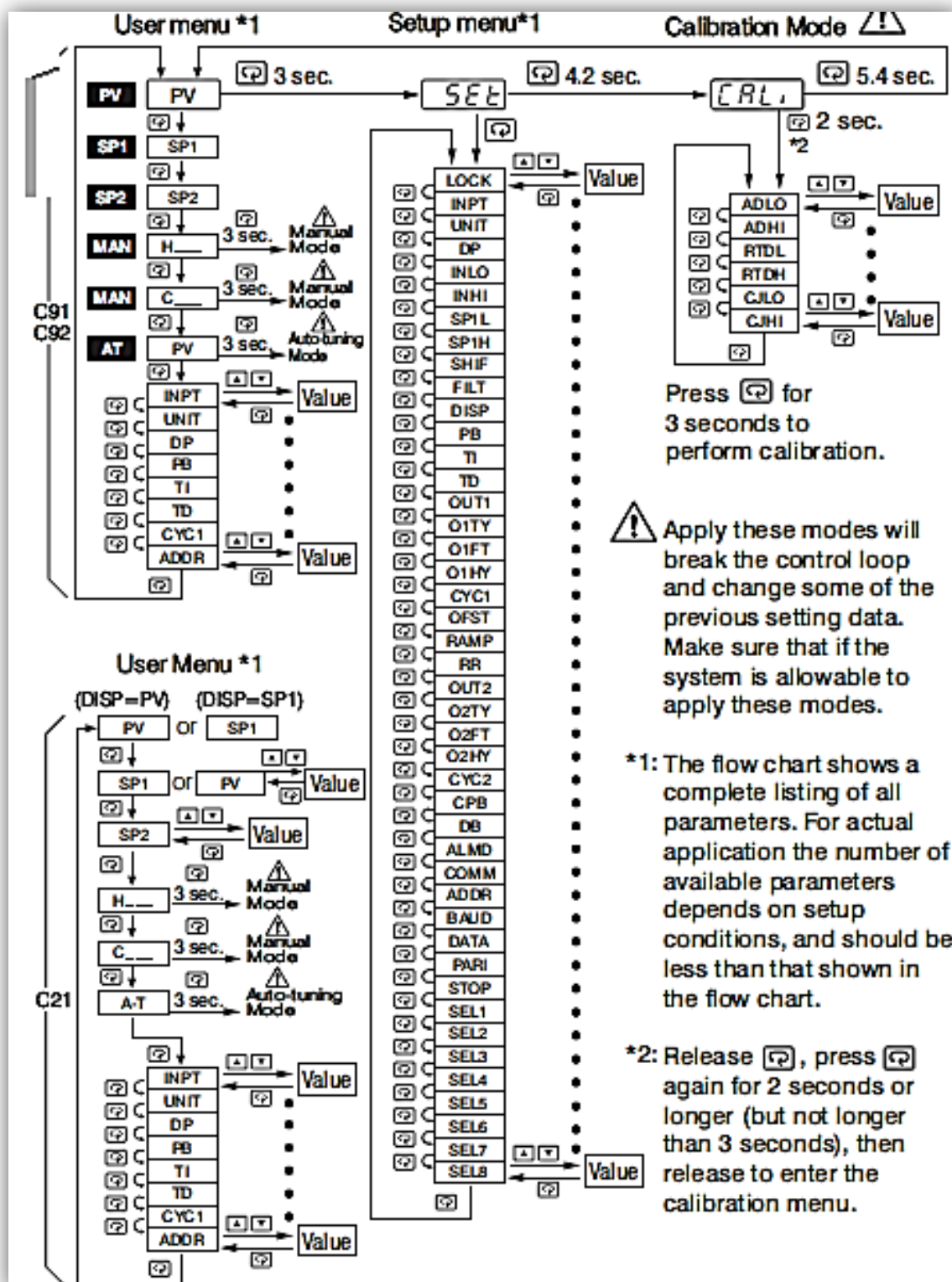
Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.37
Forma de los caracteres del Display

A	R	E	E	I	,	N	n	S	S	X	
B	b	F	F	J	J	O	o	T	t	Y	y
C	C	G	G	K	K	P	P	U	u	Z	
c	c	H	H	L	L	Q		V	v	?	?
D	d	h	h	M	m	R	r	W		=	=

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.38
Descripción general del Menú



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Tabla 4.16 Descripción de parámetros

Notación de parámetros	Descripción de parámetros	Rango	Valor por defecto
SP1	Set point para salida 1	Low: SP1L High :SP1H	25.0 °C (77.0 °F)
SP2	Set point para salida 2.	Low: -19999 High :45536	10.0 °C (18.0 °F)
LOCK	Seleccione los parámetros que va a bloquear.	0 <i>nonE</i> : No parameter is locked 1 <i>SEt</i> : Setup data are locked 2 <i>uSEr</i> : Setup data and User data except Set point are locked 3 <i>ALL</i> : All data are locked	0
INPT	Selección de la entrada del sensor.	0 <i>J-tC</i> : J type thermocouple 1 <i>K-tC</i> : K type thermocouple 2 <i>T-tC</i> : T type thermocouple 3 <i>E-tC</i> : E type thermocouple 4 <i>B-tC</i> : B type thermocouple 5 <i>R-tC</i> : R type thermocouple 6 <i>S-tC</i> : S type thermocouple 7 <i>N-tC</i> : N type thermocouple 8 <i>L-tC</i> : L type thermocouple 9 <i>Pt100</i> : PT 100 ohms DIN curve 10 <i>Pt100</i> : PT 100 ohms JIS curve 11 <i>4-20</i> : 4 - 20 mA linear current input 12 <i>0-20</i> : 0 - 20 mA linear current input 13 <i>0-60</i> : 0 - 60 mV linear millivolt input 14 <i>0-1V</i> : 0 - 1V linear voltage input 15 <i>0-5V</i> : 0 - 5V linear voltage input 16 <i>1-5V</i> : 1 - 5V linear voltage input 17 <i>0-10</i> : 0 - 10V linear voltage input	1 (0)
UNIT	Selección de unidad de entrada	0 <i>oC</i> : Degree C unit 1 <i>oF</i> : Degree F unit 2 <i>Pu</i> : Process unit	0 (1)

DP	Selección del punto decimal	<p>0 <i>no dP</i> : No decimal point</p> <p>1 <i>1-dP</i> : 1 decimal digit</p> <p>2 <i>2-dP</i> : 2 decimal digits</p> <p>3 <i>3-dP</i> : 3 decimal digits</p>	1
INLO	Entrada de valor bajo.	Low: -19999 High: 45486	-17.8 °C (0 °F)
INHI	Entrada de valor alto.	Low: INLO+50 High: 45536	93.3 °C (200.0 °F)
SP1L	Limite bajo del valor del set point.	Low: -19999 High: 45536	-17.8 °C (0 °F)
SP1H	Limite alto del valor del set point.	Low: SP1L High: 45536	537.8 °C (1000 °F)
SHIF	Cambia valor PV (offset)	Low: -200.0 °C (-360.0 °F) High: 200.0 °C (360.0 °F)	0.0
FILT	Filter damping time constant of PV	<p>0 <i>0</i> : 0 second time constant</p> <p>1 <i>0.2</i> : 0.2 second time constant</p> <p>2 <i>0.5</i> : 0.5 second time constant</p> <p>3 <i>1</i> : 1 second time constant</p> <p>4 <i>2</i> : 2 seconds time constant</p> <p>5 <i>5</i> : 5 seconds time constant</p> <p>6 <i>10</i> : 10 seconds time constant</p> <p>7 <i>20</i> : 20 seconds time constant</p> <p>8 <i>30</i> : 30 seconds time constant</p> <p>9 <i>60</i> : 60 seconds time constant</p>	2
DISP	Selección pantalla normal.	<p>0 <i>PV</i> : Display process value normally</p> <p>1 <i>SP 1</i> : Display set point 1 value normally</p>	0
PB	Valor de la banda proporcional	Low: 0 High: 500.0 °C (900.0 °F)	10.0 °C (18.0 °F)
TI	Valor del tiempo integral	Low: 0 High: 1000 sec	100
TD	Valor de tiempo derivado.	Low: 0 High: 360.0 sec	25.0
OUT1	Función de salida 1.	<p>0 <i>rEYr</i> : Reverse (heating) control action</p> <p>1 <i>di rt</i> : Direct (cooling) control action</p>	0

O1TY	Tipo de señal de salida 1.	<p>0 <i>rELy</i> : Relay output</p> <p>1 <i>SSrd</i> : Solid state relay drive output</p> <p>2 <i>SSr</i> : Solid state relay output</p> <p>3 <i>4-20</i> : 4-20 mA current module</p> <p>4 <i>0-20</i> : 0 - 20 mA current module</p> <p>5 <i>0-1V</i> : 0 - 1V voltage module</p> <p>6 <i>0-5V</i> : 0 - 5V voltage module</p> <p>7 <i>1-5V</i> : 1 - 5V voltage module</p> <p>8 <i>0-10</i> : 0 - 10V voltage module</p>	0
O1FT	Salida de un error del modo de transferencia.	Select BPLS (bumpless transfer) or 0.0 ~ 100.0 % to continue output 1 control function as the unit fails, or select OFF (0) or ON (1) for ON-OFF control.	0
O1HY	Control de histéresis de la salida 1 ON-OFF.	Low: 0.1 High: 50.0 °C(90.0°F)	0.1 °C (0.2 °F)
CYC1	Salida 1 del tiempo de ciclo	Low: 0.1 High: 90.0 sec.	18.0
OFST	Valor de desplazamiento de control P	Low: 0 High: 100.0 %	25.0
RAMP	Selección de la función rampa.	<p>0 <i>nonE</i> : No Ramp Function</p> <p>1 <i>n/min</i> : Use unit/minute as Ramp Rate</p> <p>2 <i>Hr/r</i> : Use unit/hour as Ramp Rate</p>	0
RR	Rampas.	Low: 0 High: 500.0 °C (900.0 °F)	0.0

OUT2	Salida 2.	<p>0 <i>nonE</i> : Output 2 No Function 1 <i>t_i n_r</i> : Dwell timer action 2 <i>dEH_i</i> : Deviation High Alarm 3 <i>dEL_o</i> : Deviation Low Alarm 4 <i>dbH_i</i> : Deviation band out of band Alarm 5 <i>dbL_o</i> : Deviation band in band Alarm 6 <i>P_uH_i</i> : Process High Alarm 7 <i>P_uL_o</i> : Process Low Alarm 8 <i>C_{ool}</i> : Cooling PID Function</p>	2
O2TY	Tipo de salida 2.	<p>0 <i>rELY</i> : Relay output 1 <i>SSrd</i> : Solid state relay drive output 2 <i>SSr</i> : Solid state relay output 3 <i>4-20</i> : 4 - 20 mA current module 4 <i>0-20</i> : 0 - 20 mA current module 5 <i>0-1V</i> : 0 - 1V voltage module 6 <i>0-5V</i> : 0 - 5V voltage module 7 <i>1-5V</i> : 1 - 5V voltage module 8 <i>0-10</i> : 0 - 10V voltage module</p>	0
O2FT	Error de salida 2 en modo de transferencia.	Select BPLS (bumpless transfer) or 0.0 ~ 100.0 % to continue output 2 control function as the unit fails, or select ON (0) or OFF (1) for alarm and dwell timer function.	0
O2HY	Error de histéresis para la salida 2 en la función de alarma.	Low: 0.1 High: 50.0 °C (90.0 °F)	0.1 °C (0.2 °F)
CYC2	Salida 2 del tiempo de ciclo	Low: 0.1 High: 90.0 sec.	18.0
CPB	Enfriamiento valor de banda proporcional.	Low: 50 High: 300 %	100
DB	Heating-cooling dead band (negative value=overlap)	Low: -36.0 High: 36.0 %	0

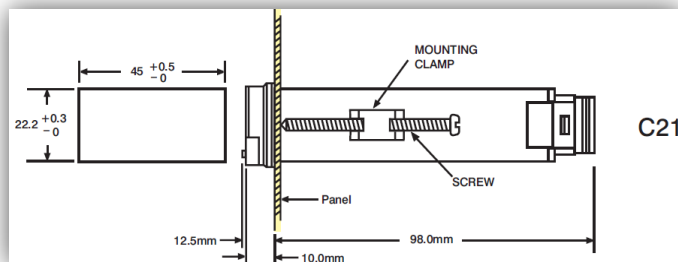
ALMD	Operación en modo de alarma.	0 <i>norñ</i> : Normal alarm action 1 <i>Ltch</i> : Latching alarm action 2 <i>Hold</i> : Hold alarm action 3 <i>LtHo</i> : Latching & Hold action	0
COMM	Función de Comunicación	0 <i>nonE</i> : No communication 1 <i>rtu</i> : Modbus RTU mode protocol	1
ADDR	Asignación de direcciones de la comunicación digital	Low: 1 High: 255	_____
BAUD	Velocidad de transmisión de la comunicación digital	0 <i>24</i> : 2.4 Kbits/s baud rate 1 <i>48</i> : 4.8 Kbits/s baud rate 2 <i>96</i> : 9.6 Kbits/s baud rate 3 <i>144</i> : 14.4 Kbits/s baud rate 4 <i>192</i> : 19.2 Kbits/s baud rate 5 <i>288</i> : 28.8 Kbits/s baud rate 6 <i>384</i> : 38.4 Kbits/s baud rate	2
DATA	Conteo de números de bits de la comunicación digital.	0 <i>7b, t</i> : 7 data bits 1 <i>8b, t</i> : 8 data bits	1
PARI	Bit de paridad de la comunicación digital.	0 <i>EYEn</i> : Even parity 1 <i>odd</i> : Odd parity 2 <i>nonE</i> : No parity bit	0
STOP	Detener número de bits de la comunicación digital.	0 <i>1b, t</i> : One stop bit 1 <i>2b, t</i> : Two stop bits	0

SEL1	Seleccione el parámetro 1 para el menú de usuario.	<p>0 <i>nonE</i> :No parameter selected</p> <p>1 <i>LocE</i> :LOCK is put ahead</p> <p>2 <i>i nPt</i> :INPT is put ahead</p> <p>3 <i>uni t</i> :UNIT is put ahead</p> <p>4 <i>dP</i> :DP is put ahead</p> <p>5 <i>SH, F</i> :SHIF is put ahead</p> <p>6 <i>Pb</i> :PB is put ahead</p> <p>7 <i>t, :</i>TI is put ahead</p> <p>8 <i>tD</i> :TD is put ahead</p> <p>9 <i>o iHY</i> :O1HY is put ahead</p> <p>10 <i>CYC 1</i> :CYC1 is put ahead</p> <p>11 <i>oFSt</i> :OFST is put ahead</p> <p>12 <i>r,r</i> :RR is put ahead</p> <p>13 <i>o2HY</i> :O2HY is put ahead</p> <p>14 <i>CYC2</i> :CYC2 is put ahead</p> <p>15 <i>C.Pb</i> :CPB is put ahead</p> <p>16 <i>d,b</i> :DB is put ahead</p> <p>17 <i>Addr</i> :ADDR is put ahead</p>	2
SEL2	Seleccione el parámetro 2 para el menú de usuario.	Igual que Sel1	3
SEL3	Seleccione el parámetro 3 para el menú de usuario.	Igual que Sel1	4
SEL4	Seleccione el parámetro 4 para el menú de usuario.	Igual que Sel1	6
SEL5	Seleccione el parámetro 5 para el menú de usuario.	Igual que Sel1	7
SEL6	Seleccione el parámetro 6 para el menú de usuario.	Igual que Sel1	8
SEL7	Seleccione el parámetro 7 para el menú de usuario.	Igual que Sel1	10
SEL8	Seleccione el parámetro 8 para el menú de usuario.	Igual que Sel1	17

Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

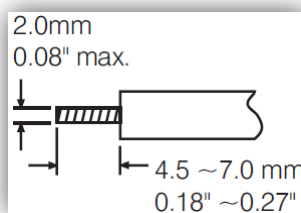
Figura 4.39
Dimensiones de montaje



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

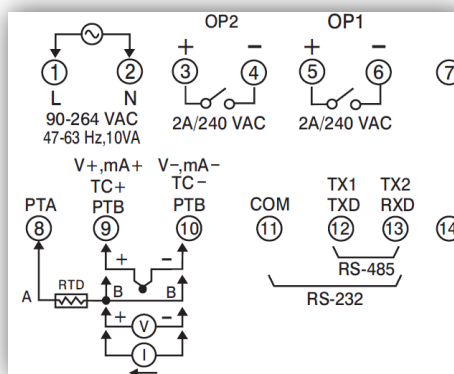
➤ **Precauciones del Cableado**

Figura 4.40
Terminal conector para C21.



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

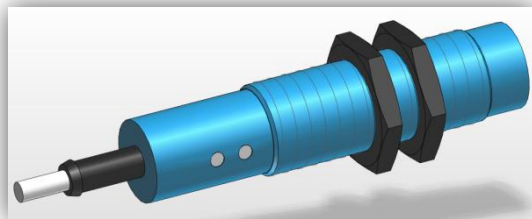
Figura 4.41
Bornes de conexión trasera.



Fuente: Catálogo del instrumento, indicador digital entrada 4 a 20mA.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.3.2 Sensor capacitivo modelo cm18-12npp-kw1

Figura 4.42
Diagrama en 3D de un sensor inductivo



Fuente: Figuras 3D de Autocad 2010.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Tabla 4.17 Características del sensor inductivo

Alcance de detección Sn:	8 mm – 12 mm
Instalación en metal:	No enrasado
Frecuencia de conmutación:	30 Hz
Tipo de conexión:	Cable, 4-wire, 2 m ¹⁾
Salida de aviso:	PNP
Función de salida:	Antivalente
Configuración eléctrica:	C.c. 4 hilos
Grado de protección:	IP 67
Modo de conmutación:	Antivalente

¹⁾ Do not bend below 0 °C

Mecánica/Electrónica

Ejecución:	cilíndrico
Tamaño de la rosca:	M18 x 1

Housing length:	79,5 mm
Thread length:	46,5 mm
Tensión de alimentación:	10 V DC ... 40 V DC
Ondulación:	$\leq 10 \%$ ¹⁾
Consumo de corriente:	$\leq 10 \text{ mA}$ ²⁾
Caída de tensión:	$\leq 2,5 \text{ V DC}$ ³⁾
Corriente continua Ia:	$\leq 200 \text{ mA}$
Histéresis:	4 % ... 20 %
Reproducibilidad:	$\leq 5 \%$ ^{4) 5)}
CEM:	Según EN 60947-5-2
Par de apriete:	2,6 Nm
Protección frente a inversión de polaridad:	✓
Protección contra cortocircuitos:	✓
Material de la carcasa:	Plástico
Housing cap:	PBT
Material de la carcasa:	Plástico
Supresión de pulso de encendido:	✓
Demora antes de disponibilidad:	$\leq 100 \text{ ms}$
Operación a temperatura	-25 °C ... 80 °C

ambiente:

Tensión de choque/vibración: 30 g, 11 ms/10 ... 55 Hz, 1 mm

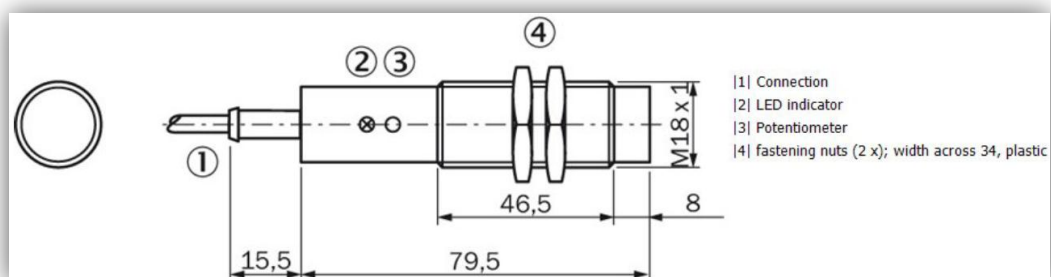
Material del cable: PVC

Sección del conductor: 0,34 mm²

Desviación de temperatura (de
sr): $\pm 10 \%$

1) Of Ub 2) Sin carga 3) At I_a max 4) Of Sr 5) Ub and Ta constant

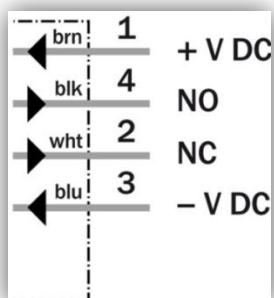
Figura 4.43
Dimensiones del sensor capacitivo



Fuente: Catálogo del instrumento, sensor capacitivo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.44
Diagrama de Conexión



Fuente: Catálogo del instrumento, sensor capacitivo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Factores de corrección del objeto para sensores capacitivos de proximidad**

Para un tamaño de objeto dado, los factores de corrección de sensores capacitivos se determinan por la propiedad del material del objeto denominada constante dieléctrica. Los materiales que poseen una constante dieléctrica más alta son más fáciles de detectar que aquellos cuya constante dieléctrica es menor. A continuación se expone una lista parcial de constantes dieléctricas de varias materias industriales.

Tabla 4.18 Constantes dieléctricas de materiales industriales

Constantes dieléctricas de materiales industriales comunes.	
Aceite de soya	2.9-3.5
Aceite de terpentina	2.2
Aceite de transformador	2.2
Acetona	19.5
Agua	80
Aire	1.000.264
Alcohol	25.8
Amoniaco	15-25
Anilina	6.9
Arena	3-5
Azúcar	3.0
Azufre	3.4
Baquelita	3.6
Barniz de silicón	2.8-3.3
Benceno	2.3
Caliza de conchas	1.2
Celuloide	3.0
Cemento en polvo	4.0
Cenizas	1.5-1.7
Cereales	3-5
Cloro líquido	2.0
Cristal de cuarzo	3.7
Dióxido de carbono	1.000.985
Etanol	24
Etilénglicol	38.7
Freón R22 y 502 (líq.)	6.11

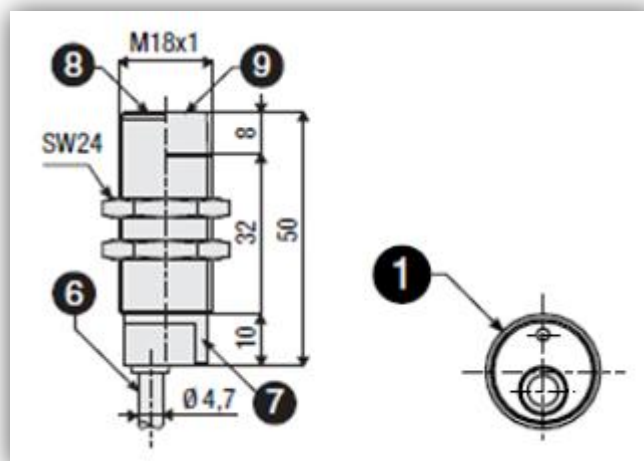
Gasolina	2.2
Glicerina	47
Goma	2.5-35
Harina	1.5-1.7
Laca	2.5-4.7
Leche en polvo	3.5-4
Madera, seca	2-7
Madera, verde	10-30
Mármol	8.0-8.5
Mica	5.7-6.7
Nitrobenceno	36
Nylon	4-5
Panel de prensa	2-5
Papel	1.6-2.6
Papel satur. de aceite	4.0
Parafina	1.9-2.5
Perspex	3.2-3.5
Petróleo	2.0-2.2
Poliacetal	3.6-3.7
Poliamida	5.0
Poliestireno	3.0
Polietileno	2.3
Polipropileno	2.0-2.3
Porcelana	4.4-7
Resina acrílica	2.7-4.5
Resina de urea	5-8
Resina epoxi	2.5-6
Resina estireno	2.3-3.4
Resina fenólica	4-12
Resina melamina	4.7-10.2
Resina poliéster	2.8-8.1
Resina PVC	2.8-3.1
Sal	6.0
Soluciones acuosas	50-80
Teflón	2.0
Vaselina	2.2-2.9
Vidrio	3.7-10

Fuente: Catálogo del instrumento, sensor capacitivo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.3.3 Sensor inductivo modelo ak1-ap-2a

Figura 4.42
Dimensionamiento del sensor inductivo



Fuente: Catálogo del instrumento, sensor inductivo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Indicaciones

1. Salida del cable axial
6. Cable de 3(4) x 0,34mm² Ø4, 7mm, PVC, 2m
7. Indicador LED de estado (salida no energizada)
8. Versión blindada.
9. Versión sin blindaje.

Tabla 4.19 Especificaciones del sensor inductivo

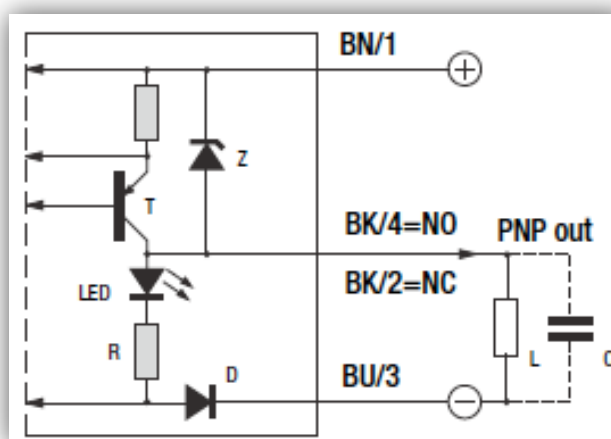
ESPECIFICACIONES	
Distancia nominal de sensado Sn	8mm
Distancia de operación	0...4mm (protegido), 0...6,5mm (desprotegido)
Viajes diferenciales	2...10%
Exactitud de repetición	2%
Voltaje de operación	10-30Vdc

Ondulación.	$\leq 10\%$
Corriente de suministro sin carga	20mA
Corriente de carga	$\leq 400\text{mA}$
Corriente de escape	$\leq 10\mu\text{A}$
Gota de voltaje	1V max.
Tipo de salida	PNP NO or NC select.
Frecuencia de conmutación	0,6KHz
Puesta a cero inicial	100ms
Protecciones eléctricas.	inversión de polaridad, transitorios
Protecciones eléctricas salida.	cortocircuito (autoreset)
Rango de temperatura.	$-25^{\circ}\dots+70^{\circ}\text{C}$
Variaciones de temperatura.	10% Sr
Grado de protección (DIN 40 050).	IEC IP67
Los indicadores LED.	Amarillo (NO Salida activada)
Material de la carcasa.	latón niquelado
Detección de material de la cara.	PBT
El par de apriete.	30Nm
Peso (aprox.).	55g (H type) - 130g

Fuente: Catálogo del instrumento, sensor inductivo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.46
Esquema de conexión PNP 3 hilos



Fuente: Catálogo del instrumento, sensor inductivo.

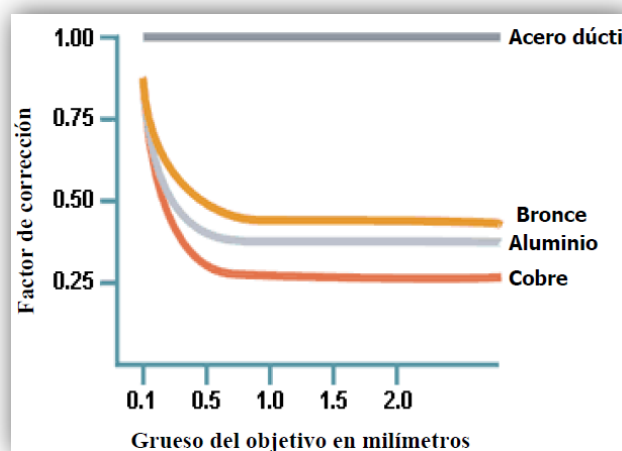
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- **BN:** Marrón.
- **BU:** Azul.
- **BK:** Negro.

➤ **Grueso del Objetivo**

La distancia de sensado es constante para el objetivo estándar. Sin embargo, para objetivos no ferrosos tal como el bronce, aluminio y cobre, ocurre un fenómeno conocido como “efecto epitelial”. Que da como resultado que, la distancia de sensado disminuya conforme el grueso del objetivo aumenta.

Figura 4.47
Curva de distancia de sensado de materiales no ferrosos



Fuente: Catálogo del instrumento, sensor inductivo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Material del Objetivo**

Cuando el material a ser sensado no es de acero dúctil, es necesario aplicar un factor de corrección.

Tabla 4.20 Factor de corrección para materiales que no son de Acero Dúctil

Material	Factor de corrección	
	Blindado	No Blindado
Acero dúctil, Carbón	1	1
Lámina de Aluminio	0.90	1
Acero inoxidable serie 300	0.70	0.08
Bronce	0.40	0.50
Aluminio	0.35	0.45
Cobre	0.30	0.40

Fuente: Catálogo del instrumento, sensor inductivo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.3.4 Controlador de temperatura btc-901

Figura 4.48
Controlador de temperatura BTC 901



Fuente: Catálogo OPTEX del instrumento, controlador de temperatura.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Descripción

Este controlador analógico de temperatura se usa para aplicaciones simples con control on/off o sin indicación de desviación.

➤ **Especificaciones**

- Ajuste por láser ASIC integrado.
- Fácil cambio de rango.
- ON-OFF o tiempo proporcional seleccionable.
- Compacto, sólo 86mm de fondo.
- Una amplia selección de opciones de salida de control.
- Una amplia selección de rangos.
- Protección contra avería del sensor.
- Bajo costo.
- Seguridad: UL, CSA
- EMC, LVD: CE
- Modo de control: ON-OFF.
- Salida: Ninguna.
- Alarma: Ninguna.
- Comunicación: Ninguna.

➤ **Entrada**

- Termopar (T/C): Tipo J.
- Rango: 0-400°C.
- Precisión: $\pm 2\%$ de span.
- Compensación de junta fría: $\pm 0,1^\circ\text{C} / 1^\circ\text{C}$.
- Rechazo de la resistencia de cable RTD = $(0,1^\circ\text{C} - 0,025\%$ de lectura PV) / ohmio.
- Protección contra avería del sensor: exclusivo.
- Resistencia externa: máx. 100 ohmios.
- Rechazo de modo normal: 60 dB.
- Rechazo de modo común: 120 dB.
- Frecuencia de muestreo: 3 veces/segundo.

➤ **Control**

- Margen proporcional: 2,2% de span.
- Histéresis ON-OFF: 1% de span.
- Tiempo de ciclo: 20 segundos por salida de relé, 1 segundo por salida de tensión de impulso, 0.02 segundos por corriente lineal o salida de tensión.
- Acción de control: Acción Contraria.

➤ **Salida**

- Control: Relé 5A / 240V máx. carga resistiva.

➤ **Ajuste**

- Punto de ajuste: potenciómetro helicoidal monovuelta.
- Resolución del punto de ajuste: 0,2% de span.
- Precisión del punto de ajuste: $\pm 2\%$ de span.
- Repetibilidad del punto de ajuste: $\pm 0,1$ span.

➤ **Indicación**

- Indicador de proceso: BTC-902: Indicadores LED HI/LO, BTC-901: Ninguno.
- Indicador de estado: Indicador LED (rojo) encendido, Indicador LED (verde) apagado.

➤ **Potencia**

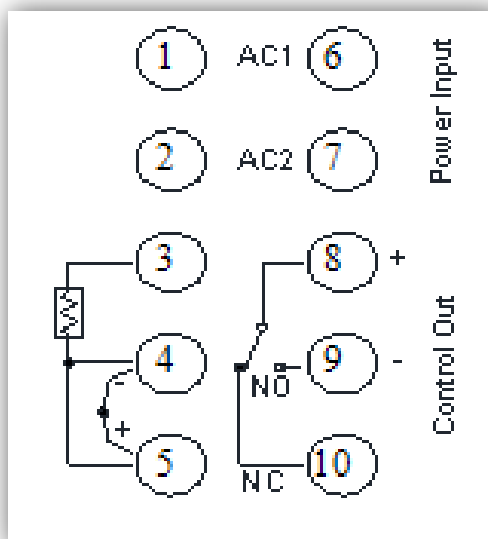
- Clasificación: 100-130VAC o 200-240VAC, 50 / 60Hz.

- Consumo: menos de 5VA.

➤ **Condiciones Ambientales y Físicas**

- Temperatura de funcionamiento: 0-50°C
- Humedad: 0-90% HR (sin condensación)
- Aislamiento: mín. 20M ohmios (500VDC).
- Ruptura: AC 2000V, 50 / 60Hz, 1 minuto.
- Vibración: 10-55Hz. amplitud 1 mm.
- Choque: 200m/s² (20g).
- Peso: BTC-901: 240 gramos, BTC-902: 270 gramos.
- Dimensiones: 48(An) X 48(Al) X 86mm (de fondo detrás del panel) .
- Recorte de panel: 45 X 45mm.

Figura 4.49
Conexión del controlador de temperatura BTC 901



Fuente: Diseño del módulo, de Autocad 2010.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.3.5 Interruptor de flujo miniatura flotect serie v10

Figura 4.50
Interruptor de flujo miniatura flotect serie v10



Fuente: http://www.dwyer-asia.com/catalogs/V10&V11_cat.pdf.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Introducción**

Permite monitorear la presencia o ausencia de flujo en un sistema. Se usa para monitorear equipo sin supervisión y protegerlo contra daños costosos. El interruptor de flujo V10 utiliza un robusto interruptor de laminilla herméticamente sellado, el cual se encuentra encapsulado en un gabinete de polipropileno que puede colocarse en un cuerpo estándar de latón de trabajo rudo a prueba de fugas o en un cuerpo opcional de acero inoxidable 303.

El mecanismo de ajuste permite al usuario cambiar el interruptor a normalmente abierto o normalmente cerrado en campo, con sólo aflojar dos tornillos.

El gabinete del interruptor se encuentra fuera del medio del proceso, lo que permite realizar el mantenimiento o cambio del interruptor sin tener que interrumpir el flujo de proceso.

Se provee una aleta ajustable de tamaño completo con plantilla laminada removible. La plantilla está calibrada para "T" reductoras de latón o de hierro dúctil y combinaciones de "T" recta y buje de hierro forjado. Permite la instalación en campo en tuberías de 1/2" a 2" de diámetro.

➤ **Especificaciones:**

- **Sensibilidad:** Gases o líquidos compatibles.
- **Materiales mojados:** Aleta: acero inoxidable 301; cuerpo: latón o acero inoxidable 303; pasador y resorte: acero inoxidable 301, acero inoxidable 302 y acero inoxidable 316; imán: cerámico 8.
- **Límites de temperatura:** 200 °F (93 °C).
- **Límite de presión:** Cuerpo de latón: 1000 psig (69 bar), cuerpo de acero inoxidable 303: 2000 psig (138 bar).
- **Requisito de alimentación eléctrica:** Interruptor de laminilla 1P1T herméticamente sellado. Ajustable en campo para normalmente abierto o normalmente cerrado.
- **Consumo de energía:** 0,5 A a 30 VCA, 1,5 A a 24 VCC.
- **Gabinete:** 18 AWG, 18" (460 mm) de longitud, funda de PVC. Homologado para 221 °F (105 °C).
- **Clasificación de gabinete:** NPT macho de 1/2" estándar. Comuníquese con la fábrica para conocer otras opciones.
- **Tipo de interruptor:** El interruptor puede instalarse en cualquier posición, pero los caudales de activación y desactivación en las tablas se basan en tendidos de tubería horizontales y son valores nominales.
- **Clasificación eléctrica:** La aleta es ajustable.

- **Conexiones eléctricas:** 4,5 oz (0,13 kg).
- **Conexión de conducto:** CE, UL y CSA.
- **Conexión de proceso:** Nylon.

Tabla 4.21 Características del interruptor de flujo tipo paleta

Cold Water Flow Rates Approximate actuation/deactuation GPM upper, LPM lower				Air Flow Rates Approximate actuation/deactuation SCFM upper, LPM lower			
Pipe	Trim	N.O.	N.C.	Pipe	Trim	N.O.	N.C.
1/2"	L	2.6/2.3 9.8/8.7	2.6/2.5 9.8/9.5	1/2"	L	10.3/8.8 291.7/250	10.2/9.2 288/260
3/4"	J	3.1/2.7 11.7/10.2	3.1/2.8 11.7/10.6	3/4"	J	13/11.6 368.3/328	12.9/11.6 365/328
1"	H	4.8/4.5 18.2/17	4.8/4.4 18.2/16.7	1"	H	19.2/17.6 543.3/498	18.9/17.6 535/498
1-1/4"	E	6.2/5.6 23.5/21.2	6.1/5.6 23.1/21.2	1-1/4"	E	24.8/22.2 701.7/628	24.5/22.5 693/637
1-1/2"	C	8.2/7.7 31/29.1	8.2/7.7 31/29.1	1-1/2"	C	33.4/31.2 946.7/883	33/30.6 935/867
2"	Full	9.5/9.1 36/34.4	9.5/9 36/34.1	2"	Full	50.2/48.4 1422/1370	50.2/47.7 1422/1352

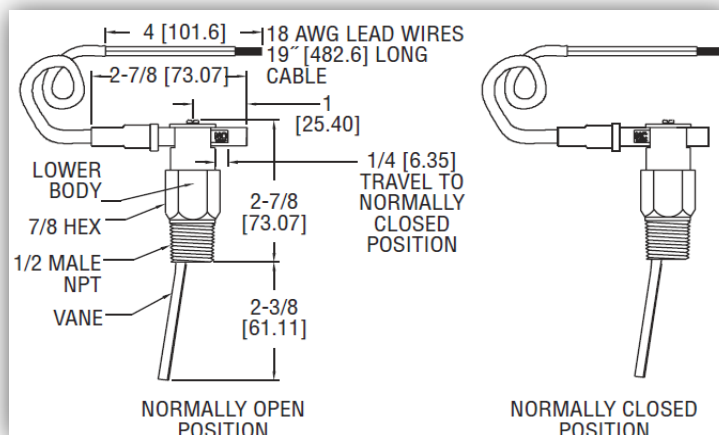
Fuente: http://www.dwyer-asia.com/catalogs/V10&V11_cat.pdf.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Aplicaciones

Ideal para comprobar el flujo en calderas, calentador de agua y enfriador.

Figura 4.51
Dimensiones del interruptor de flujo tipo paleta



Fuente: http://www.dwyer-asia.com/catalogs/V10&V11_cat.pdf.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Instalación**

1. **ATENCIÓN:** golpes o vibraciones pueden causar daños permanentes en el interruptor de lámina. Tenga cuidado de no dejar caer la unidad sobre superficies duras o que impacten al conjunto del interruptor.
2. Aplique cinta selladora de rosca para el tubo o sellador macho de roscas a las roscas de 1/2 " NPT para el montaje de la tubería e instalar interruptor en el sistema de tubería con la flecha en el lado que apunta en la dirección del flujo.
3. Conecte el cableado de acuerdo con los códigos eléctricos locales.
4. Las cargas inductivas, capacitivas y de lámpara pueden crear todas las condiciones nocivas para el interruptor de lámina.

- Cargas Inductivas, puede ser causada por relés electromagnéticos, solenoides electromagnéticos y contadores electromagnéticos, todas con componentes inductivos como la carga del circuito.
- Cargas Capacitivas, puede ser causada por condensadores conectados en serie o en paralelo con el interruptor de lámina. En un circuito cerrado la longitud del cable (150 pies o más) para el interruptor se puede introducir una capacitancia.
- Cargas de Lámpara, puede ser causada por conmutación de filamentos de las lámparas que tienen resistencia al frío baja.

Además de estas causas, que superan a cualquiera de las clasificaciones eléctricas máximas que puede llevar al fracaso prematuro o inmediato. Esto incluye irrupción y corrientes transitorias mayores que la corriente máxima de conmutación. Tenga cuidado al evaluar las cargas del sistema y la corriente. Para adaptarse a estas condiciones, más adelante están los diagramas que representan las posibles soluciones.

Después de la instalación, ajuste la acción del interruptor de NO (normalmente abierto) o NC (normalmente cerrado). Contactos normalmente cerrados se abren y normalmente abiertos se cierran al accionar el interruptor de láminas cuando aumenta el flujo. Para cambiar, afloje, pero no retire, los dos tornillos de la tapa superior. Deslice el conjunto del interruptor de láminas para exponer la acción del interruptor seleccionado. Apriete los tornillos cuando se haya completado el ajuste.

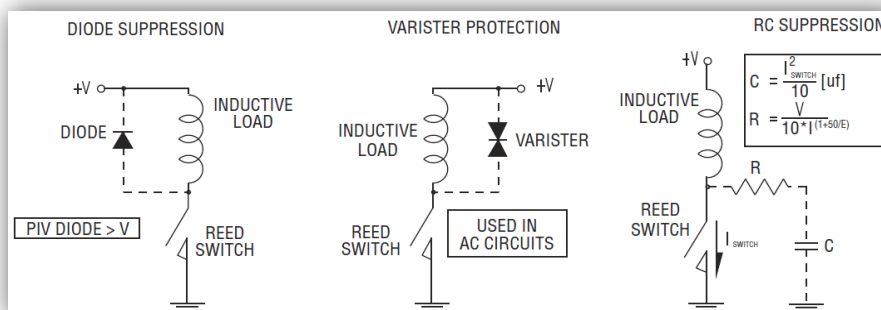
Posibles circuitos de soluciones indicadas por las líneas punteadas.

➤ Cargas Inductivas:

Causas.- Un relé electromagnético, solenoide electromagnético, contador electromagnético con componente inductiva como la carga del circuito.

Solución:

Figura 4.52
Circuito de solución a posibles problemas de cargas inductivas.



Fuente: http://www.dwyer-asia.com/catalogs/V10&V11_cat.pdf.

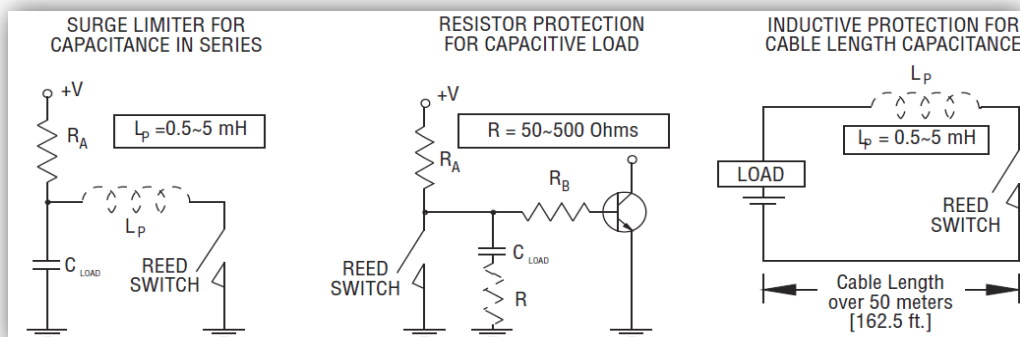
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Cargas Capacitivas:**

Causas.- puede ser causada por condensadores conectados en serie o en paralelo con el interruptor de lámina. En un circuito cerrado la longitud del cable (150 pies o más) para el interruptor se puede introducir una capacitancia.

Solución:

Figura 4.53
Circuito de solución a posibles problemas de cargas capacitivas.



Fuente: http://www.dwyer-asia.com/catalogs/V10&V11_cat.pdf.

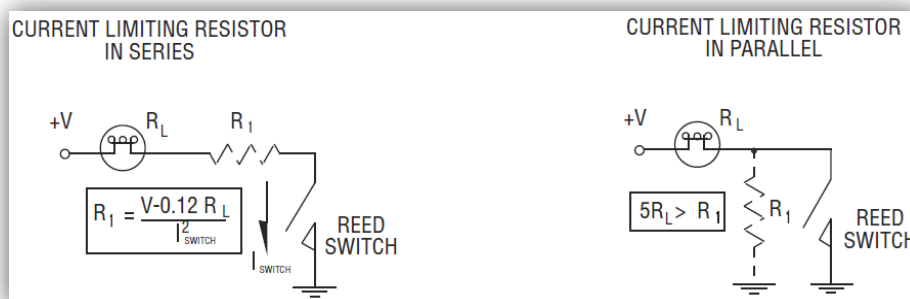
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Cargas de Lámpara:**

Causas.- puede ser causada por conmutación de filamentos de las lámparas que tienen resistencia al frío baja.

Solución:

Figura 4.54
Circuito de solución a posibles problemas de cargas con lámparas.

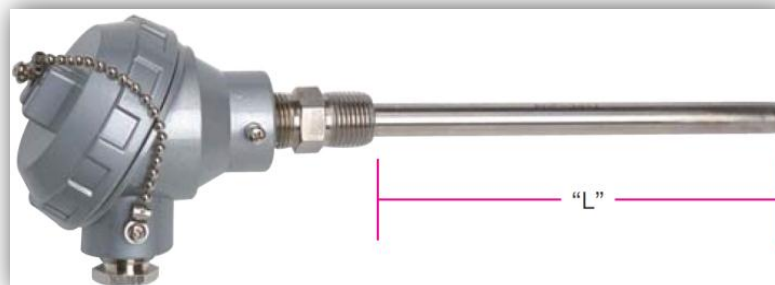


Fuente: http://www.dwyer-asia.com/catalogs/V10&V11_cat.pdf.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.3.6 Rtd – conexión de cabezal con 1/2” npt roscada hexagonal

Figura 4.55
RTD Pt100 con cabezal de conexión para 1/2” NPT roscada hexagonal



Fuente: Catalogo del instrumento, RTD Pt 100.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Características de Diseño**

- Elemento de resistencia de Platino.
- La conexión de las cabezas tempco tiene juntas para sellar contra la humedad, el polvo y ambientes corrosivos u hostiles.
- Cubre tornillos están unidos al cuerpo con una cadena de chapado.
- Las cubiertas tienen tacos para apretar o aflojar con un destornillador o una llave.
- La conexión de las cabezas tempco está en aluminio fundido a presión.

➤ **Especificaciones**

- **Largo del Bulbo “L”= 2in.**
- **Resistencia 100Ω a 0°C.**
- **Tipo de sensor Resistencia de Platino 100Ω a 0°C.**
- **Rango de T° Operativo 0-400°C.**
- **Exactitud 0.5°C.**
- **Conexión 3 cables (RTD, RTD, compensación).**
- **Aplicación** en procesos de producción de alimentos, medición ambiental e industrial.

El elemento consiste en un arrollamiento muy fino de Platino bobinado entre capas de material aislante y protegido por un revestimiento cerámico.

El material que forma el conductor (platino), posee un coeficiente de temperatura de resistencia α , el cual determina la variación de la resistencia del conductor por cada grado que cambia su temperatura según la siguiente ecuación:

Formula 4:
$$R_t = R_o(1 + \alpha t)$$

α = coeficiente de temperatura de la resistencia cuyo valor entre 0°C y 100°C es de 0.003850 $\Omega \times (1/\Omega) \times (1/^\circ\text{C})$ en la escala Práctica de Temperaturas Internacionales (IPTS- 68).

Tabla 4.22 Características el Platino comparadas con otros materiales

Metal	Resistividad $\mu\Omega/\text{cm}$	Coefficiente de t° $\Omega/\Omega, ^\circ\text{C}$	Intervalo útil de temp $^\circ\text{C}$	Resist a 0°C Ω	Precisión $^\circ\text{C}$
Platino	9.83	0.003850	-200 a 950	25, 100, 130	0.01
Niquel	6.38	0.0063 a 0.0066	-15 a 300	100	0.50
Cobre	1.56	0.00425	-200 a 120	10	0.10

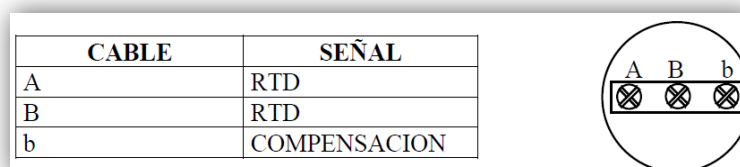
Fuente: Catalogo del instrumento, RTD Pt 100.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

El platino es el elemento más indicado para la fabricación de sensores de temperatura ya que posee:

1. Alto coeficiente de temperatura.
2. Alta resistividad, lo que permite una mayor variación de resistencia por $^\circ\text{C}$.
3. Relación lineal resistencia-temperatura.
4. Rigidez y ductilidad lo que facilita el proceso de fabricación de la sonda de resistencia.
5. Estabilidad de sus características durante su vida útil.

**Figura 4.56
Conexión de la RTD.**



Fuente: Catalogo del instrumento, RTD Pt 100.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.3.7 Sensor fotoeléctrico reflex

Figura 4.57
Sensor fotoeléctrico reflex

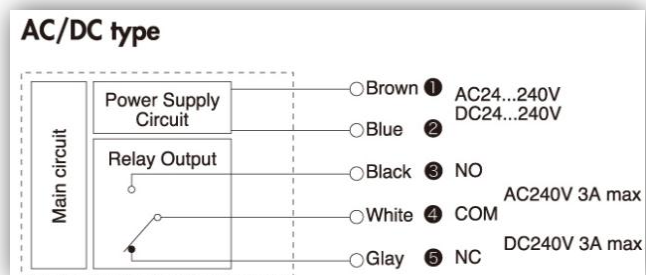


Fuente: Catalogo optex del instrumento, sensor fotoeléctrico.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Detalles

- Sensor fotoeléctrico tipo de colección – Desarrollo Individual.
- Rango de detección: 0,1 a 10 m.
- Fuente de alimentación: AC / DC 24 – 240V (+ / - 10% de fluctuación).
- Salida: relé NO / NC 240 VCA / 30 VCC, 3^a.
- Sensibilidad ajustable: Regresa la solicitud.
- Tiempo de respuesta: 20 ms.
- Latencia: Ninguno.
- Fuente de luz: La luz roja.
- Temperatura de funcionamiento: -25 a 55 grados C.
- Normas de protección: IEC 144, IP66.
- Tipo de conexión: 2 m cable de conexión está disponible.
- Tamaño: 63 x 74 x 24 mm.

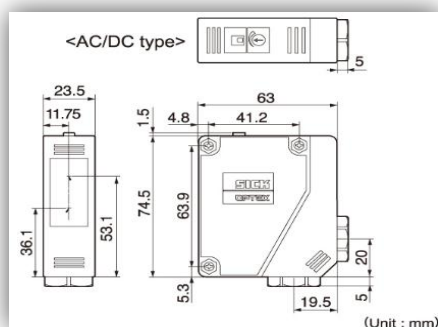
Figura 4.58
Circuito del sensor fotoeléctrico



Fuente: Catalogo optex del instrumento, sensor fotoeléctrico.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

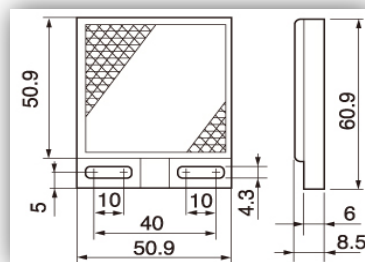
➤ **Dimensiones**

Figura 4.59
Terminal de Cámara



Fuente: Catalogo optex del instrumento, sensor fotoeléctrico.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.60
Reflector Estándar



Fuente: Catalogo optex del instrumento, sensor fotoeléctrico.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Especificaciones**

Tabla 4.23 Especificaciones del sensor fotoeléctrico réflex

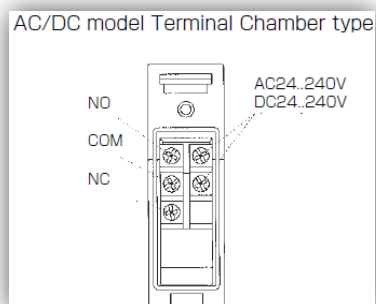
Modelo	Tipo de Salida de Relé			Tipo de salida Transistor		
	Thru-beam	Retro-reflectivo	Diffuse reflective	Thru-beam	Retro-reflectivo	Diffuse reflective
V4 series (tipo de terminal)	V4T-4000	V4R-1000	V4D-130	V4T-4000N, P, CN, CP	V4R-1000N, P, CN, CP	V4D-130N, P, CN, CP
Unidad de mantenimiento (común para V3/V4)	US-34 (emisor) UE-34 (receiver)	UR-34	UD-34	US-34D (emisor) UE-34N o 34P (receiver)	UR-34N o 34P	UD-34N o 34P
Distancia de sensado	40m	0.01 – 10m	1.3m	40m	0.01 – 10m	1.3m
Tiempo de respuesta	20msec			0.5 mSec		
Modo de operación	Luz encendida			Light ON / Dark ON switchover		
Histéresis	NIL		20% Max	NIL		20% Max
Fuente de luz	Red					
Indicador	Solo led (Orange) como indicador de salida			Solo led (Orange) como indicador de salida		
Control output	Relay NO/NC 240V AC / 30 VDC, 3ª			NPN or PNP		
Fuente de voltaje	AC/DC 24-240V, +/- 10% ripple			10 – 30V DC including +/- 10% ripple		
confort	JIS/C4525, CE, UL					
Consumo de energía	9.5VA	5VA		40Ma without load		
Conexión : V4 series	Terminal chamber, applicable cable $\phi 6$ to $\phi 10$			Terminal chamber, applicable cable $\phi 6$ to $\phi 10$		
Temperatura de operación	-25 to 55 Oc					
Humedad de operación	35 to 85 % RH					
Temperatura de almacenamiento.	-40 to 70 C / 35 – 95% RH					
Ajuste de sensibilidad.	Single turn pot.					
Categoría de protección.	IEC 144, IP66					
Resistencia a los choques.	50G , XYZ 3-ways					
Materiales.	Fibra de vidrio reforzada ABS (Case), PMMA (Lens)					

Fuente: Catalogo optex del instrumento, sensor fotoeléctrico.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Nota: Los gráficos de ganancia y ángulo de detección se encuentran en Anexos.

Figura 4.61
Conexión posterior del sensor fotoeléctrico réflex



Fuente: Catalogo optex del instrumento, sensor fotoeléctrico.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

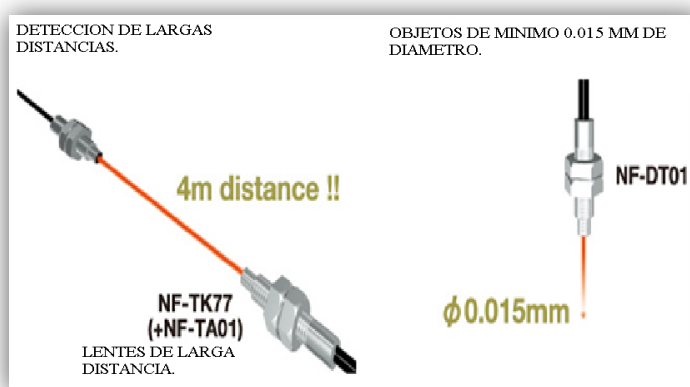
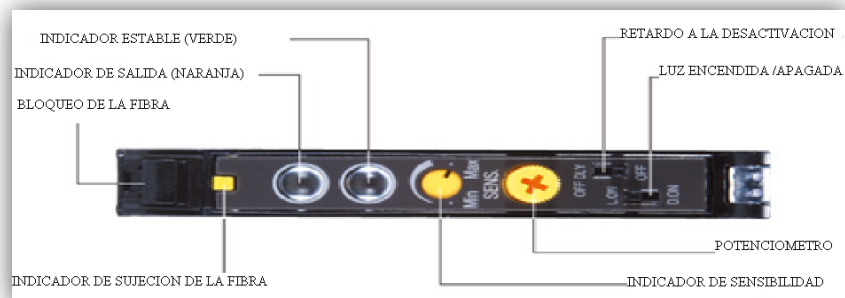
4.3.8 Sensor de fibra óptica serie brf-p stand-alone cable type brf-n / brf-p

Figura 4.62
Sensor de fibra óptica



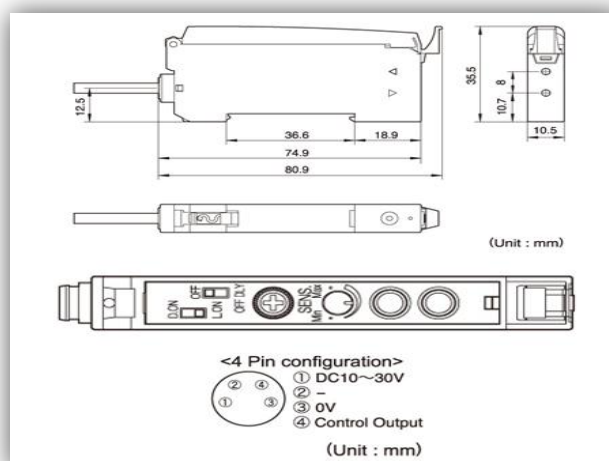
Fuente: Catalogo optex del instrumento, sensor de fibra óptica.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.63
Partes y Características del sensor de fibra óptica



Fuente: Catalogo optex del instrumento, sensor de fibra óptica.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.64
Dimensiones y conexión del sensor de fibra óptica



Fuente: Catalogo optex del instrumento, sensor de fibra óptica.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Tabla 4.24 Especificaciones del sensor de fibra óptica

Modelo		Estándar	Alta velocidad	Marca
Autónomo.	Tipo de cable	BRF-N / P	BRF-HN / HP	BGF-N / P
	Tipo: M8 QD	BRF-CN / P	BRF-CHN / CHP	BGF-CN / P
Distancia de sensado (*1)	90% 250mmx200mm fibra difusaDK-06	150mm	50mm	40mm
Tiempo de respuesta		250 ms	50 μ sec	250 ms
Control de la salida		NPN or PNP Open Collector 00Ma/DC30V max. 1.8V/100Ma max.		
Fuente de luz		Luz roja		
LED Indicador	Salida estable	verde		
	salida	naranja		
Potenciómetro		10 turn		
Modo de operación.		Seleccionable, encendido o apagado		
Temporizador		Off Delay 40msec fijo.		
Fuente de voltaje		DC10 ~ 30V Inc. 10% onda.		
Consumo de energía		25Ma/30V (30Ma/30V)		
Luz ambiente.	Luz solar	10,000 Ix min.		
	Foco incandescente.	3,000 Ix min.		
Temperatura de operación		-25 ~ +55°C		
Humedad de operación		35 ~ 85°C		
Almacenamiento de temperatura / humedad		-40 ~ +70°C/35 ~ 95%		
resistencia de aislamiento		Min. 20M Ω /DC500V		
Conformidad	Prueba EMC	Regulación CE		
	Prueba fallida (laboratorio de ensayo)	Nivel 3		
Variaciones de temperatura		\pm 5% máx.		
Relación de compensación LED		-10% máx./1000h		
Resistencia a la vibración	IEC68	10 ~ 55Hz, 1.5mm 500m/s ²		
Resistencia a choque	IEC68			
Categoría de protección	Autónomo.	IP66		
	Interconexión.	IP50		
Tiempo de calentamiento		100ms máx.		
Protección del circuito		Sobre corriente (output), inversión de polaridad, corto circuito.		
Material	Housing	PBT G10		
	Cover	PC		
Regulación	UL	Reconocimiento Cru.		
	CE	CE		

Fuente: Catálogo optex del instrumento, sensor fotoeléctrico.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ Advertencias

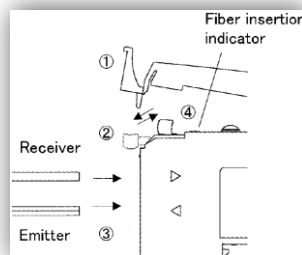
El uso en los siguientes entornos debe causar daños:

- Lugar con mucho polvo y vapor.
- Medio ambiente con gases corrosivos.
- Agua y medio ambiente con dispersión de aceite.
- Choque intenso y movimiento.
- En el caso del regulador de conmutación, masa (FG) debe estar conectado a tierra.
- Período de calentamiento (aprox. 100 ms) debe estar asegurado.
- Deben evitar el cableado en paralelo con el cable de alta tensión y / o línea de alta tensión. Nunca instale en el mismo conducto.

➤ Configuración de la unidad amplificador

- Instalar la unidad de fibra
 1. Abrir la tapa de protección.
 2. Empuje el seguro hacia abajo (desbloqueo).
 3. Totalmente empujar la fibra en la unidad.
 4. Levante el seguro para detenerse por completo (bloqueo).

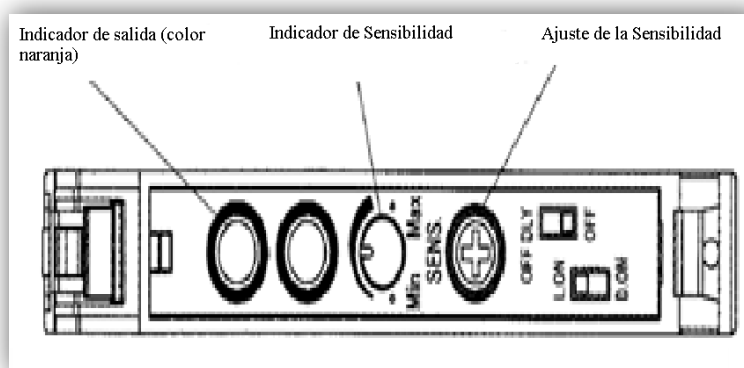
Figura 4.65
Instalación de la fibra al sensor



Fuente: Catálogo optex del instrumento, sensor de fibra óptica.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

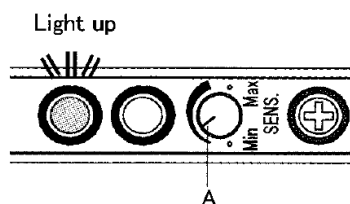
Para la retirada de la fibra, empuje hacia abajo (seguro de desbloqueo) y extraiga la fibra.

Figura 4.66
Ajuste del Potenciómetro del sensor de fibra óptica

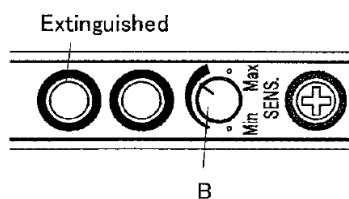


Fuente: Catálogo optex del instrumento, sensor de fibra óptica.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

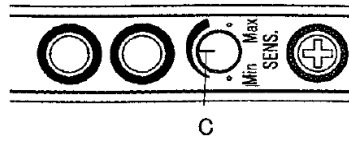
1. Establecer el objeto detectable en la posición de detección y girar el potenciómetro hacia la posición MAX o MIN hasta que la salida del indicador (naranja) se encienda. Llamamos a esta posición A.



2. Retire el objeto detectable y girar el potenciómetro de MAX a MIN hacia la posición en que se extingue el indicador de salida (naranja). Llamamos a esta posición B.



3. El punto C a mitad de camino entre A y B es la posición óptima sensibilidad.



Las posiciones A y B se pueden invertir por los tipos y situaciones de detección.

4.3.9 Termocupla tipo J

Figura 4.67
Termocupla tipo J



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Especificaciones

L= 10 cm

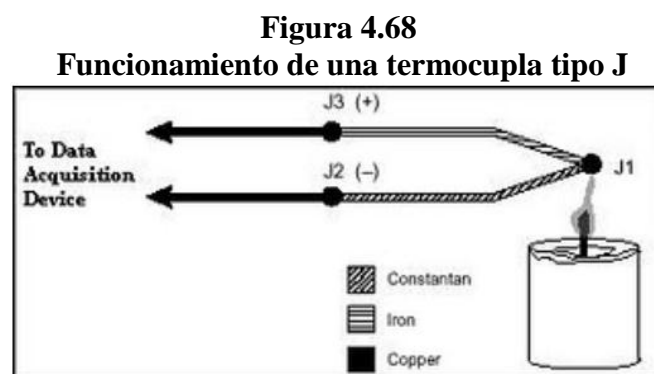
Diámetro= 3/16"

Esta termocupla está formada de uno de sus alambres por Hierro y el otro por una aleación de Cobre y Níquel. Esta termocupla Tipo J es conocida como termocupla hierro constantán.

El hierro es el conductor positivo, mientras que para el conductor negativo se recurre a una aleación de Cobre al 55 % y de Níquel en un 45%, la aleación de Cu-Ni es la denominada constantán. La termocupla Tipo J resulta satisfactoria para el uso continuo en atmósferas oxidantes, reductoras e inertes y en vacío hasta los 760 °C, por encima de los 540 °C, el alambre de hierro se oxida rápidamente, requiriéndose entonces alambres de mayor diámetro para extender su vida útil de servicio. La ventaja fundamental de este tipo de termocupla es su bajo costo.

En cambio tiene como desventaja el no poder ser utilizada para mediciones en atmósferas sulfurosas por encima de los 540 °C, a causa de su oxidación y fragilidad no se recomienda para mediciones de temperaturas por debajo de los 0 °C. No deben ser sometidas a ciclos de medición por encima de los 760 °C, aún durante cortos periodos de tiempo, si en algún momento posterior llegaran a ser necesitadas para realizar mediciones exactas por debajo de esa temperatura.

Las termocuplas tipo J se usan principalmente en la industria del plástico, goma y fundición de metales a bajas temperaturas, en temperaturas no mayores a los 800 °C.



Fuente: Instrumentación Industrial, 8va edición, Alfonso Creus.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

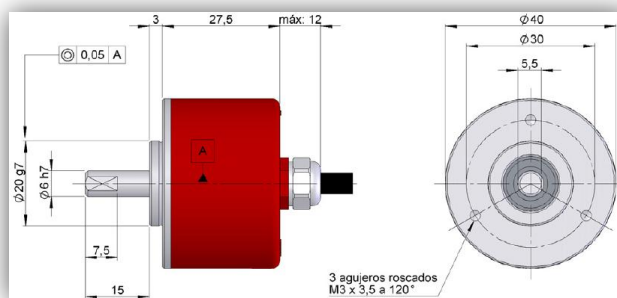
4.3.10 Encoder incremental hohner serie 21 push-pull

➤ **Especificaciones:**

- Diámetro exterior 40 mm.
- Eje de 6 mm.
- Protección IP41 según DIN 40050.

➤ **Dimensionamiento:**

Figura 4.69
Dimensiones del encoder hohner serie 21 push-pull



Fuente: Figuras 3D, Encoder de Autocad 2010.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Características Mecánicas:**

Tabla 4.25 Características mecánicas del encoder hohner.

Cuerpo	Aluminio
Eje	Acero Inoxidable
Rodamientos	De bolas
Vía de los rodamientos	1x1010 rev.
Nº máx. rev. Permisible mecánicamente	5000 rpm
Protección contra polvo y salpicaduras según DIN 40050	IP41
Momento de inercia del rotor	10 gcm ²
Par de arranque a 20°C (68°F)	Máx. 0,4 Ncm
Carga máx. admisible sobre eje axial	5N
Carga máxima admisible sobre eje radical	5N
Peso aprox.	0,2 Kg

Gama de temperatura en funcionamiento	-20°C a + 60°C
Vibración	100 m/s ² (10Hz...2000Hz)
Impacto	1000 m/s ² (6ms)
N° máximos de impulsos por vuelta	500
Conexión axial	Cable 1 metro

Fuente: Catalogo optex del instrumento, sensor de fibra óptica.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Conexionado:**

Cable 5*0.14	
GND	Amarillo
Vcc	Blanco
A	Café
B	Verde
B	Gris

➤ **Referencia:**

Señal de salida: A+B

➤ **Accesorios:**

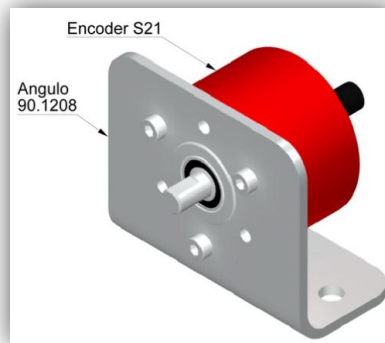
Figura 4.70
Acoplamiento del Encoder



Fuente: Figuras 3D, Encoder de Autocad 2010.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.71
Ángulo de soporte del Encoder



Fuente: Figuras 3D, Encoder de Autocad 2010.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.3.11 Transmisor de peso para celda de carga

Figura 4.72
Transmisor de peso para celdas de carga.



Fuente: Foto del equipo abierto, UTE Santo Domingo.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Especificaciones:**

- Tipo de Salida: 0-10V / 4-20mA.

➤ **Características:**

- Dimensiones: 180 × 120 × 45 (mm)
- Los indicadores técnicos:
- Fuente de alimentación: DC 15-24V
- Energía de excitación del sensor: 12V
- Aumento: aproximadamente 95-950
- Precisión: 1%.

➤ **Conexión:**

Figura 4.73
Esquema de conexión de la celda de carga al transmisor de peso.



Fuente: Diseño de diagramas, Autocad 2010.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.3.12 Indicador de flujo con mirilla midwest serie sfi-800 para aire y agua

Figura 4.74
Indicador de flujo tipo turbina



Fuente: <http://www.dwyer-inst.com>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

El indicador de flujo con mirilla serie SFI-800 es un duradero y económico indicador de flujo de estilo rotor con paquetes opciones de salida magnética de efecto Hall para monitoreo de flujo remoto. El modelo SFI-800 está hecho de plástico transparente, que permite una visualización de 360° del rotor para una sencilla indicación del flujo.

Está hecho de polisulfona, con excelente compatibilidad química, tienen altas clasificaciones de presión y temperatura, y todos los materiales mojados tienen clasificación FDA/NSF para aplicaciones con agua potable.

➤ **Paquete de salida modelo A-711**

Es un sensor exclusivo, que produce dos señales de voltaje pulsado proporcionales al caudal. Las salidas pulsadas con un pulso de 5 VCC y un pulso del voltaje de entrada utilizado, que puede ser de 8 a 18 VCC. Este sensor es perfecto para el monitoreo remoto de caudales y para totalización de flujo.

Figura 4.75
Paquete de salida modelo A-711



Fuente: <http://www.dwyer-inst.com>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Especificaciones Eléctricas para A-711**

- **Límite de temperatura:** SFI-800: -20 a 212 °F (-29 a 100 °C).
- **Requerimientos de potencia:** 8 a 28 VDC.
- **Salida de señal:** Conductor blanco: 5VDC. Conductor verde: 8 a 28 VDC igual que la tensión de alimentación. Salida en impulsos con índice de frecuencia proporcional a la velocidad de flujo.
- **Precisión:** $\pm 5\%$ de F.S.
- **Rango de frecuencia de salida:** 0 a 100Hz.
- **Conexiones eléctricas:** Conductor negro: Tierra; conductor blanco: pulso de salida 5 VDC; conductor verde: salida de pulso 8 a 28 VDC; conductor rojo: alimentación 8 a 28 VDC.

➤ **Especificaciones del Indicador SFI-800:**

Orientación de montaje

- **Peso: Cuerpo:** SFI-800: 3,35 oz (95 g);
- **Aprobaciones de agencias:**
- **Servicio:** Fluidos compatibles.

- **Materiales mojados:** SFI-800: polisulfona; ventana: SFI-800: polisulfona; rotor: SFI-800: polisulfona blanca; pasador de rotor: acero inoxidable 316; arandelas de empuje: acero inoxidable serie 300; junta teórica: SFI-800: fluoroelastómero (grado NSF).
- **Límites de temperatura:** SFI-800: -20 a 212 °F (-29 a 100 °C).
- **Límite de presión:** SFI-800: 150 psi (10,34 bar).
- **Clasificación de gabinete:** -20 a 212 °F (-28 a 100 °C).
- **Tipo de interruptor:** 8 a 28 VCC.
- **Clasificación eléctrica:** Conductor blanco: 5 VCC. Conductor verde: 8 a 28 VCC igual al voltaje de suministro. Salida pulsada con frecuencia proporcional al caudal.
- **Conexión eléctrica:** Conductor negro: tierra; conductor blanco: 5 VCC pulso de salida; conductor verde: 8 a 28 VCC pulso de salida; conductor rojo: 8 a 28 VCC suministro.
- **Conexión de proceso:** 0 a 100 Hz.
- **Precisión:** ±5% de la escala completa.
- **Peso:** SFI-800-A-711: 5,0 oz (142 g).
- **Materiales mojados:** Conductor negro: tierra; conductor rojo: 15 a 28 VCC entrada; conductor blanco: 1 a 10 VCC salida.
- **Límites de temperatura:** -20 a 212 °F (-29 a 100 °C).
- **Clasificación de gabinete:** 8 a 28 VCC.
- **Conexiones eléctricas:** Conductor blanco: interruptor normalmente abierto; conductor verde: interruptor normalmente cerrado. Ambos de colector abierto, 100 mA máximo, 28 VCC máximo.
- **Cuerpo superior:** Conductor negro: tierra; conductor blanco: normalmente abierto; conductor verde: normalmente cerrado; conductor rojo: 8 a 28 VCC.
- **Viscosidad Máxima:** 200 SSU.

➤ **Características:**

- Fácil visualización del indicador de flujo, gracias al gabinete de plástico transparente.
- Los sensores de salida pueden añadirse y reemplazarse en el campo, sin tener que retirar el cuerpo de la línea de proceso.
- No hay imanes en el rotor que puedan atraer materiales ferrosos.
- Materiales que pueden ser aprobados por la FDA o sometidos a estabilización ultravioleta.

➤ **Aplicaciones:**

- Monitoree el flujo de agua enfriada o caliente.
- Ideal para monitorear el flujo de agua en enfriadores.

➤ **Instalación:**

1. Seleccione una ubicación interior (SFI-800) de que esté libre de excesos de vibración, dentro de los límites de temperatura especificados, y lejos de la luz solar directa. (SFI-800 se ve afectada por la luz ultravioleta.)
2. Cuando se monta en posición horizontal, asegúrese de que la "barriga" del indicador se encuentra en la parte inferior. Esto evitará que las burbujas queden atrapadas en la recolección y degraden el rendimiento.
3. La series 800 puede ser montada en panel usando los cuatro (4) orificios integrados en el cuerpo.

4. Utilice cinta de plomeros sellador de roscas. No use compuestos para tuberías, los cuales pueden y romper la caja de polisulfona. Apriete apropiadamente a mano el sistema de tuberías. Si el torque adicional es necesario para sellar juntas de tuberías, utilice una llave inglesa en el accesorio.
5. Si se utiliza solvente pegamentos a base de cemento como el PVC, en el sistema de tuberías, lo hacen con el cuerpo del medidor retirado hasta que el pegamento haya curado, a continuación, purgar el sistema antes de reinstalar. No soldar accesorios de latón con el cuerpo instalado, ya que el calor generado para soldar los casquillos de bronce puede dañar el medidor de caudal.
6. La entrada de flujo se puede conectar a cualquiera de los puertos. Sin embargo, para el mejor funcionamiento de una sección recta de tubería con un mínimo de 10 veces el diámetro del tubo debe ser utilizado en el lado de entrada.

➤ **Mantenimiento:**

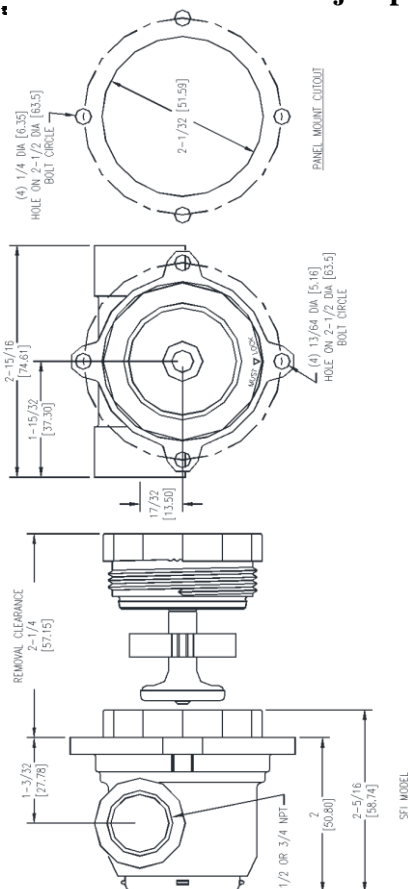
Con todas las unidades de detección de tipo mecánico, una cantidad mínima de limpieza es necesaria. Sin embargo, si un filtro 150-micras se utiliza, se puede esperar una limpieza reducida.

La serie SFI-800 Dwyer ® Indicador de vista de flujo utiliza un diseño de patente pendiente de detección, no tiene imanes que estén moldeados en el interior del rotor, para atraer material ferroso. Esto reduce en gran medida el mantenimiento necesario cuando se utiliza en los sistemas mecánicos con residuos ferrosos. Si los residuos se encuentran dentro de la unidad, limpiar con un detergente suave. Inspeccione si hay desgaste en el impulsor. Si la vibración es notable en el impulsor, o si la unidad produce una oscilación (zumbido o zumbido) de sonido, cambiar el rodete.

La serie SFI-800 indicadores visuales de caudal no son de campo útil y debe ser devuelto si la reparación es necesaria (la reparación del campo no debe ser intentada y puede anular la garantía). Asegúrese de incluir una breve descripción del problema, además de las notas de aplicación pertinentes. Póngase en contacto con servicio al cliente para recibir un número de autorización de devolución de mercancías antes de su envío.

Precaución: Asegurarse de que la ventana del mecanismo de bloqueo está en la posición bloqueada. Esto sería en la posición de las 6 en punto, cuando se monta en el plano horizontal con el vientre hacia abajo.

Figura 4.76
Dimensiones del indicador de flujo tipo turbina



Fuente: <http://www.dwyer-inst.com>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.3.13 Transductor de presión 0-200 psi jumo 401001.4

Figura 4.77
Transductor de presión 0 a 200Psi



Fuente: Imágenes de google.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

El presente convertidor de medida de presión puede aplicarse para la captura de la presión relativa en medios líquidos y gaseosos. El convertidor de medida de presión funciona según el principio de medición de espesor de densidad DMS. El material base empleado en el sensor de presión es óxido de aluminio - cerámica (Al_2O_3). La presión es convertida en una señal eléctrica.

➤ **Características:**

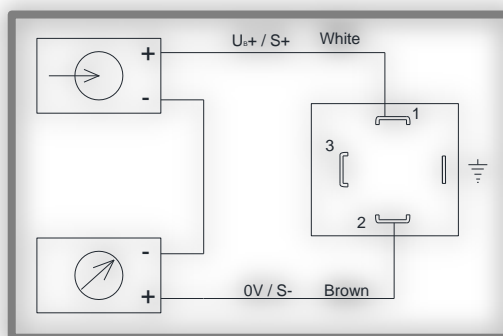
- Elastomer-sealed
- Diseño compacto: longitud 58 mm y una alta resistencia química.
- Membrana resistente a alta carga mecánica.

➤ **Aplicaciones:**

- Compresores.
- Maquinaria e instalaciones de ingeniería.

- Industrial neumático utiliza.
 - Los vehículos comerciales.
 - Servicios de construcción.
- Rango de medición: (0 a 200 PSI).
 - Temperatura permisible: -20 a +100°C.
 - Entrada de alimentación: 10 – 30V DC.
 - Salida: 4-20mA.

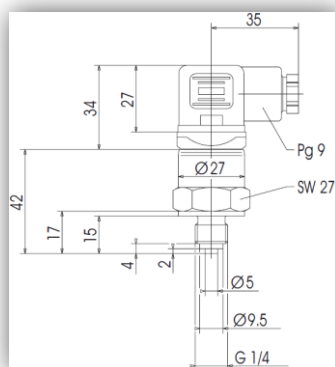
Figura 4.78
Conexión Eléctrica de un Transdutor 3 hilos



Fuente: Diagrama en Autocad 2010 para el módulo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.79
Dimensiones del transductor



Fuente: <http://www.dwyer-inst.com>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.3.14 Sensor de nivel ultrasónico con salida 4-20mA

Figura 4.80
Sensor ultrasonico UM30 – 213113



Fuente: <https://mysick.com/saqqara/im0032205.pdf>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

➤ **Rango de detección**

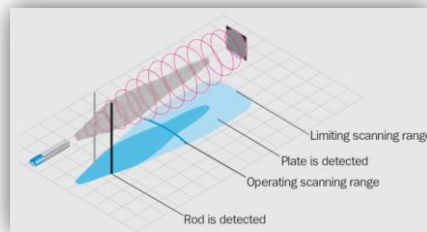
Para determinar el área de la detección de los sensores, una serie de mediciones se llevan a cabo con dos objetos estandarizados, una varilla redonda de espesor y una placa. El área tridimensional dentro de la cual el sensor responde a la barra tiene la forma de un club delgado.

Se marca el rango de operación de exploración típica del sensor, el sensor responde a la placa dentro de la zona de una viga más grande, esta área define el rango de detección máximo o límite del sensor.

Cuando se proyecta sobre una rejilla de dos dimensiones, perfiles típicos son creados. Estos son los diagramas de funcionamiento de los sensores ultrasónicos, de la cual la operación de barrido de rango, el rango de exploración limitante, la forma específica y la zona ciega del rango de detección se puede leer.

Los objetos que son más pequeñas que la varilla redonda sólo pueden ser detectados dentro de un área menor que el intervalo de exploración de funcionamiento.

Figura 4.81
Rango de detección de objetos



Fuente: <https://mysick.com/saqqara/im0032205.pdf>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Cada sensor de ultrasonido tiene su característico rango de detección con forma de bastón. Es estrecho para objetos más pequeños y anchos para los más grandes. Las áreas de detección típicas son representados por los diagramas de flujo de sonido.

➤ **Instalación:**

Los sensores ultrasónicos instalados juntos o uno frente al otro pueden afectarse mutuamente. Por esta razón, diferentes distancias axiales y laterales tienen que ser mantenidos en función de la distancia de detección. El sensor con la gama más grande de detección determina la distancia mínima.

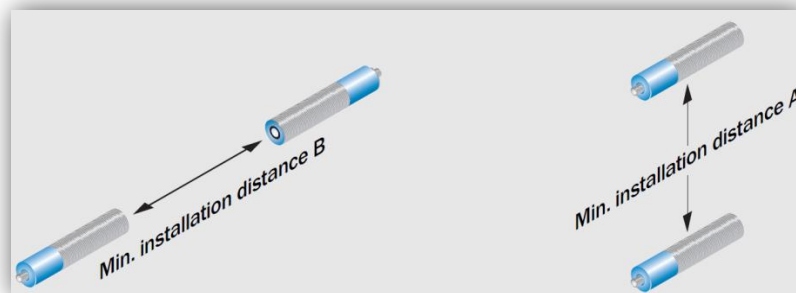
Tabla 4.26 Distancias mínimas de instalación de sensores ultrasónicos

Rango de escaneo	Instalación mínima de la distancia A	Instalación mínima de la distancia B
	10 cm	> 100 cm
0.35 m	> 30 cm	> 170 cm
1.3 m	> 60 cm	> 540 cm
3.4 m	> 160 cm	> 1600 cm
6 m	> 260 cm	> 3000 cm

Fuente: <https://mysick.com/saqqara/im0032205.pdf>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

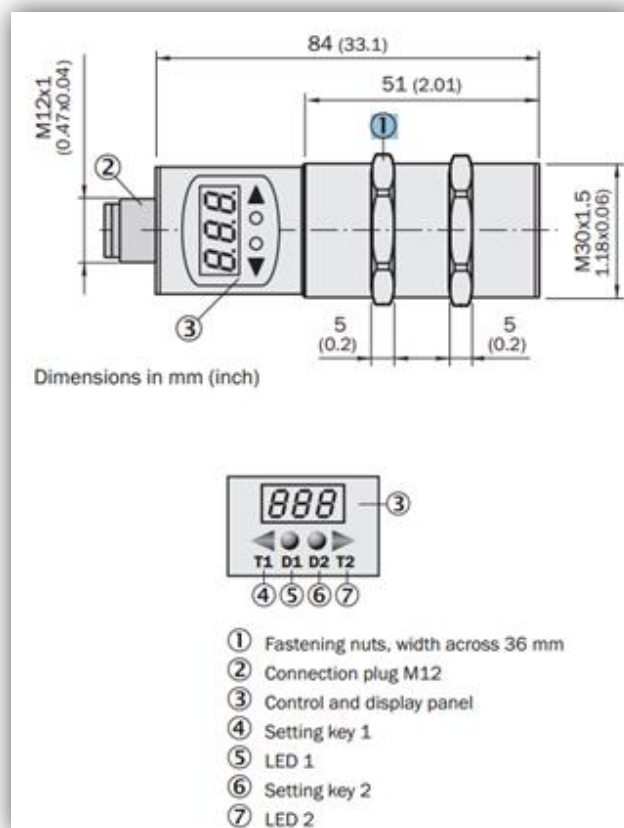
Figura 4.82
Distancias de separación entre sensores ultrasónicos.



Fuente: <https://mysick.com/saqqara/im0032205.pdf>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

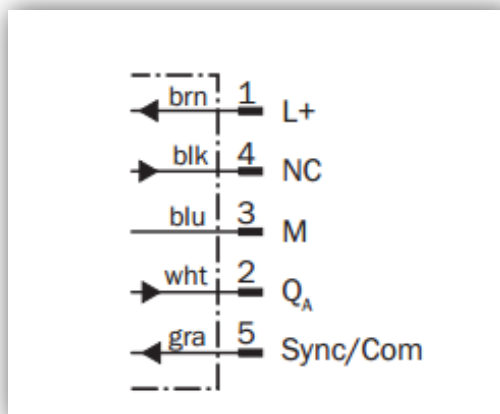
Figura 4.83
Dimensiones del sensor ultrasónico UM30-213113.



Fuente: <https://mysick.com/saqqara/im0032205.pdf>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.84
Conexión del sensor ultrasónico



Fuente: <https://mysick.com/saqqara/im0032205.pdf>

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

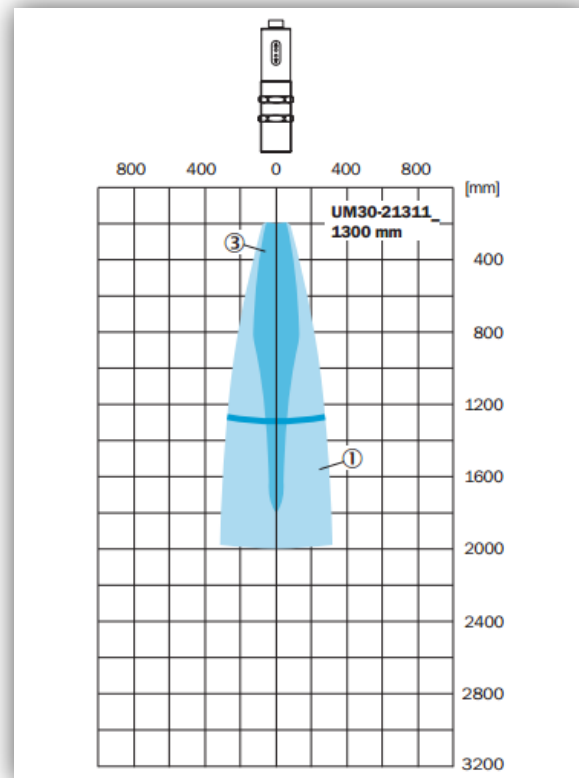
Tabla 4.27 Datos técnicos de los sensores ultrasónicos de la serie UM30

Datos técnicos Generales	
Resolución	0.18 mm
Reproductibilidad	± 0.15 %
Presición	<= 2 %
Fuente de voltaje	9.....30V DC
Ondulacion residual	± 10 %
Consumo de corriente	<= 80mA
Disponibilidad de tiempo de retardo	< 300mSeg
Tipo de conexion	M12, 5 Pin
Clasificación de la caja	IP 67
Temperatura ambiente	Operación -25C....+70C Almacenamiento: -40C.....+ 85C
Material	Carcasa: Latón niquelado, PBT, TPU; Transductor ultrasónico: Espuma de poliuretano, resina epoxi de vidrio

Fuente: <https://mysick.com/saqqara/im0032205.pdf>

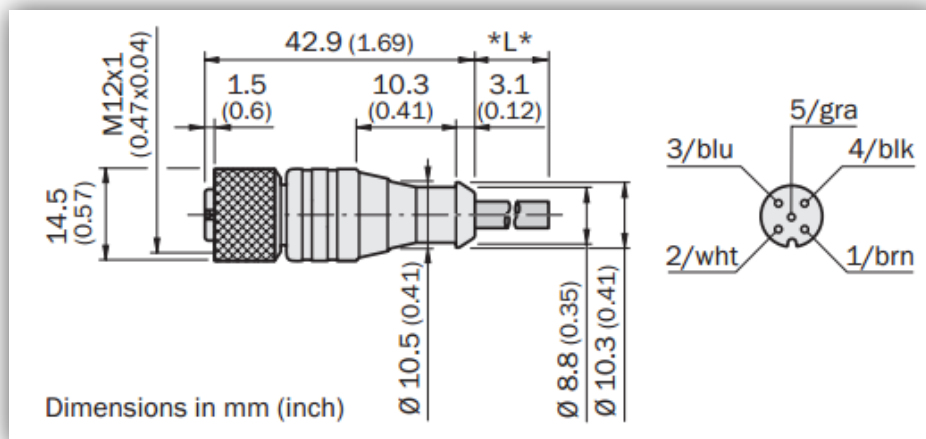
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.85
Rangos de detección del sensor ultrasónico



Fuente: <https://mysick.com/saqqara/im0032205.pdf>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Figura 4.86
Dimensiones y esquema de conexión del cable conector hembra del sensor ultrasónico



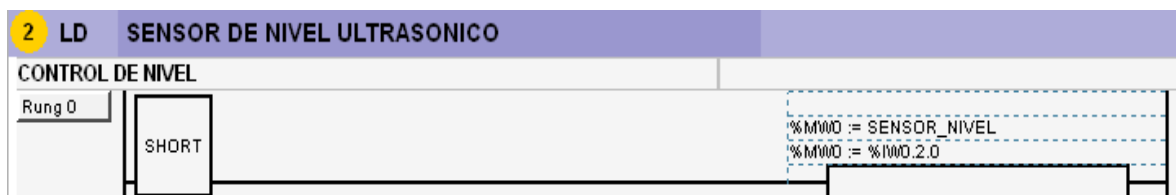
Fuente: <https://mysick.com/saqqara/im0032205.pdf>
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.4. Diseño del HMI para el módulo de instrumentación industrial

4.4.1. Circuitos de programación del PLC Twido

A continuación se detalla la programación en el PLC Twido para la comunicación de las variables de nivel, presión, temperatura, flujo, posición y peso desde el módulo hacia el Plc.

4.4.1.1 Programación de la variable de Nivel

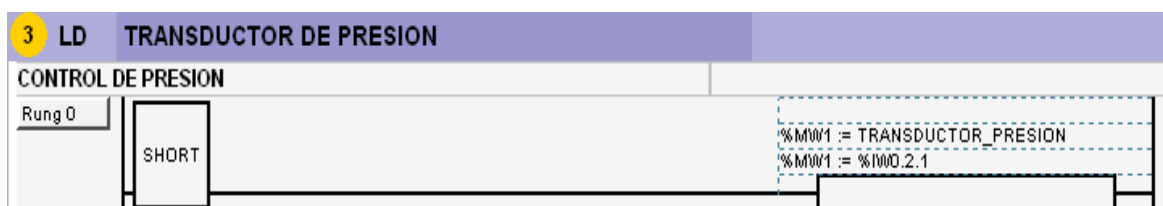


Fuente: PLC Twido, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Se registra el valor de la señal del sensor de nivel en la palabra de memoria %MWD cuya dirección en el HMI de Intouch es 40001.

4.4.1.2 Programación de la variable de Presión

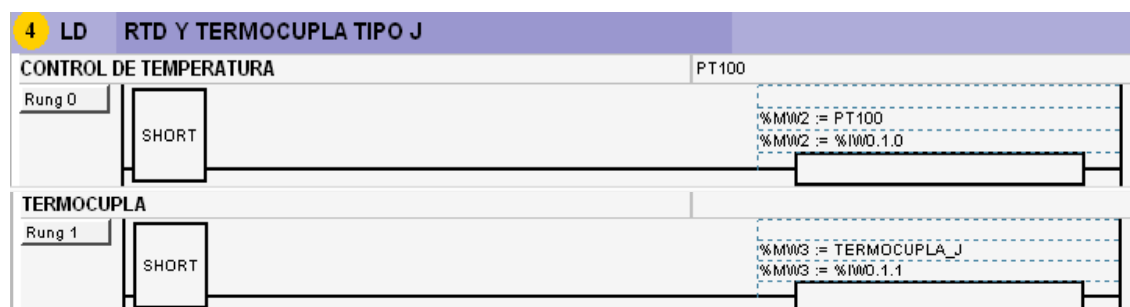


Fuente: PLC Twido, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Se registra el valor de la señal del transductor de presión en la palabra de memoria %MW1 cuya dirección en el HMI de Intouch es 40002.

4.4.1.3 Programación de la variable de Temperatura

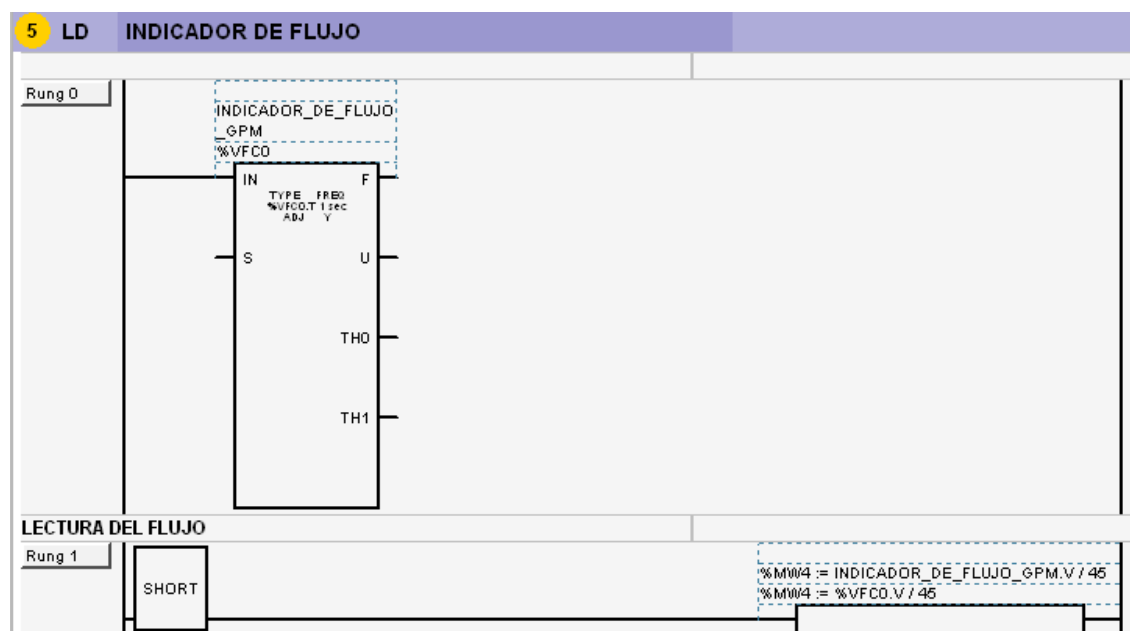


Fuente: PLC Twido, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Se registra el valor de la señal de la RTD y la Termocupla tipo J en las palabras de memoria %MW2 y %MW3 respectivamente y cuyas direcciones en el HMI de Intouch son 40003 y 40004.

4.4.1.4 Programación de la variable de Flujo

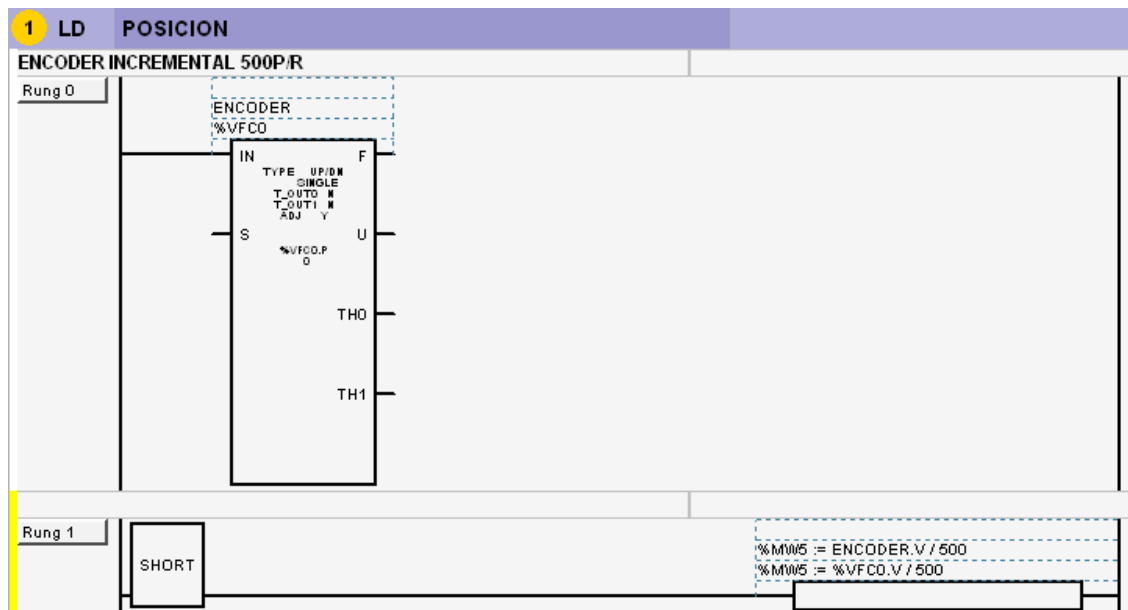


Fuente: PLC Twido, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Se registra el valor de la señal del FLujómetro en la palabra de memoria %MW4 cuya dirección en el HMI de Intouch es 40005.

4.4.1.5 Programación de la variable de Posición



Fuente: PLC Twido, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Se registra el valor de la señal de pulsos del Encoder en la palabra de memoria %MW5 cuya dirección en el HMI de Intouch es 40006. La señal del de pulsos se la divide para 500, y así obtener un valor entero por vuelta, ya que el Encoder utilizado es de 500 pulsos por revolución.

4.4.1.6 Programación de la variable de Peso



Fuente: PLC Twido, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

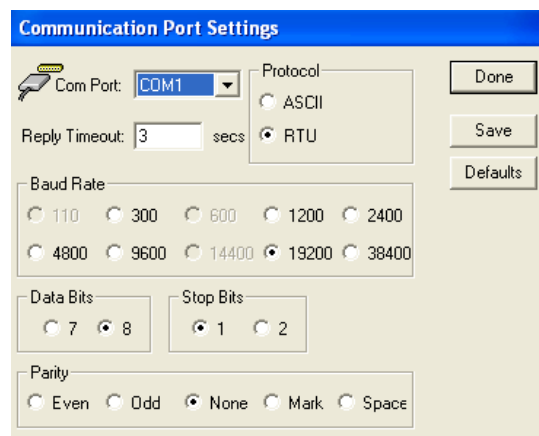
Se registra el valor de la señal enviada por el transmisor de peso en la palabra de memoria %MW6 cuya dirección en el HMI de Intouch es 40007.

4.4.2. Configuración del i/o server par la comunicación Modbus

A continuación se detalla los pasos para la configuración del I/O server, para la comunicación de las variables analógicas y de pulsos del Módulo hacia el HMI de Intouch.

4.4.2.1 Configuración del puerto COM del I/O Server Modicon MODBUS.

Figura 4.87
Ventana de configuracion del puerto Com



Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.4.2.2 Parámetros de comunicación.

Se establece los parámetros para la comunicación Modbus serial, tales como:

- Velocidad de transmisión: 19200.
- Bits de datos: 8.
- Bits de Parada: 1.
- Paridad: Ninguno.
- Configuración del Topic Definition.

- Dentro de la configuración del Topic Definition seleccionamos New, y llenamos los parámetros siguientes:
- Topic Name: JK
- Com Port: COM1, o el puerto a través del cual se va a realizar la comunicación.
- Los demás datos los dejamos por defecto, y seleccionamos OK.

Figura 4.88
Ventana de parámetros de comunicación.

Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.4.2.3 Topic definition

El Topic creado se verá como sigue:

Figura 4.89
Ventana de topic definition

Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

4.4.3. Configuración de las variables en el HMI INTOUCH.

Configuramos las variables para la comunicación dentro del diseño de las ventanas en el HMI de Intouch.

4.4.3.1 Variable Nivel.

Figura 4.90
Ventana para configurar la variable de nivel

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration:

- Navigation: Main (unselected), **Details** (selected), Alarms (unselected), Details & Alarms (unselected), Members (unselected).
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, <<, Select..., >>, Cancel, Close.
- Tagname: nivel
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Read only (unselected), **Read Write** (selected).
- Comment: (empty field)
- Log Data (checked), Log Events (unchecked), Retentive Value (unchecked), Retentive Parameters (unchecked).
- Initial Value: 4
- Min EU: 4
- Max EU: 20
- Deadband: 0
- Min Raw: 4
- Max Raw: 20
- Eng Units: (empty field)
- Log Deadband: 0
- Conversion: **Linear** (selected), Square Root (unselected).
- Access Name: JK
- Item: 40001
- Use Tagname as Item Name (unchecked).

Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Activamos el Log data para poder graficar los datos en una Curva Real e Histórica, este procedimiento es el mismo para las demás variables.
- Configuramos los rangos de los valores mínimos y máximos de la variable a sensor, este procedimiento es el mismo para las demás variables.
- Colocamos el Item correspondiente en este caso 40001, que leerá los datos guardados en la palabra de memoria %MW0.

4.4.3.2 Variable Presión

Figura 4.91
Ventana para configurar la variable de presión

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration for a pressure variable:

- Tab: Details
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, <<, Select..., >>, Cancel, Close
- Tagname: presion
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Read/Write: Read Write (selected)
- Comment: (empty)
- Log Data: checked
- Log Events: unchecked
- Retentive Value: unchecked
- Retentive Parameters: unchecked
- Initial Value: 4
- Min EU: 4
- Max EU: 20
- Deadband: 0
- Min Raw: 4
- Max Raw: 20
- Eng Units: (empty)
- Log Deadband: 0
- Conversion: Linear (selected)
- Square Root: unselected
- Access Name: JK
- Item: 40002
- Use Tagname as Item Name: unchecked

Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Colocamos el Item correspondiente en este caso 40002, que leerá los datos guardados en la palabra de memoria %MW1.

4.4.3.3 Variable Temperatura

Figura 4.92
Ventana para configurar la variable de temperatura (RTD)

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration for a temperature variable (RTD):

- Tab: Details
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, <<, Select..., >>, Cancel, Close
- Tagname: temperatura
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Read/Write: Read Write (selected)
- Comment: (empty)
- Log Data: checked
- Log Events: unchecked
- Retentive Value: unchecked
- Retentive Parameters: unchecked
- Initial Value: 0
- Min EU: 0
- Max EU: 100
- Deadband: 0
- Min Raw: 0
- Max Raw: 100
- Eng Units: (empty)
- Log Deadband: 0
- Conversion: Linear (selected)
- Square Root: unselected
- Access Name: JK
- Item: 40003
- Use Tagname as Item Name: unchecked

Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Colocamos el Item correspondiente en este caso 40003, que leerá los datos guardados en la palabra de memoria %MW2.

Figura 4.93
Ventana para configurar la variable de temperatura (Termocupla)

Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Colocamos el Item correspondiente en este caso 40004, que leerá los datos guardados en la palabra de memoria %MW3.

4.4.3.4 Variable Flujo

Figura 4.94
Ventana para configurar la variable de flujo

Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Colocamos el Item correspondiente en este caso 40005, que leerá los datos guardados en la palabra de memoria %MW4.

4.4.3.5 Variable Posición

Figura 4.95
Ventana para configurar la variable de de posicion.

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration:

- Tab: Details
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, Select..., Cancel, Close
- Tagname: posicion
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Access: Read/Write
- Log Data: Log Events: Retentive Value: Retentive Parameters:
- Initial Value: 0
- Min EU: -67000
- Max EU: 67000
- Deadband: 0
- Min Raw: 0
- Max Raw: 1
- Eng Units: RPM
- Log Deadband: 0
- Conversion: Linear
- Access Name: JK
- Item: 40006
- Use Tagname as Item Name:

Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Colocamos el Item correspondiente en este caso 40006, que leerá los datos guardados en la palabra de memoria %MW5.

4.4.3.6 Variable Peso

Figura 4.96
Ventana para configurar la variable de de peso

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration:

- Tab: Details
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, Select..., Cancel, Close
- Tagname: peso
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Access: Read/Write
- Log Data: Log Events: Retentive Value: Retentive Parameters:
- Initial Value: 4
- Min EU: 4
- Max EU: 20
- Deadband: 0
- Min Raw: 4
- Max Raw: 20
- Eng Units:
- Log Deadband: 0
- Conversion: Linear
- Access Name: JK
- Item: 40007
- Use Tagname as Item Name:

Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Colocamos el Item correspondiente en este caso 40007, que leerá los datos guardados en la palabra de memoria %MW6.

4.4.4. Despliegue de ventanas del HMI INTOUCH para la comunicación de los instrumentos del módulo.

A continuación se muestra la descripción de cada una de las pantallas del HMI que ayudan a la visualización del proceso de comunicación.

4.4.4.1 Ventana “Menú”

Figura 4.97
Menú principal en el HMI Intouch.



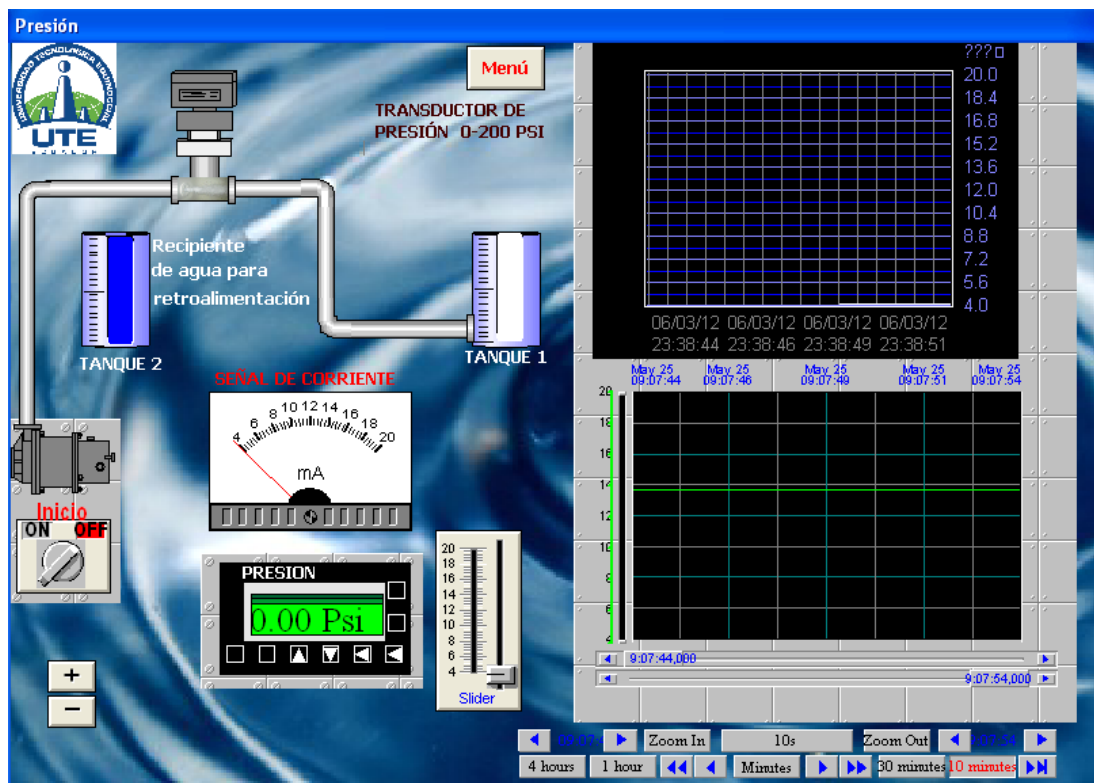
Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

En esta pantalla se muestra los vínculos que conectan con cada una de las ventanas de las variables analógicas y de pulsos del módulo.

4.4.4.2 Ventana para la visualización de la variable Presión

Figura 4.98
Diseño de la variable de presión en el HMI Intouch



Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

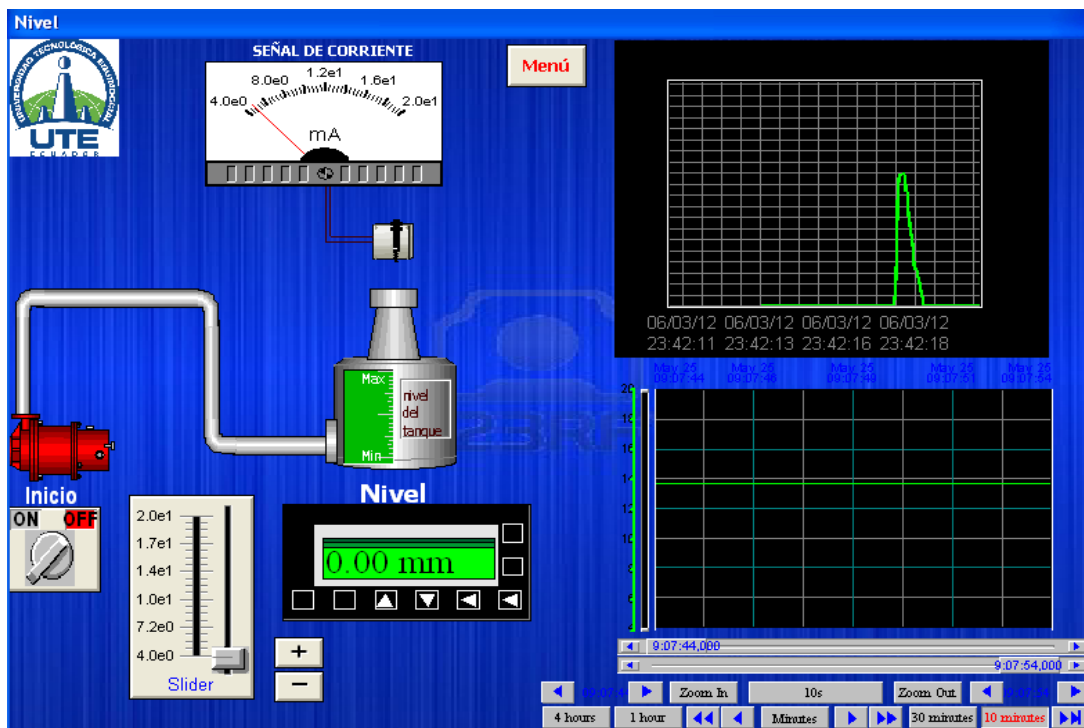
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Al encender la bomba desde el Módulo de instrumentación, el transductor de presión envía la señal analógica hacia el PLC, y ese valor se muestra en la ventana de Presión de Intouch, junto con una correspondiente curva real e histórica, para observar el comportamiento en tiempo real de la variable.

Con la ayuda de la curva histórica, se puede obtener fácilmente el comportamiento de la presión de días anteriores y poder comparar esos valores con los actuales y establecer y promedio de la presión del fluido.

4.4.4.3 Ventana para la visualización de la variable Nivel

Figura 4.99
Diseño de la variable de nivel en el HMI Intouch



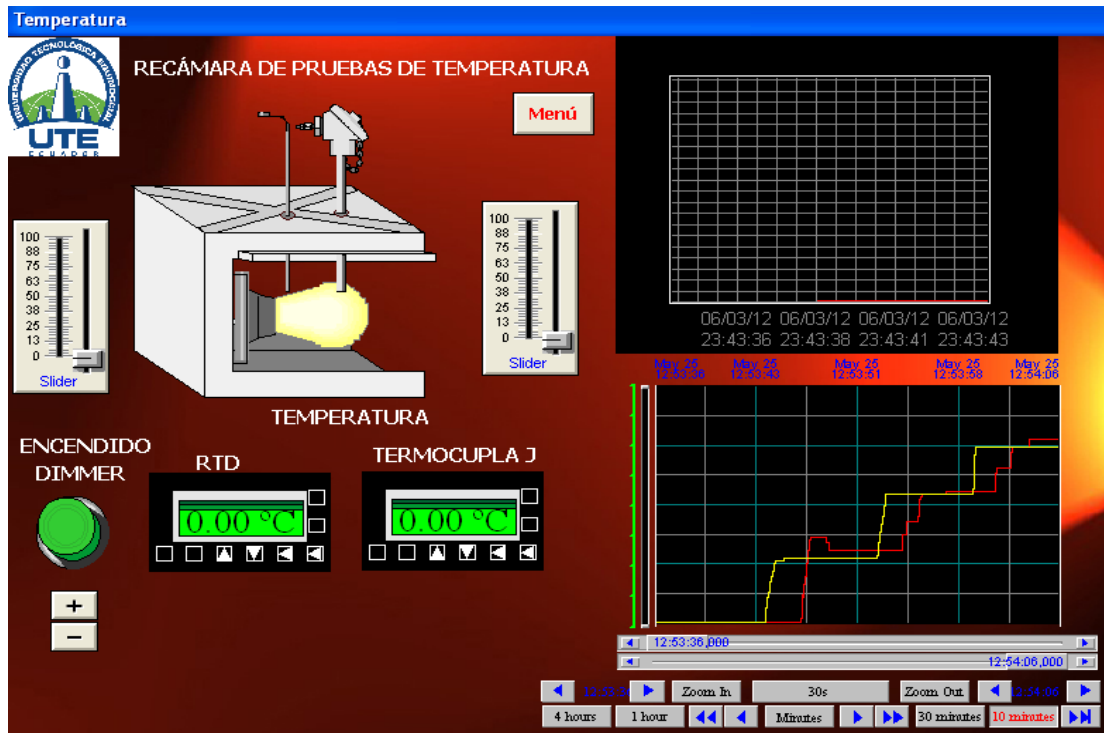
Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Al encender la bomba desde el Módulo de instrumentación, el agua ingresa en un recipiente y conforme el nivel del agua sube, el sensor de nivel ultrasónico envía la señal analógica hacia el PLC, y ese valor se muestra en la ventana de Nivel de Intouch, junto con una correspondiente curva real e histórica, para observar el comportamiento en tiempo real de la variable.

4.4.4.4 Ventana para la visualización de la variable Temperatura

Figura 4.100
Diseño de la variable de tempearuta en el HMI Intouch



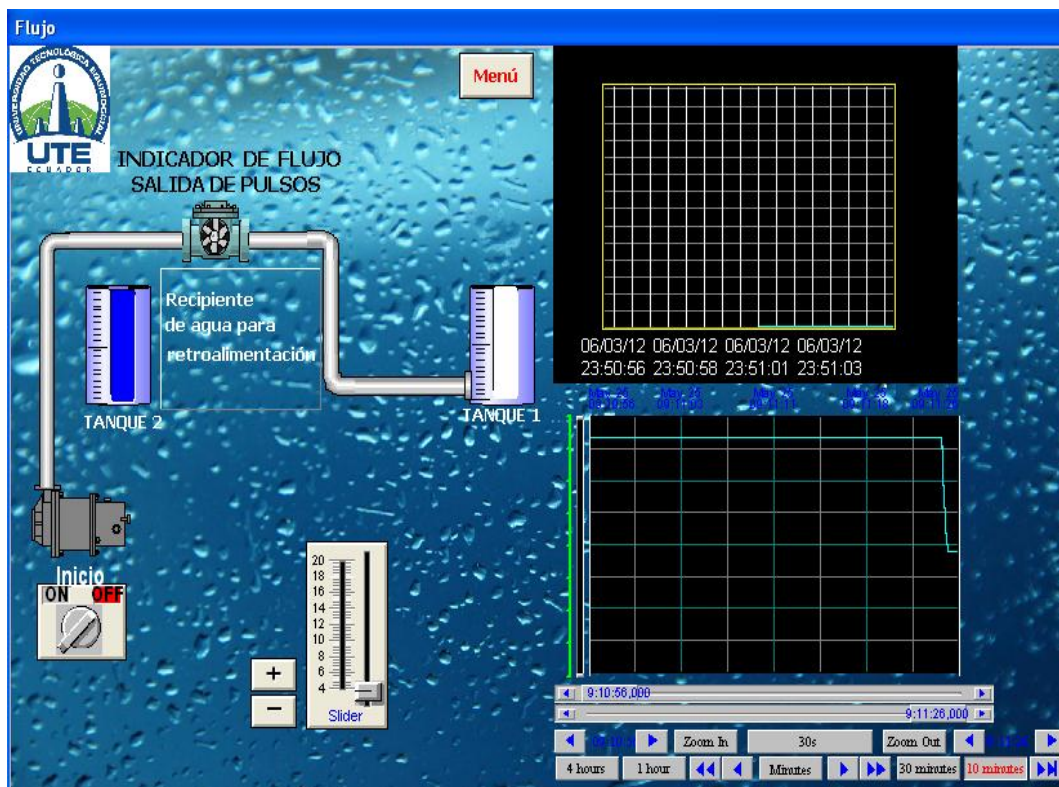
Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Al encender el foco de 200W desde el Módulo de instrumentación, La RTD y la Termocupla tipo J envían las señales analógicas hacia el módulo de entradas analógicas 3LT, y ese valor se muestra en la ventana de temperatura de Intouch, junto con una correspondiente curva real e histórica, para observar el comportamiento en tiempo real de cada una de las variables.

4.4.4.5 Ventana para la visualización de la variable Flujo.

Figura 4.101
Diseño de la variable de flujo en el HMI Intouch



Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Al encender la bomba desde el Módulo de instrumentación, el flujómetro envía una señal de pulsos hacia la entrada I0.1 del PLC, este valor se muestra en la ventana de Flujo de Intouch, junto con una correspondiente curva real e histórica, para observar el comportamiento en tiempo real de la variable.

4.4.4.6 Ventana para la visualización de la variable Peso

Figura 4.102
Diseño de la variable de peso en el HMI Intouch



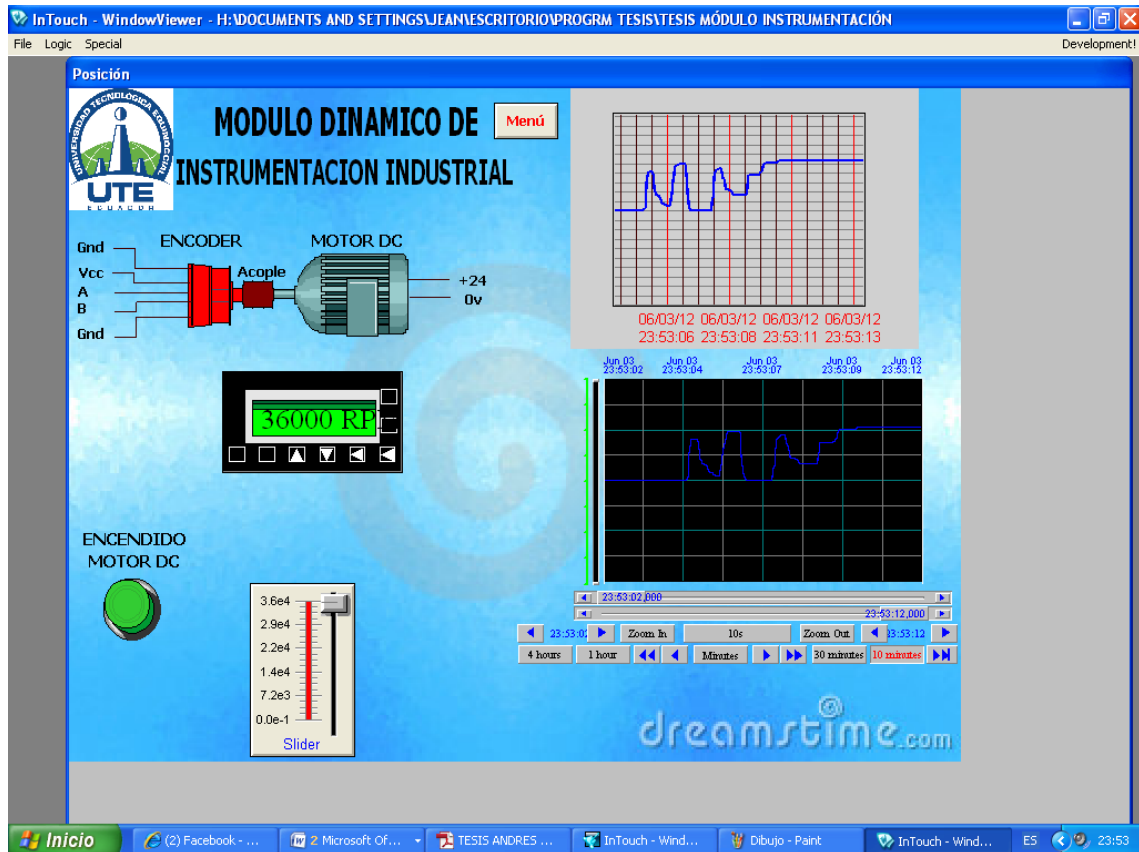
Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Al aplicar peso sobre el extremo de la celda de carga, el transmisor de celda de carga envía una señal analógica de 4-20mA hacia el módulo de entradas analógicas 3HT, este valor se muestra en la ventana “Peso” de Intouch, junto con una correspondiente curva real e histórica, para observar el comportamiento en tiempo real de la variable.

4.4.4.7 Ventana para la visualización de la variable Posición.

Figura 4.103
Diseño de la variable de posición en el HMI Intouch.



Fuente: Programa INTOUCH, UTE Santo Domingo.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

Al accionar el motor DC desde el Módulo de instrumentación, el Encoder envía una señal de pulsos hacia el PLC, este valor se muestra en la ventana “Posición” de Intouch, junto con una correspondiente curva real e histórica, para observar el comportamiento en tiempo real de la variable.

4.5. Pruebas de funcionamiento módulo dinámico

4.5.1 Sensor de nivel Ultrasónico

- Primero verificamos las conexiones del equipo en su respectivo manual.
- Verificamos las conexiones en la red de tuberías.
- Colocamos el transmisor de nivel ultrasónico en la cubierta del recipiente que será llenado con agua.

Figura 4.104
Instalación del sensor ultrasónico



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Conectamos la salida de 4-20mA al indicador de corriente C-21.
- Una vez revisado que todas las conexiones estén bien procedemos a accionar la bomba para el llenado del tanque y observamos los valores en el indicador de corriente.
- Se realizó varias pruebas variando el nivel del líquido en el recipiente.

Figura 4.105
Lectura del nivel en el indicador C-21



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

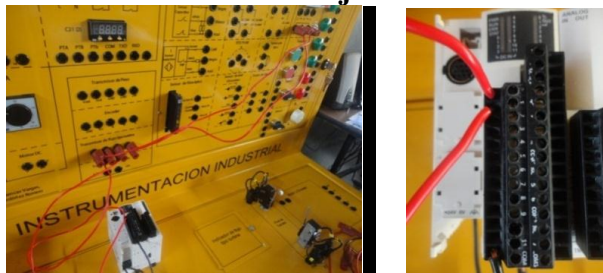
- El registro de las pruebas realizadas se encuentra en la siguiente tabla de resultados.

Magnitudes\Nivel	50 (mm)	100 (mm)	200 (mm)	300 (mm)
Corriente (mA)	6.29	8.57	13.14	17.71

4.5.2 Indicador de Flujo tipo turbina con salida de pulsos

- Verificamos las conexiones del equipo en su respectivo manual.
- Conectamos las salidas de pulsos A y B en el PLC Twido para visualizar la cantidad de flujo en tiempo real.

Figura 4.106
Conexión del indicador de flujo con el PLC Twido

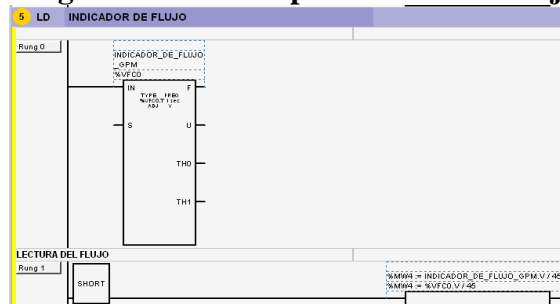


Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Realizamos un comando de programación en el programa Twido Soft para la comunicación del equipo.

Figura 4.103
Programa en Twido para lectura de Flujo



Fuente: Diseño en el PLC Twido.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Una vez revisado que todas las conexiones estén correctas, procedemos a accionar la bomba para que inicie la circulación del agua.
- Variamos el flujo de agua Manipulando una llave de regulación.
- Los resultados de las pruebas se encuentran en la siguiente tabla de resultados.

Posición de la llave	GPM
¼ abierta	0.50
½ abierta	1.01
¾ abierta	1.51
Completa abierta	2.01

4.5.3 Transductor de presión con salida 4-20mA

- Verificamos las conexiones del instrumento en su respectivo manual antes de realizar las pruebas.
- Comprobamos que la red de tuberías esté bien ajustada para evitar cualquier problema al momento de activar la bomba.
- Colocamos el transmisor de presión en la tubería.

Figura 4.108
Instalación del Transductor de Presión



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Conectamos las salidas del transmisor al indicador de corriente C-21.
- Activamos la bomba y observar el valor en el indicador de corriente.

Figura. 4.105
Lectura de Presión en el indicador C-21



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Los resultados de las pruebas realizadas se visualizan en la siguiente tabla de resultados.

	4.1 mA	4.2 mA	4.3 mA	4.5 mA
Presión Psi	1.25	2.5	3.75	6.25

4.5.4 Transmisor de celda de carga salida 4-20mA.

- Antes de nada verificamos las conexiones del equipo en su respectivo manual.
- Colocamos la celda de carga en su soporte ubicado en el panel base inferior y conectamos según lo establecido en el manual de conexión.

Figura 4.110
Instalación de la Celda de carga



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Las salidas de la celda de carga entran directamente en el transmisor de celda de carga.
- Conectamos la salida de 4-20mA del transmisor de corriente hacia el indicador de corriente C-21.

Figura 4.111
Conexión del transmisor de la celda de carga



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Una vez revisado que todas las conexiones estén correctas, procedemos a aplicar carga, en el extremo de la celda de carga (extremo contrario a la salida del cable), y observamos los valores dados en el indicador de corriente.

Figura 4.112
Lectura del Peso en el indicador C-21



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Se realizó varias pruebas variando la deformación en el extremo de la celda de carga y aplicando diferentes pesos.

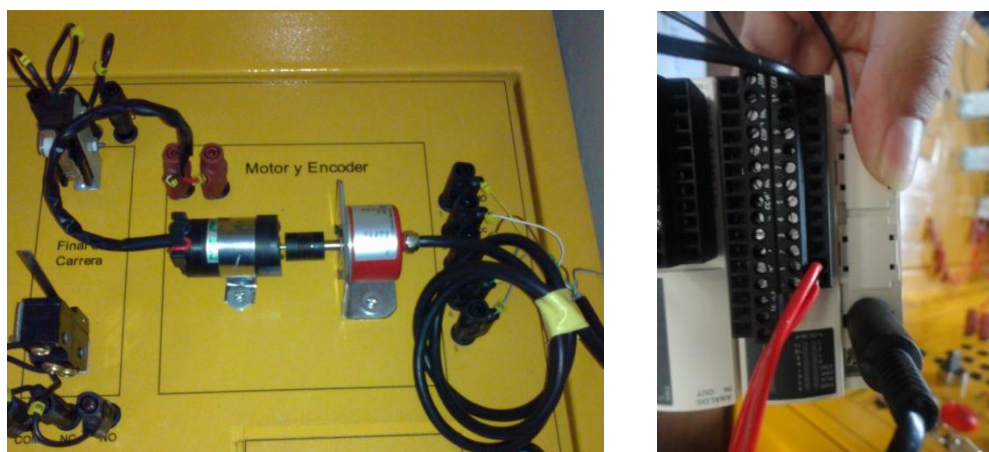
- El registro de las pruebas realizadas se encuentra en la siguiente tabla de resultados.

Magnitud \ Carga Kg	0.5	1	1.5	3	4
Corriente (mA)	5.33	6.66	8	12	14.66

4.5.5 Encoder Incremental 500P/R.

- Verificamos las conexiones del equipo en su respectivo manual.
- Conectamos las salidas de pulsos en el PLC Twido para visualizar el valor de las revoluciones en tiempo real.

Figura 4.113
Conexión Twido.

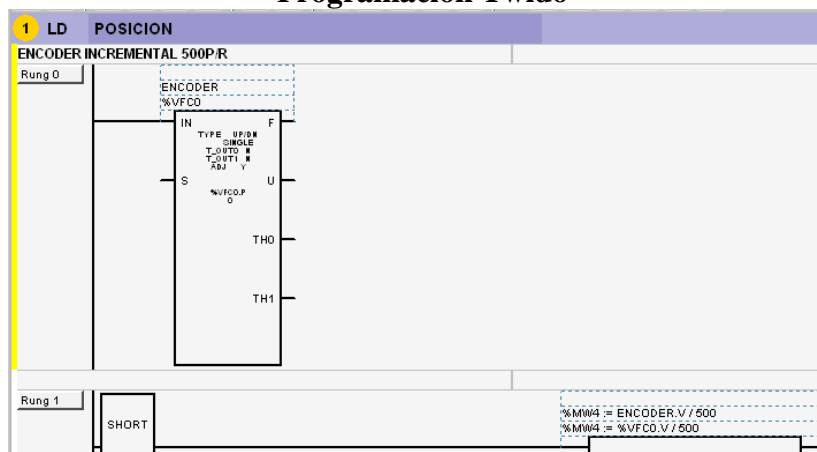


Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Realizamos un comando de programación en el programa Twido Soft para la comunicación del equipo.

Figura 4.114
Programación Twido



Fuente: Diseño en el PLC Twido.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Una vez revisado que todas las conexiones estén correctas, procedemos a accionar el motor DC y visualizamos el valor de las revoluciones en el Twido Soft.

4.5.6 Sensor de proximidad capacitivo

- Verificamos las conexiones del equipo en su respectivo manual.
- Colocamos el sensor en el soporte ubicado en el panel base inferior.

Figura 4.115
Instalación del sensor capacitivo



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Conectamos en las borneras según la identificación de los cables.
- Realizamos pruebas de detección variando el rango de sensibilidad del equipo, llegando así hasta 2cm.

Figura 4.116
Pruebas de detección



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Para diferentes materiales la distancia de detección fue la siguiente calibrando la sensibilidad del equipo en la mitad entre Min y Max.

	Hierro	Cobre	Madera	Plástico
Distancia min (mm)	8.2	8.1	8.3	8

4.5.7 Sensor de proximidad Inductivo

- Verificamos las conexiones del equipo en su respectivo manual.
- Colocamos el sensor en el soporte ubicado en el panel base inferior.

Figura 4.117
Instalación y pruebas del sensor Inductivo



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Conectamos en las borneras según la identificación de los cables.
- Para diferentes materiales la distancia de detección fue la siguiente calibrando la sensibilidad del equipo en la mitad entre Min y Max.

	Hierro	Cobre	Aluminio
Distancia min (mm)	8	7.6	7.8

4.5.8 Sensor Fotoeléctrico

- Verificamos las conexiones del equipo en su respectivo manual.
- Colocamos el sensor en el soporte ubicado en el panel base inferior.

Figura 4.118
Instalación del sensor Fotoeléctrico

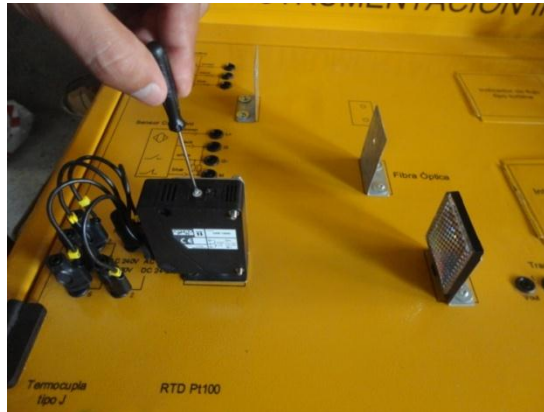


Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Conectamos en las borneras según la identificación de los cables.
- Realizamos pruebas de detección variando el rango de sensibilidad del equipo, llegando así hasta 10m.

Figura 4.119
Pruebas de detección



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Para diferentes materiales la distancia de detección fue la misma, ya que cualquier cosa que interrumpa el haz de luz, hará que el sensor cierre el contacto.

4.5.9 RTD y Termocupla tipo J

- Verificamos las conexiones del equipo en su respectivo manual.

Figura 4.120
Conexión de termocupla tipo J

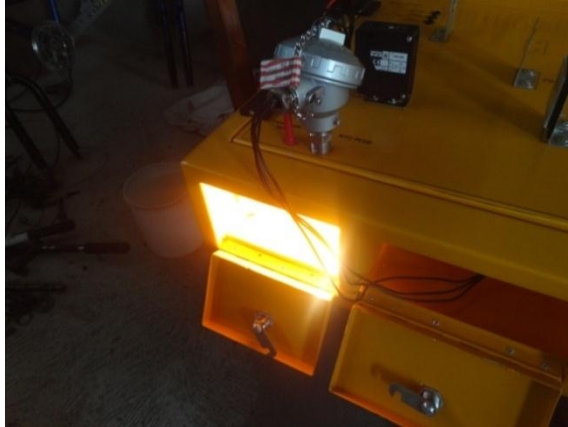


Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.

Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Colocamos el foco dentro del módulo y los sensores en los lugares señalados.
- Una vez comprobado que todas las conexiones estén correctas, procedemos a activar el foco, regulando su luminosidad a través del Dimmer.

Figura 4.121
Pruebas de temperatura



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Revisamos el comportamiento de los sensores en los indicadores C-21, conforme aumenta la temperatura del foco.

Figura 4.122
Lectura en el indicador C-21



Fuente: Casa Sr. Jean Carlos Simancas.
Elaborado por: Luis Ordóñez y Jean Carlos Simancas/2012.

- Realizamos las pruebas de temperatura variando el rango del Dimmer.
- Los resultados obtenidos se encuentran en la siguiente tabla de resultados.

RTD

Dimmer	Min	1/4	1/2	Max
Temperatura (°C)	23	30	45	76

Termocupla tipo J

Dimmer	Min	1/4	1/2	Max
Temperatura (°C)	23	30	45	76

- Como se puede observar los resultados son los mismos, por lo que se puede utilizar en una práctica solo un equipo o los dos a la vez sin alterar los resultados.

A continuación se detallan las prácticas propuestas para el laboratorio de la Cátedra de Instrumentación Industrial.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
CAMPUS SANTO DOMINGO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Marzo 2012-Septiembre 2012

CARRERA	NIVEL	CÓDIGO	ASIGNATURA
Ingeniería Electromecánica	Séptimo		Instrumentación Industrial




PRÁCTICA No.	LABORATORIO	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	FECHA	TIEMPO
1	Automatización	Característica de un transductor de presión con salida (4–20mA), 0 - 200psi.		3h

1.	PROPÓSITO.
Conocer físicamente y familiarizarse con un transductor de presión.	

2.	OBJETIVOS.
<ul style="list-style-type: none"> • Aprender el comportamiento de un transductor de presión. • Determinar el funcionamiento de un transductor de presión en una aplicación industrial. • Analizar y dar un criterio técnico de los resultados obtenidos en la práctica. 	

3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>Conceptos:</p> <p>Definición de transductor.</p> <p>Tipos de transductores.</p> <p>Principio de funcionamiento.</p> <p>Principales aplicaciones.</p>	

4.	RECURSOS
EQUIPO DE LABORATORIO (cada grupo)	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> • Un transductor de presión 4 – 20mA. • Un indicador de corriente. • Una Fuente de presión (bomba). • Un tanque de almacenamiento. • Indicadores de accionamiento (luz piloto). • Una Fuente de voltaje. • Un Selector de salida. • Cables de conexión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio impresa.

5.	ESQUEMA DE CONEXIÓN	
6.	PROCEDIMIENTO.	
6.1	<p>Conocer la fuente de alimentación.</p> 	<p>Observar las fuentes de salida de corriente continua y alterna con los respectivos valores de salida y protecciones.</p> <p>Familiarizarse con el encendido y apagado de las fuentes.</p>
6.2	Verificar voltaje de salida	Utilizando un voltímetro conectado a la fuente, comprobar el voltaje de salida.
6.3	<p>Conectar el transductor.</p> 	Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar al transductor con la fuente de 24 VDC.
6.4	Conectar la bomba a la fuente.	Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar a la bomba con la fuente de 120 VAC.
6.5	<p>Conectar el indicador digital a la fuente.</p> 	Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar al indicador digital con la fuente de 120 VAC.
6.6	Verificar conexiones	Una vez conectados los tres equipos al módulo, procedemos a revisar que estén bien conectados para evitar cualquier inconveniente. Mantener la llave de paso hacia el módulo abierta y la de retroalimentación cerrada.
6.7	Realización de la practica	- Programar según el manual el indicador digital para que nos indique la presión del fluido en tiempo real.

		<ul style="list-style-type: none"> - Encendemos la bomba y visualizamos la presión que nos arroja el transductor en el indicador. - Regulamos la llave de paso hacia el módulo de tal manera que la presión aumente, y tabulamos cuantos mA marca el indicador para 4 posiciones de la llave: 100% abierta, 75% abierta, 50% abierta y 25% abierta.
6.8	<i>Desmontaje de equipos</i>	<i>Desconectamos los equipos y limpiamos el modulo para otras practicas</i>

7. **LECTURA Y TABULACIÓN DE DATOS**

no.	presión	llave 100% abierta	llave 75% abierta	llave 50% abierta	llave 25% abierta
1.	Presión mA				
2.	Presión PSI				

8. **CÁLCULOS Y RESULTADOS.**

--	--

9. **CONCLUSIONES.**

--	--

10. **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuál es la diferencia entre un sensor y un transductor?
2. ¿Qué aplicaciones son las que utilizan este tipo de transductores?
3. ¿Cuánto menor es el diámetro de la tubería, que sucede con la presión?.

11. **BIBLOGRAFÍA**

--	--



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
CAMPUS SANTO DOMINGO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Marzo 2012-Septiembre 2012

CARRERA	NIVEL	CÓDIGO	ASIGNATURA
Ingeniería Electromecánica	Séptimo		Instrumentación Industrial



PRÁCTICA No.	LABORATORIO	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	FECHA	TIEMPO
2	Automatización	Características y aplicación de un sensor inductivo.		2h

1. PROPÓSITO.
Conocer físicamente y familiarizarse con un sensor inductivo.

2. OBJETIVOS.
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer físicamente un sensor inductivo. • Determinar el funcionamiento de un sensor inductivo. • Saber y analizar las múltiples aplicaciones que puede tener un sensor inductivo en la industria.

3. FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>Que es un sensor inductivo.</p> <p>Tipos de sensores inductivos.</p> <p>Cuál es el principio de funcionamiento.</p> <p>Aplicaciones.</p> <p>Diagramas de conexión.</p>

4. RECURSOS	
EQUIPO DE LABORATORIO (cada grupo)	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> • Un Sensor Inductivo. • Indicadores de accionamiento (luz piloto). • Una Fuente de voltaje. • Varilla pequeña o pedazo de hierro y cobre. • Un metal de acero. • Cables de conexión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio impresa.

5.	ESQUEMA DE CONEXIÓN	
6.	PROCEDIMIENTO.	
6.1	<p>Conocer la fuente de alimentación.</p> 	<p>Observar las fuentes de salida de corriente continua y alterna con los respectivos valores de salida y protecciones.</p> <p>Familiarizase con el encendido y apagado de las fuentes.</p>
6.2	<p>Verificar voltaje de salida</p>	<p>Utilizando un voltímetro conectado a la fuente, comprobar el voltaje de salida.</p>
6.3	<p>Conectar el sensor a la fuente</p> 	<p>Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar al sensor con la fuente de 24 VDC.</p>
6.4	<p>Realización de la practica</p>	<p>Con el sensor instalado en el módulo, procedemos a realizar la práctica con tres materiales diferentes, hierro, cobre y acero.</p> <p>Sometemos al sensor a los tres materiales y tabulamos los resultados obtenidos.</p>
6.5	<p>Desmontaje de equipos</p>	<p>Desconectamos los equipos y limpiamos el modulo para otras prácticas.</p>

7.		<i>LECTURA Y TABULACIÓN DE DATOS</i>		
<i>no.</i>		<i>HIERRO</i>	<i>COBRE</i>	<i>ACERO</i>
1.	Distancias min (mm)			
2.	Histéresis (mm)			

8.	<i>CÁLCULOS Y RESULTADOS.</i>

9.	<i>CONCLUSIONES.</i>

10.	<i>CUESTIONARIO</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>¿Cuál es la principal diferencia entre el sensor inductivo y capacitivo?</i> 2. <i>¿Cuál es la distancia mínima promedio de sensado del sensor inductivo?</i> 3. <i>¿Qué materiales tienen mayor histéresis?</i> 	

11.	<i>BIBLOGRAFÍA</i>

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL. CAMPUS SANTO DOMINGO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Marzo 2012-Septiembre 2012
---	---

CARRERA	NIVEL	CÓDIGO	ASIGNATURA
Ingeniería Electromecánica	Séptimo		Instrumentación Industrial



PRÁCTICA No.	LABORATORIO	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	FECHA	TIEMPO
3	Automatización	Características y aplicación de un sensor capacitivo.		2h

1.	PROPÓSITO.
Conocer físicamente y familiarizarse con un sensor capacitivo.	

2.	OBJETIVOS.
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer físicamente un sensor capacitivo. • Determinar el funcionamiento de un sensor inductivo. • Saber y analizar las múltiples aplicaciones que puede tener un sensor inductivo en la industria. 	

3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>Que es un sensor capacitivo.</p> <p>Tipos de sensores capacitivos.</p> <p>Cuál es el principio de funcionamiento.</p> <p>Aplicaciones.</p> <p>Diagramas de conexión.</p>	

4.	RECURSOS
EQUIPO DE LABORATORIO (cada grupo)	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> • Un Sensor capacitivo. • Indicadores de accionamiento (luz piloto). • Una Fuente de voltaje. • Varilla pequeña o pedazo de hierro y cobre. • Madera, plástico. • Un metal de acero. • Cables de conexión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio impresa.

5.	ESQUEMA DE CONEXIÓN					
6.	PROCEDIMIENTO.					
6.1	<p>Conocer la fuente de alimentación.</p> 	<p>Observar las fuentes de salida de corriente continua y alterna con los respectivos valores de salida y protecciones. Familiarizase con el encendido y apagado de las fuentes.</p>				
6.2	<p>Verificar voltaje de salida</p>	<p>Utilizando un voltímetro conectado a la fuente, comprobar el voltaje de salida.</p>				
6.3	<p>Conectar el sensor capacitivo.</p> 	<p>Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar al sensor con la fuente de 24 VDC.</p>				
6.4	<p>Realización de la practica</p>	<p>Con el sensor instalado en el modulo, procedemos a realizar la práctica con 5 materiales diferentes, hierro, cobre, acero, plástico y madera. Sometemos al sensor a los 5 materiales y tabulamos los resultados obtenidos.</p>				
6.5	<p>Desmontaje de equipos</p>	<p>Desconectamos los equipos y limpiamos el modulo para otras prácticas.</p>				
7.	LECTURA Y TABULACIÓN DE DATOS					
no.		HIERRO	PLÁSTICO	COBRE	MADERA	ACERO
1.	Distancias min (mm)					
2.	Histéresis (mm)					

8.	CÁLCULOS Y RESULTADOS.

9.	CONCLUSIONES.

10.	CUESTIONARIO
<ol style="list-style-type: none">1. <i>¿Cuál es la principal diferencia entre el sensor inductivo y capacitivo?</i>2. <i>¿Cuál es la distancia mínima promedio de sensado del sensor capacitivo?</i>3. <i>¿Qué materiales tienen mayor histéresis?</i>	

11.	BIBLOGRAFÍA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
CAMPUS SANTO DOMINGO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Marzo 2012-Septiembre 2012

CARRERA	NIVEL	CÓDIGO	ASIGNATURA
Ingeniería Electromecánica	Séptimo		Instrumentación Industrial

PRÁCTICA No.	LABORATORIO	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	FECHA	TIEMPO
4	Automatización	Indicador de flujo con salida de pulsos.		2h

1.	PROPÓSITO.
Conocer físicamente y familiarizarse con un indicador de flujo.	

2.	OBJETIVOS.
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el funcionamiento de un indicador de flujo tipo turbina serie SFI-800 con acople de salida de pulsos. • Manipular y aprender a instalar el indicador de flujo. • Saber y analizar las múltiples aplicaciones que puede tener un transmisor de nivel en la industria. • Realizar las conexiones de la salida de pulsos en un PLC twido para visualizar el flujo en tiempo real. 	

3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>Indicador de flujo con mirilla midwest serie sfi-800.</p> <p>Paquete de salida modelo A-711 (para salida de pulsos).</p> <p>Tipos de indicadores de flujo.</p> <p>Principio de funcionamiento de un indicador de flujo.</p> <p>Aplicaciones de los Indicadores de flujo.</p> <p>Ventajas y desventajas.</p>	

4.	RECURSOS
EQUIPO DE LABORATORIO (cada grupo)	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> • Un indicador de flujo con mirilla midwest serie sfi-800. • Un Paquete de salida modelo A-711. • PLC Twido. • Indicadores de accionamiento (luz piloto). • Una Fuente de voltaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio impresa.

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Un tanque de almacenamiento.</i> • <i>Una bomba de agua.</i> • <i>Accesorios de sujeción.</i> • <i>Cables de conexión.</i> • <i>Cables de conexión.</i> 	
--	--

5.	ESQUEMA DE CONEXIÓN	
6.	PROCEDIMIENTO.	
6.1	<i>Conocer la fuente de alimentación</i>	<i>Observar las fuentes de salida de corriente continua y alterna con los respectivos valores de salida y protecciones. Familiarizase con el encendido y apagado de las fuentes.</i>
6.2	<i>Verificar voltaje de salida</i>	<i>Utilizando un voltímetro conectado a la fuente, comprobar el voltaje de salida.</i>
6.3	<i>Conectar el indicador de flujo .</i>	<i>Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar al indicador de flujo con la fuente de 24 VDC.</i>
6.4	<i>Conectar la bomba de agua</i>	<i>Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar la bomba de agua con la fuente de 120 VAC.</i>
6.5	<i>Conexión de la PC con el Twido</i>	<i>Conectamos la salida de pulsos del indicador al PLC Twido para visualizar el flujo que circula por la tuberai en tiempo real.</i>
6.6	<i>Realización de la practica</i>	<i>Encender la bomba de agua, y visualizar el flujo de agua en al Twido. Tabular los GPM para las 4 posiciones de la llavev de paso: 1/4 abierta, 1/2 abierta, 3/4 abierta y completamente abierta.</i>
6.7	<i>Desmontaje de equipos</i>	<i>Desconectamos los equipos y limpiamos el modulo para otras prácticas.</i>
7.	LECTURA Y TABULACIÓN DE DATOS	
no.	Posición de la llave	GPM
1.	1/4 abierta.	
2.	1/2 abierta.	
3.	3/4 abierta.	
4.	Completamente abierta	

8.	<i>CÁLCULOS Y RESULTADOS.</i>

9.	<i>CONCLUSIONES.</i>

10.	<i>CUESTIONARIO</i>
<ol style="list-style-type: none">1. <i>¿Cómo se convierte la señal de pulsos que envía el indicador de flujo en GPM?</i>2. <i>¿Cuál es el principio de funcionamiento del indicador de flujo?</i>3. <i>¿En qué tiempo y con cuantos galones se llena el recipiente de agua?</i>	

11.	<i>BIBLOGRAFÍA</i>



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
CAMPUS SANTO DOMINGO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Marzo 2012-Septiembre 2012

CARRERA	NIVEL	CÓDIGO	ASIGNATURA
Ingeniería Electromecánica	Séptimo		Instrumentación Industrial



PRÁCTICA No.	LABORATORIO	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	FECHA	TIEMPO
5	Automatización	Característica de funcionamiento de una termocupla y una RTD.		2h

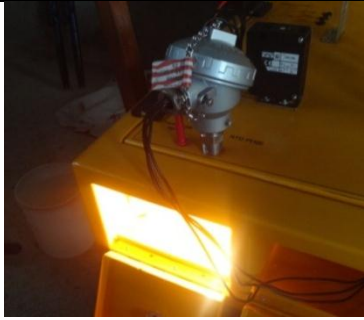
1.	PROPÓSITO.
Conocer físicamente y familiarizarse con una termocupla y un aRTD.	

2.	OBJETIVOS.
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el comportamiento de una termocupla y una RTD. • Realizar la práctica utilizando ambos tipos de sensores. • Establecer la aplicación que puede tener cada uno de estos sensores de temperatura en la industria. 	

3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
<p><i>Qué es una termocupla y una RTD.</i></p> <p><i>Características de funcionamiento de cada una.</i></p> <p><i>Diagramas de conexión.</i></p> <p><i>Principales aplicaciones</i></p> <p><i>Diferencias entre una termocupla y un a RTD.</i></p>	

4.	RECURSOS
EQUIPO DE LABORATORIO (cada grupo)	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> • Una termocupla tipo J. • Una RTD Pt100. • Indicadores de accionamiento (luz piloto). • Una Fuente de voltaje. • Un regulador de temperatura (Dimmer). • Una boquilla. • Un foco de 200w. • Accesorios de sujeción. • Cables de conexión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio impresa.

5.	ESQUEMA DE CONEXIÓN	
6.	PROCEDIMIENTO.	
6.1	<p>Conocer la fuente de alimentación.</p> 	<p>Observar las fuentes de salida de corriente continua y alterna con los respectivos valores de salida y protecciones.</p> <p>Familiarizase con el encendido y apagado de las fuentes.</p>
6.2	Verificar voltaje de salida	Utilizando un voltímetro conectado a la fuente, comprobar el voltaje de salida.
6.3	<p>Conectar el indicador digital a la fuente.</p> 	Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar al indicador de flujo con la fuente de 24 VDC.
6.4	Conectar el Dimmer	Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar al Dimmer para regular la temperatura del foco dentro de la cámara de temperatura.línea – neutro.
6.5	Conexión de la RTD y Termocupla.	Conectamos los sensores de temperatura como se indica en la figura, al indicador digital para visualizar allí la temperatura en tiempo real.

					
6.6	Realización de la practica	Con los sensores en posición, encendemos el foco y visualizamos la temperatura en el indicador, regulamos el calor con el Dimmer y obtenemos diferentes mediciones de temperatura y tabulamos los valores obtenidos.			
6.7	Desmontaje de equipos	Desconectamos los equipos y limpiamos el modulo para otras prácticas.			
7.	LECTURA Y TABULACIÁN DE DATOS				
no.	Pruebas de temperatura				
1.	Dimmer	<i>min</i>	<i>1/4</i>	<i>1/2</i>	<i>Máx.</i>
2.	Temperatura (°C) RTD				
3.	Temperatura (°C)Termocupla				

8.	CÁLCULOS Y RESULTADOS.

9.	CONCLUSIONES.

10.	CUESTIONARIO
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué instrumento es más exacto, la RTD o la Termocupla? 2. ¿Qué porcentaje de error de medición tienen los instrumentos? 3. ¿En qué aplicaciones usaría ud. este tipo de instrumento de medición? 	

11.	BIBLOGRAFÍA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
CAMPUS SANTO DOMINGO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Marzo 2012-Septiembre 2012

CARRERA	NIVEL	CÓDIGO	ASIGNATURA
Ingeniería Electromecánica	Séptimo		Instrumentación Industrial


PRÁCTICA No.	LABORATORIO	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	FECHA	TIEMPO
6	Automatización	Transmisor de peso, celda de carga.		2h

1.	PROPÓSITO.
Conocer físicamente y familiarizarse con una celda de carga y un transmisor de celda de carga.	

2.	OBJETIVOS.
<ul style="list-style-type: none"> • Aprender que es una celda de carga y un transmisor de peso. • Realizar la práctica utilizando ambos equipos para sensor peso. • Obtener el conocimiento práctico de este tipo de sensores. • Realizar una programación en Twido para la visualización de la salida 4-20mA del transmisor de la celda de carga. • Configurar el I/O Server para la comunicación Modbus entre el Twido y un HMI en nuestro caso Intouch. 	

3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
<p><i>Qué es una celda de carga y transmisor de peso.</i></p> <p><i>Características de funcionamiento.</i></p> <p><i>Diagramas de conexión.</i></p> <p><i>Principales aplicaciones.</i></p> <p><i>Programación de variables analógicas en el Twido Soft.</i></p> <p><i>Configuración del I/O server y de Intouch para la comunicación de variables analógicas.</i></p>	

4.	RECURSOS
EQUIPO DE LABORATORIO (cada grupo)	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> • Una celda de carga de 6Kg. • Un transmisor de peso. • Indicadores de accionamiento (luz piloto). • Una Fuente de voltaje. • Torre de sujeción de la celda de carga. • Accesorios de sujeción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio impresa.

5.	ESQUEMA DE CONEXIÓN	
6.	PROCEDIMIENTO.	
6.1	<p>Conocer la fuente de alimentación.</p> 	<p>Observar las fuentes de salida de corriente continua y alterna con los respectivos valores de salida y protecciones.</p> <p>Familiarizase con el encendido y apagado de las fuentes.</p>
6.2	Verificar voltaje de salida	Utilizando un voltímetro conectado a la fuente, comprobar el voltaje de salida.
6.3	Conectar el indicador digital a la fuente.	Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar al indicador de flujo con la fuente de 24 VDC.
6.4	Aplicación de peso	Ejercer una fuerza en el extremo de la celda de carga.
6.5	Variación de peso	Observar la variación del peso aplicado en el indicador de corriente.
6.6	Tabulación de datos	Registramos los datos obtenidos en una tabla.
6.7	Programa twido.	Realizar la programación en el Twido Soft. para la visualización de los valores que emite el transmisor de la celda de carga
6.8	Comunicación I/O Server	Configurar el I/O Server para establecer comunicación con un HMI en nuestro caso usaremos Intouch.

7.		LECTURA Y TABULACIÓN DE DATOS				
no.	Pruebas de temperatura					
1.	Magnitud \ Carga	0.5	1	1.5	3	4
2.	Corriente (mA)					

8.	CÁLCULOS Y RESULTADOS.

9.	CONCLUSIONES.

10.	CUESTIONARIO
<p>4. ¿Cuál es el funcionamiento de la galga extensiométrica en la celda de carga, al momento de aplicarle fuerza?</p> <p>5. ¿Cuál es el tipo de la celda de carga basada en galgas extensiométricas que utilizamos en el módulo?</p> <p>6. ¿En qué aplicaciones usaría usted este tipo de instrumento de medición, exclusivamente el tipo de celda de carga utilizado?</p>	

11.	BIBLOGRAFÍA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
CAMPUS SANTO DOMINGO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
 Marzo 2012-Septiembre 2012

CARRERA	NIVEL	CÓDIGO	ASIGNATURA
Ingeniería Electromecánica	Séptimo		Instrumentación Industrial


PRÁCTICA No.	LABORATORIO	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	FECHA	TIEMPO
7	Automatización	Característica de funcionamiento de un Sensor de Fibra Óptica.		2h

1.	PROPÓSITO.
Conocer físicamente y familiarizarse con un sensor de Fibra óptica.	

2.	OBJETIVOS.
<ul style="list-style-type: none"> • Aprender que es un sensor de fibra óptica. • Conocer el principio de Funcionamiento de éste sensor. • Obtener el conocimiento práctico de este tipo de sensor. 	

3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
<p><i>Qué es un sensor de fibra óptica.</i></p> <p><i>Características de funcionamiento.</i></p> <p><i>Diagramas de conexión.</i></p> <p><i>Principales aplicaciones</i></p>	

4.	RECURSOS
EQUIPO DE LABORATORIO (cada grupo)	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> • Un sensor de fibra óptica serie BRF-P Stand alone. • Indicadores de accionamiento (luz piloto). • Una Fuente de voltaje. • Accesorios de sujeción. • Cables de conexión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio impresa.

5.	ESQUEMA DE CONEXIÓN	
6.	PROCEDIMIENTO.	
6.1	<p>Conocer la fuente de alimentación.</p> 	<p>Observar las fuentes de salida de corriente continua y alterna con los respectivos valores de salida y protecciones.</p> <p>Familiarizase con el encendido y apagado de las fuentes.</p>
6.2	Verificar voltaje de salida	Utilizando un voltímetro conectado a la fuente, comprobar el voltaje de salida.
6.3	Conectar el sensor de Fibra óptica	Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar al sensor de fibra óptica con la fuente de 24 VDC.
6.4	Hacer pruebas de detección	Realice pruebas de detección con la fibra óptica de tal manera que sense alguna marca de un color específico y envíe una señal de ON – OFF como salida.

7.	CONCLUSIONES.

8.	CUESTIONARIO
<p>7. ¿Cuál fue la posición óptima del potenciómetro del sensor ubicada para obtener un una detección más exacta?</p> <p>8. ¿El sensor detecta cambios entre cualquier color, o exclusivamente entre blanco y negro?</p> <p>9. ¿En qué aplicaciones usaría ud. este tipo de instrumento de medición?</p>	

9.	BIBLOGRAFÍA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
CAMPUS SANTO DOMINGO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Marzo 2012-Septiembre 2012

CARRERA	NIVEL	CÓDIGO	ASIGNATURA
Ingeniería Electromecánica	Séptimo		Instrumentación Industrial

PRÁCTICA No.	LABORATORIO	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	FECHA	TIEMPO
8	Automatización	Característica de funcionamiento de un Encoder.		2h



1.	PROPÓSITO.
Conocer físicamente y familiarizarse con un Encoder.	

2.	OBJETIVOS.
<ul style="list-style-type: none"> • Aprender que es un Encoder. • Conocer el principio de Funcionamiento del Encoder. • Obtener el conocimiento práctico de la aplicación del Encoder. • Realizar el programa respectivo en Twido para visualizar el valor del instrumento en tiempo real, el HMI en intouch, la configuración de las comunicaciones y las conexiones del hardware. 	

3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
<p><i>Qué es un Encoder.</i></p> <p><i>Tipos de Encoder.</i></p> <p><i>Características de funcionamiento.</i></p> <p><i>Diagramas de conexión.</i></p> <p><i>Principales aplicaciones</i></p> <p><i>Programación de contador rápido o muy rápido en Twido.</i></p> <p><i>Configuración para la comunicación I/O server.</i></p>	

4.	RECURSOS
EQUIPO DE LABORATORIO (cada grupo)	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> • Un Encoder (serie 21, hohner 21-231-500). • Indicadores de accionamiento (luz piloto). • Una Fuente de voltaje. • Un motor de 24 V • Un matrimonio (acople) para eje de 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio impresa.

6x15 mm <ul style="list-style-type: none"> • Cables de conexión. • PLC Twido. 	
---	--

5.	ESQUEMA DE CONEXIÓN	
6.	PROCEDIMIENTO.	
6.1	Conocer la fuente de alimentación. 	Observar las fuentes de salida de corriente continua y alterna con los respectivos valores de salida y protecciones. Familiarizarse con el encendido y apagado de las fuentes.
6.2	Verificar voltaje de salida	Utilizando un voltímetro conectado a la fuente, comprobar el voltaje de salida.
6.3	Conectar el Encoder a la fuente. 	Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar al Encoder con la fuente de 24 VDC.
6.4	Conectar el Motor DC	Con la ayuda de los cables de conexión y una fuente de Voltaje Variable, alimentar al Motor DC para regular la velocidad de giro del motor.
6.5	Funcionamiento del Encoder.	Inicialmente en cero, subimos el nivel de voltaje de la fuente hasta tener un giro lento.

6.6	<i>Programa Twido</i>	<i>Realizamos la programación en Twido Soft para la visualización de los pulsos por revolución que transmite el Encoder en tiempo real.</i>
6.7	<i>Pulsos reales del Encoder</i>	<i>Observamos la cantidad de pulsos por revolución que nos da el Encoder, y comparamos con el dato de fábrica, que son 500 RPM.</i>

7.	CONCLUSIONES.

8.	CUESTIONARIO
<p>10. <i>¿Qué instrumento es más exacto, la RTD o la Termocupla?</i></p> <p>11. <i>¿Qué porcentaje de error de medición tienen los instrumentos?</i></p> <p>12. <i>¿En qué aplicaciones usaría ud. este tipo de instrumento de medición?</i></p>	

9.	BIBLOGRAFÍA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
CAMPUS SANTO DOMINGO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Marzo 2012-Septiembre 2012

CARRERA	NIVEL	CÓDIGO	ASIGNATURA
Ingeniería Electromecánica	Séptimo		Instrumentación Industrial


PRÁCTICA No.	LABORATORIO	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	FECHA	TIEMPO
9	Automatización	Transmisor de nivel Ultrasónico SI-UM30 salida 4-20mA.		2h

1.	PROPÓSITO.
	Conocer físicamente y familiarizarse con un transmisor de nivel Ultrasónico SI-UM30 salida 4-20mA.

2.	OBJETIVOS.
	<ul style="list-style-type: none"> • Entender que es un transmisor de nivel • Manipular y aprender a instalar el transmisor de nivel. • Determinar el funcionamiento del transmisor de nivel Ultrasónico SI-UM30 salida 4-20mA. • Saber y analizar las múltiples aplicaciones que puede tener un transmisor de nivel en la industria.

3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
	<p>Qué es un transmisor de nivel Ultrasónico.</p> <p>Tipos de transmisor de nivel.</p> <p>Principio de funcionamiento de un transmisor de nivel salida 4-20mA.</p> <p>Aplicaciones de los transmisores de nivel con salida 4-20mA.</p> <p>Ventajas y desventajas</p>

4.	RECURSOS				
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>EQUIPO DE LABORATORIO (cada grupo)</th> <th>MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Un Transmisor de nivel tipo Ultrasónico SI-UM30 salida 4-20mA. • Un indicador de corriente • Indicadores de accionamiento (luz piloto). • Una Fuente de voltaje. • Un tanque de almacenamiento. • Una bomba de agua. • Accesorios de sujeción. • Cables de conexión. </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio impresa. </td> </tr> </tbody> </table>	EQUIPO DE LABORATORIO (cada grupo)	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO	<ul style="list-style-type: none"> • Un Transmisor de nivel tipo Ultrasónico SI-UM30 salida 4-20mA. • Un indicador de corriente • Indicadores de accionamiento (luz piloto). • Una Fuente de voltaje. • Un tanque de almacenamiento. • Una bomba de agua. • Accesorios de sujeción. • Cables de conexión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio impresa.
EQUIPO DE LABORATORIO (cada grupo)	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO				
<ul style="list-style-type: none"> • Un Transmisor de nivel tipo Ultrasónico SI-UM30 salida 4-20mA. • Un indicador de corriente • Indicadores de accionamiento (luz piloto). • Una Fuente de voltaje. • Un tanque de almacenamiento. • Una bomba de agua. • Accesorios de sujeción. • Cables de conexión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio impresa. 				

5.	ESQUEMA DE CONEXIÓN				
6.	PROCEDIMIENTO.				
6.1	<p>Conocer la fuente de alimentación.</p> 	<p>Observar las fuentes de salida de corriente continua y alterna con los respectivos valores de salida y protecciones.</p> <p>Familiarizase con el encendido y apagado de las fuentes.</p>			
6.2	Verificar voltaje de salida	Utilizando un voltímetro conectado a la fuente, comprobar el voltaje de salida.			
6.3	Conectar el indicador digital a la fuente.	Con la ayuda de los cables de conexión, alimentar al indicador de flujo con la fuente de 24 VDC.			
6.4	Ubicación del transmisor	Colocar el transmisor en la cubierta del tanque.			
6.5	Accionamiento de la bomba.	Una vez revisado que todas las conexiones estén bien, proceda a accionar la bomba para el llenado del tanque.			
6.6	Pruebas de medición.	Realizar algunas pruebas de medición de nivel, variando el nivel de líquido en el tanque y determinar el volumen del líquido para cada medición.			
6.7	Tabulación de datos	Registramos los datos obtenidos en una tabla.			
7.	LECTURA Y TABULACIÓN DE DATOS				
no.	Pruebas de temperatura				
1.	Magnitud \ Nivel (mm)	150	300	450	600
2.	Corriente (mA)				
3.	Volumen (cm ³)				

8.	CÁLCULOS Y RESULTADOS.

9.	CONCLUSIONES.

10.	CUESTIONARIO
<i>13. ¿Cuál es el rango mínimo y máximo de detección del sensor de nivel ultrasónico utilizado?</i>	
<i>14. ¿Cuál es el error de lectura existente entre el indicador de corriente y el display del sensor de nivel?</i>	
<i>15. ¿En qué aplicaciones usaría usted este tipo de instrumento de medición?</i>	

11.	BIBLOGRAFÍA

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En base a la distribución de los equipos implementados en el módulo dinámico y como segundo plano las dimensiones permitidas para la ubicación del mismo en el laboratorio, hemos realizado el diseño para su instalación, en el cual caben todos los instrumentos de medición y detección con una interfaz dinámica compuesta por borneras aisladas que permiten la conexión y desconexión de cada instrumento de manera fácil y segura.
- Adquirimos todos los materiales necesarios para la medición de las variables propuestas en los objetivos de esta tesis, con la particularidad de que algunos equipos especiales tuvieron que ser importados.
- Se realizaron pruebas con cada equipo instalado en el módulo comprobando las conexiones y se verificó la efectividad del funcionamiento de cada uno de estos. Con la particularidad de que el indicador de flujo tipo turbina necesitaba un acondicionador de pulsos para enviar la señal requerida al PLC Twido, dicho acondicionador se instaló en el indicador de flujo y comprobó su correcto funcionamiento en el PLC mencionado.
- Se realizó una plantilla con 10 prácticas de laboratorio de Instrumentación Industrial, las cuales son una guía para el docente y los estudiantes, el docente podrá aumentar, cambiar o disminuir el número de prácticas que necesitará para infundir su cátedra.
- Realizamos la transcripción de todos los manuales de los equipos instalados en el módulo, como un respaldo en caso de perderse los catálogos del fabricante.
- Con la construcción de este módulo complementamos significativamente los conocimientos recibidos en la cátedra de Instrumentación Industrial.

5.2 Recomendaciones

- Antes de realizar cualquier práctica en el Módulo de Instrumentación Industrial, es necesario revisar el manual de funcionamiento de los equipos que vayan a necesitar, para asegurar la correcta utilización de los equipos y de esta manera prolongar su vida útil.
- Si se van a realizar pruebas utilizando los sensores de Presión, Nivel y Flujo, asegurarse de unir muy bien los empates en las tuberías mediante “las universales”, para evitar cualquier fuga de agua que pueda ocasionar problemas al momento de realizar las prácticas.
- Retirar la RTD o la termocupla, si se desea retirar la tapa del Panel Base Inferior, ya sea para revisar conexiones o manipular la tubería.

NOTA: Es muy importante que no se retire la Tapa del Panel Base Inferior, si se encuentra incrustada la RTD-PT100 o la termocupla tipo “J”, ya que el bulbo metálico puede doblarse, esto no afecta la lectura pero si el tiempo de vida del equipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Autómatas Programables Y Sistemas De Automatización - 2ª ed. Coedición: Alfaomega, Marcombo | MANDADO, Enrique, ACEVEDO, Jorge, FERNÁNDEZ, Celso, ARMESTO, José.
2. Autómatas Programables, Josep Balcells, José Luis Romeral.
3. Automatización De Maniobras Industriales - Mediante Autómatas Programables, Universidad Politécnica de Valencia | PÉREZ, Juan, PINEDA, Manuel.
4. Control Industrial, 2002. Cuarta Edición, Addison - Wesley Iberoamericana, 1989.
5. DORF, RICHARD, Sistemas Modernos de Control Teoría y Práctica,
6. Electricidad, Teoría de circuitos Y Magnetismo - 2ª ed. Alfaomega, Ediciones UPC FERNÁNDEZ, Goncál, FERNÁNDEZ, Julián.
7. Gómez A. “NTC, Negative Temperature Coefficient”, <http://tec.upc.es/NTCs.pdf>.
8. GOODWIN, G.C., GRAEBE, S.F. y SALGADO, M.E. , Control Design
9. Instrumentación Industrial, 8va edición, Alfonso Creus.
10. Instrumentos Electrónicos Básicos, Alfaomega, Marcombo | PALLÁS, Ramón.
11. Mecatrónica, Sensores de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica, 3ra edición, W. Bolton.
12. Mediciones Mecánicas - Teoría Y Diseño - 4. Ed, Edición: Alfaomega | BEASLEY, Donald, FIGLIOLA, Richard.
13. Muestreados”, Artículo Técnico, Disponible en <http://www.mstarlabs.com/docs/tn031.html>.
14. Procesos Teoría y Práctica, Primera Edición, Editorial Limusa, 1991.
15. Sensores de posición, disponible en:<http://es.scribd.com/doc/95215624/sensores-de-posicion>.
16. SMITH, CARLOS y CORRIPIO, ARMANDO, Control Automático de
17. SPORTELLI, G., NOSSA, C. y, MARTINEZ, I., “Sistemas de Control Systems, Segunda Edición, Prentice Hall, 2001.
18. Universidad Nacional de Quilmes, Departamento de Automatización y

19. <http://dwylner.nei.com.br/>
20. http://www.dwyer-inst.com/index_sp.cfm.
21. <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/sensores-temperatura.htm>.
22. [www.fing.edu.uy/iimpi/.../080306- **Sensores** -parte_II. **Temperatura** . Pdf](http://www.fing.edu.uy/iimpi/.../080306-Sensores-partes-II.Temperatura.Pdf).
23. <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/sensor-proximidad-71759.html>.
24. http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/24_SENTORES_INDUCTIVOS.PDF.
25. http://www.optex-fa.pe/sensores_fotoelectricos_peru.php.
26. http://www.optex-fa.pe/sensores_de_fibra_brf.php.
27. <http://www.nbcargentina.com.ar/products/index/6/transmisores-de-peso-analogicos-y-digitales>.
28. <http://mysick.com/saqqara/im0032205.pdf>.
29. <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/temperature-controller-btc-901--235004352.html>
30. <http://www.direct-industry.com>.

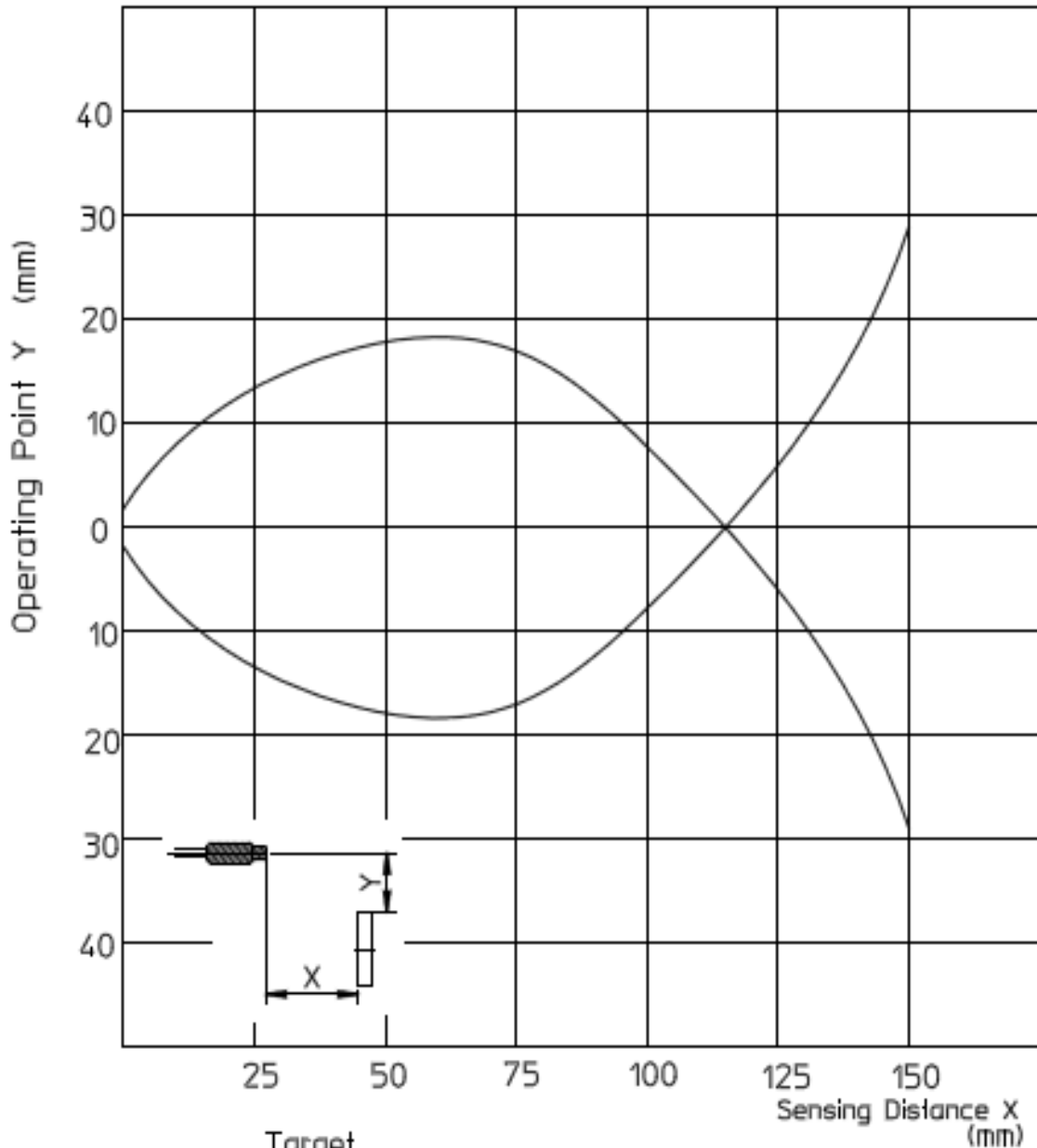
ANEXOS

ANEXO N° 1

CURVAS DE FUNCIONAMIENTO

X83-W354

SENSOR DE FIBRA ÓPTICA



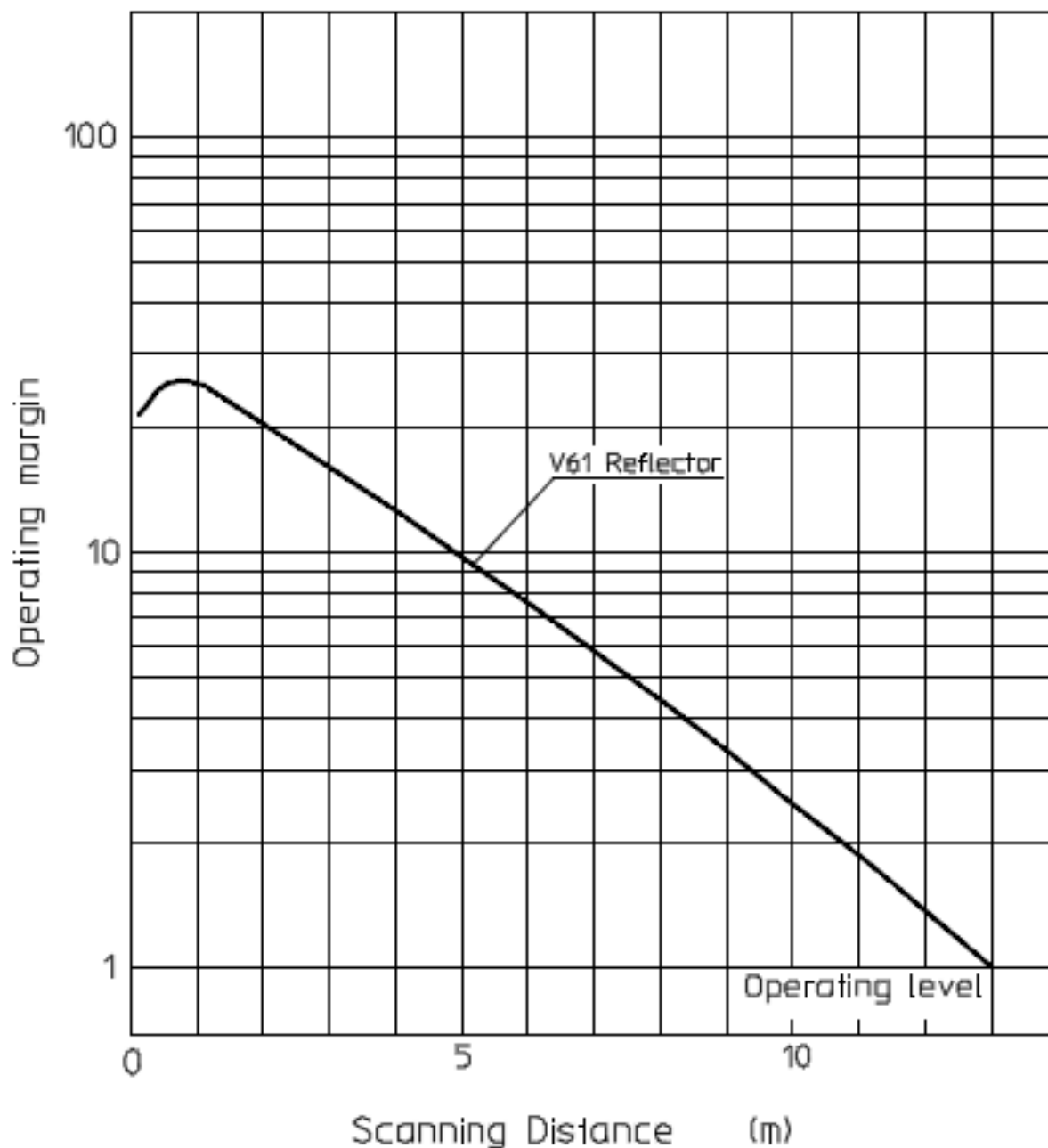
Target
White at 90% reflectance (250X200mm)


CON/NO	QUAN	NAME	MATERIAL	STANDARD	DISPOSAL	REMARKS
A4	SCALE X	UNT X	DATE 2005.6.1	DESCRIPTION Normal with		
APPROVED BY K.Matsumoto	CHECKED BY R.Kumo	DRAWN BY Y.shirakawa	DESIGNED BY Y.shirakawa	ITEM Sensing Area		
3RD ANGLE PROJECTION	CO.,LTD.			DRAWING NO	X83-W354	

DB01
DB02
DK23

SENSOR FOTOELÉCTRICO

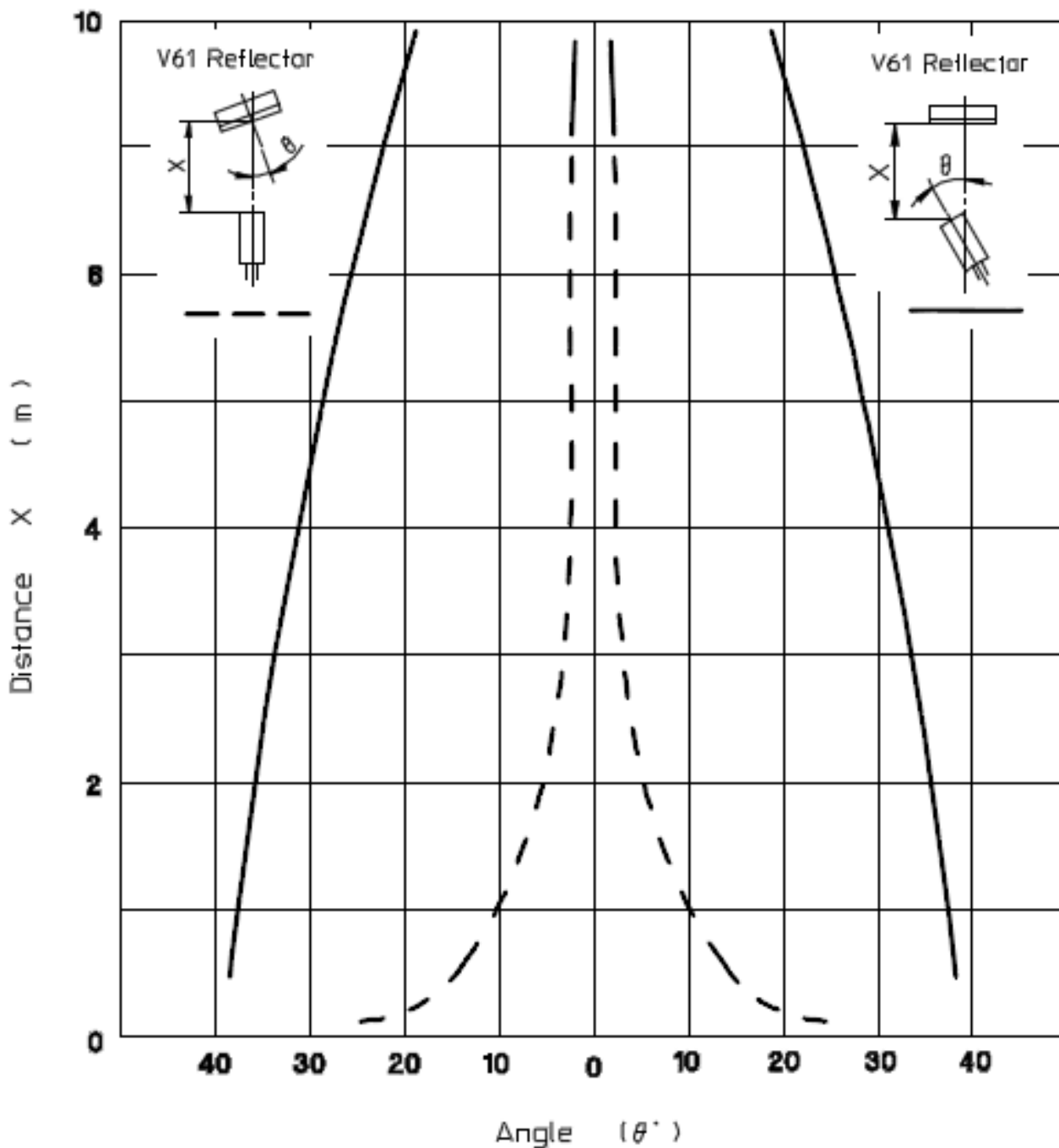
X71-W012



CONNO	QUAN	NAME	MATERIAL	STANDARD	DISPOSAL	REMARKS
A4	SCALE X	UNIT X	DATE 1998.11.20	DESCRIPTION V3R-1000/V4R-1000		
APPROVED BY K.Matsumoto	CHECKED BY R.Kuma	DRAWN BY K.Matsumoto	DESIGNED BY K.Matsumoto	ITEM Operating margin		
3RD ANGLE PROJECTION	 SICK OPTEX CO.,LTD.			DRAWING NO	X71-W012	

X71-W031

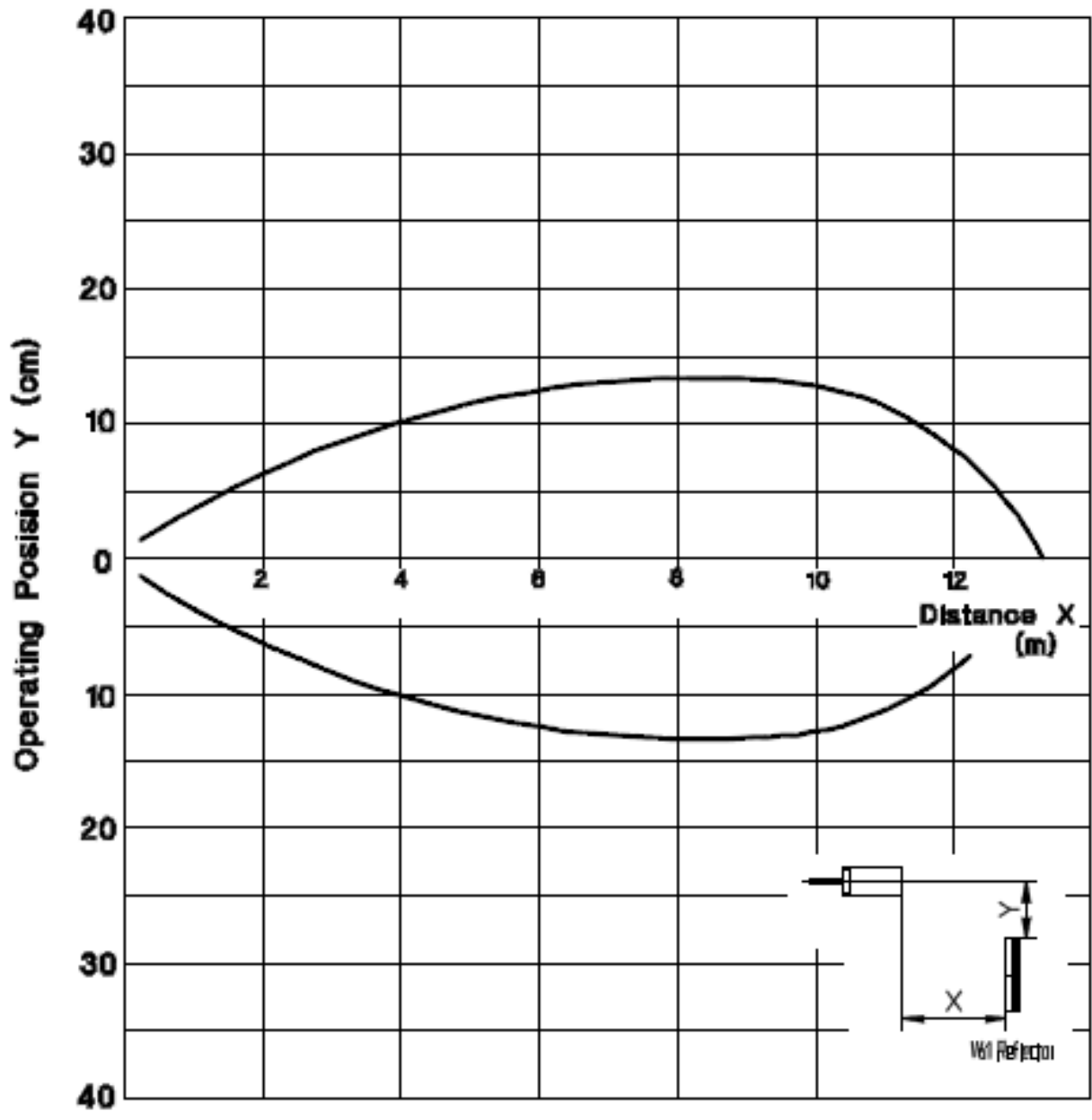
SENSOR FOTOELÉCTRICO



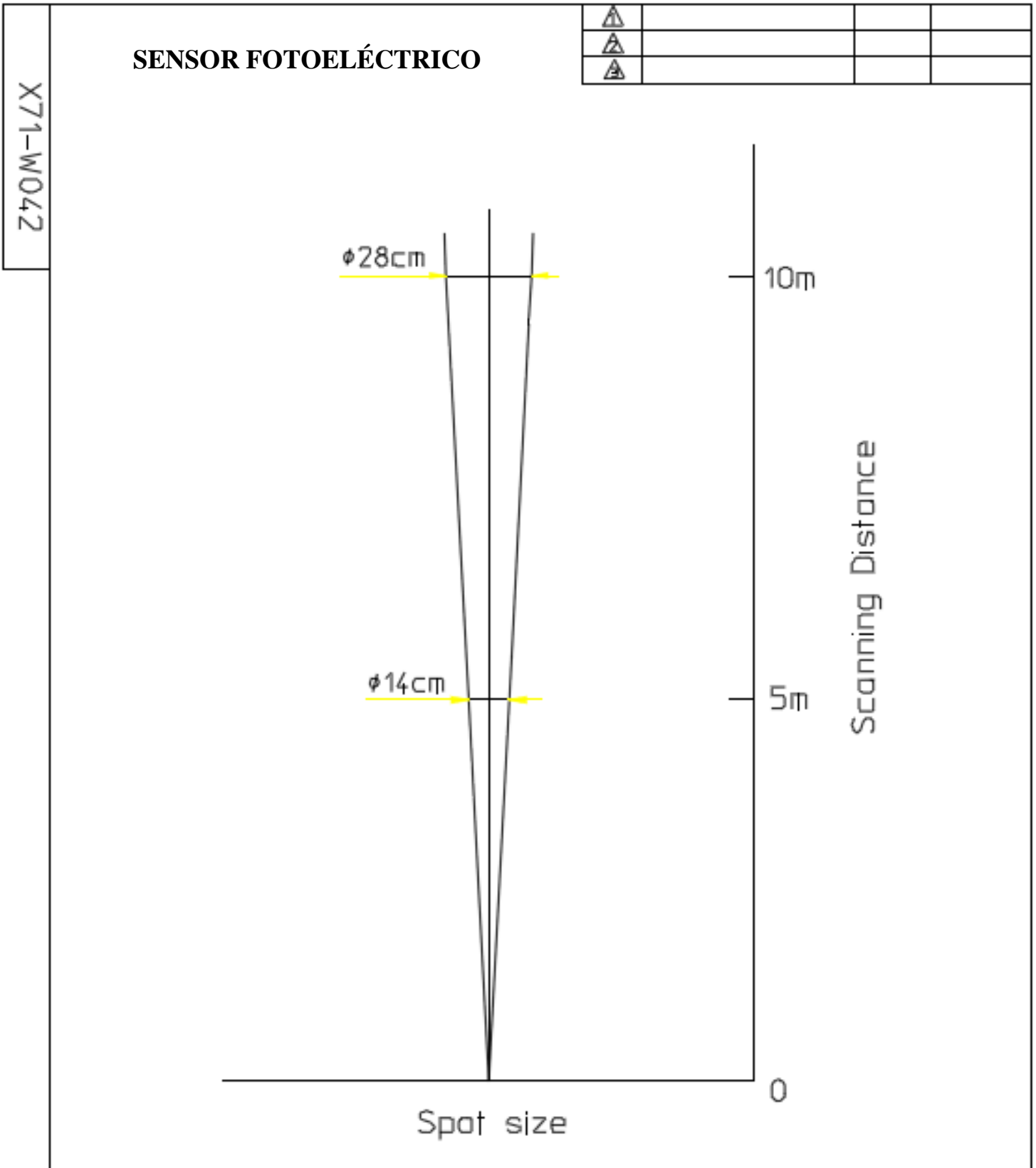
CON/NO	QUAN	NAME	MATERIAL	STANDARD	DISPOSAL	REMARKS
A4	SCALE X	UNIT X	DATE 2003.6.13	DESCRIPTION V3R-1000/V4R-1000		
APPROVED BY K.Matsumoto	CHECKED BY R.Kuno	DRAWN BY K.Matsumoto	DESIGNED BY K.Matsumoto	ITEM Angle		
3RD ANGLE PROJECTION	SICK OPTEX CO.,LTD.		DRAWING NO	X71-W031		

X71-W021

SENSOR FOTOELÉCTRICO



CONNO	QUAN	NAME	MATERIAL	STANDARD	DISPOSAL	REMARKS
A4	SCALE X	UNIT X	DATE 2003 8 13	DESCRIPTION V3R-1000/V4R-1000		
APPROVED BY K.Matsumoto	CHECKED BY R.Kumo	DRAWN BY K.Matsumoto	DESIGNED BY K.Matsumoto	ITEM Operating Posision		
3RD ANGLE PROJECTION	SICK OPTIX CO.,LTD.		DRAWING NO	X71-W021		



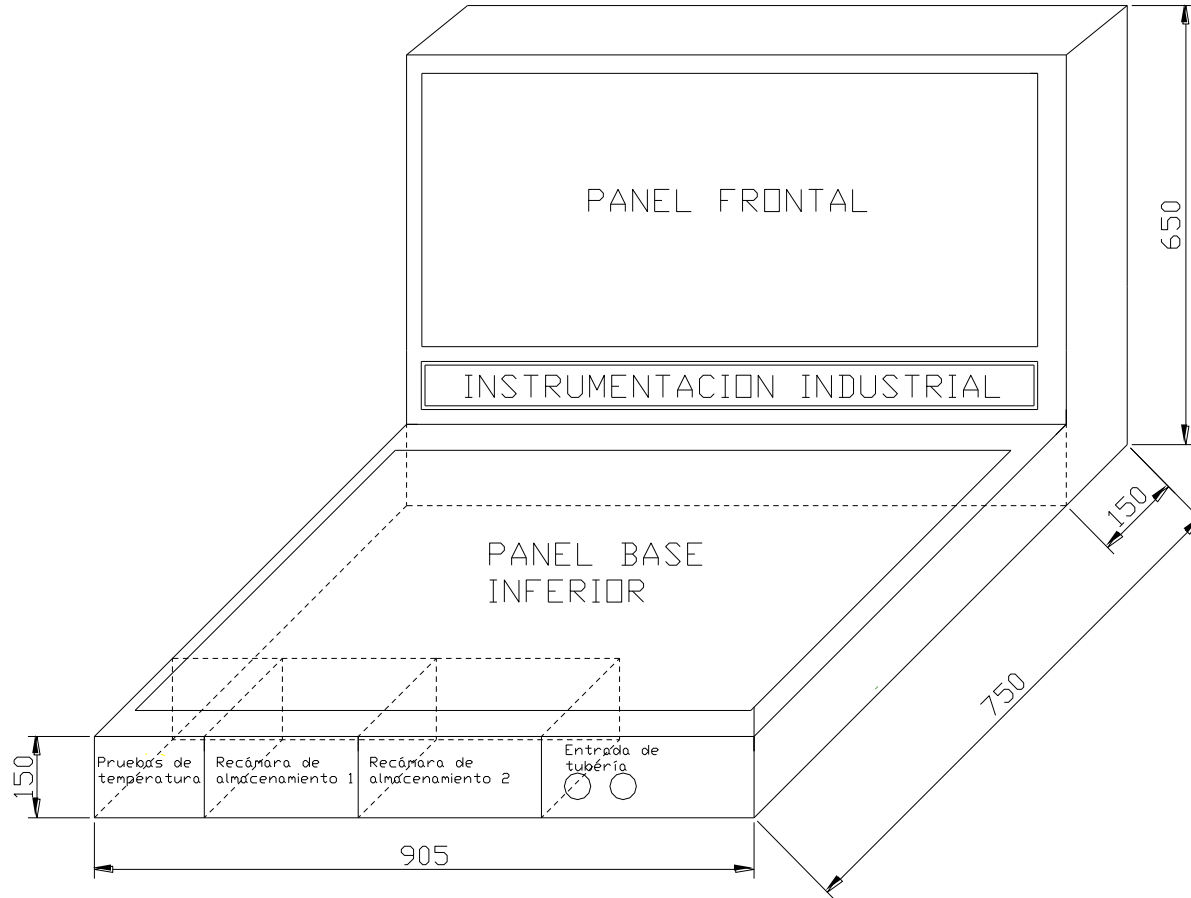
△			
△			
△			

CONNO	QUAN	NAME		MATERIAL	STANDARD	DISPOSAL	REMARKS
A4	SCALE X	UNT X	DATE 2003.6.13	DESCRIPTION V3R-1000/V4R-1000			
APPROVED BY K.Matsumoto	CHECKED BY R.Kuma	DRAWN BY K.Matsumoto	DESIGNED BY K.Matsumoto	ITEM Spot Size			
3RD ANGLE PROJECTION	SICK OPTIX CO.,LTD.			DRAWING NO X71-W042			

ANEXO N° 2

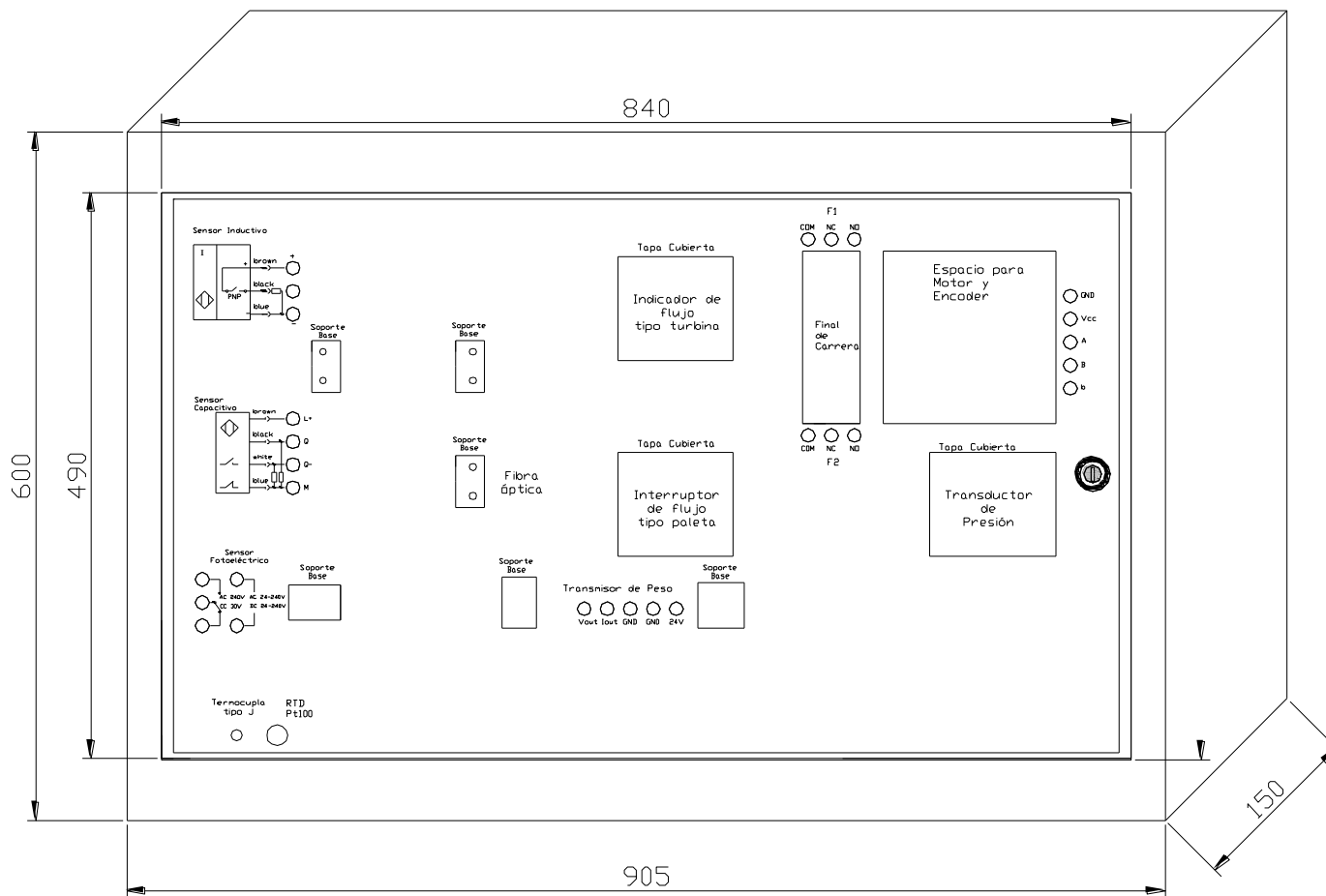
DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL MÓDULO DINÁMICO DE INSTRUMENTACIÓN

ESTRUCTURA METÁLICA COMPLETA DEL MÓDULO DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL	DESCRIPCIÓN MÓDULO DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL	Nombre: Jean Carlos Simancas Luis Miguel Ordoñez	
Escuela de Ing. Electromecánica		Fecha: 27-05-2012	Revisado:
Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial		Códigos: MDIT	Lámina 01

ESTRUCTURA METÁLICA PANEL BASE INFERIOR 600 X 905 X 150

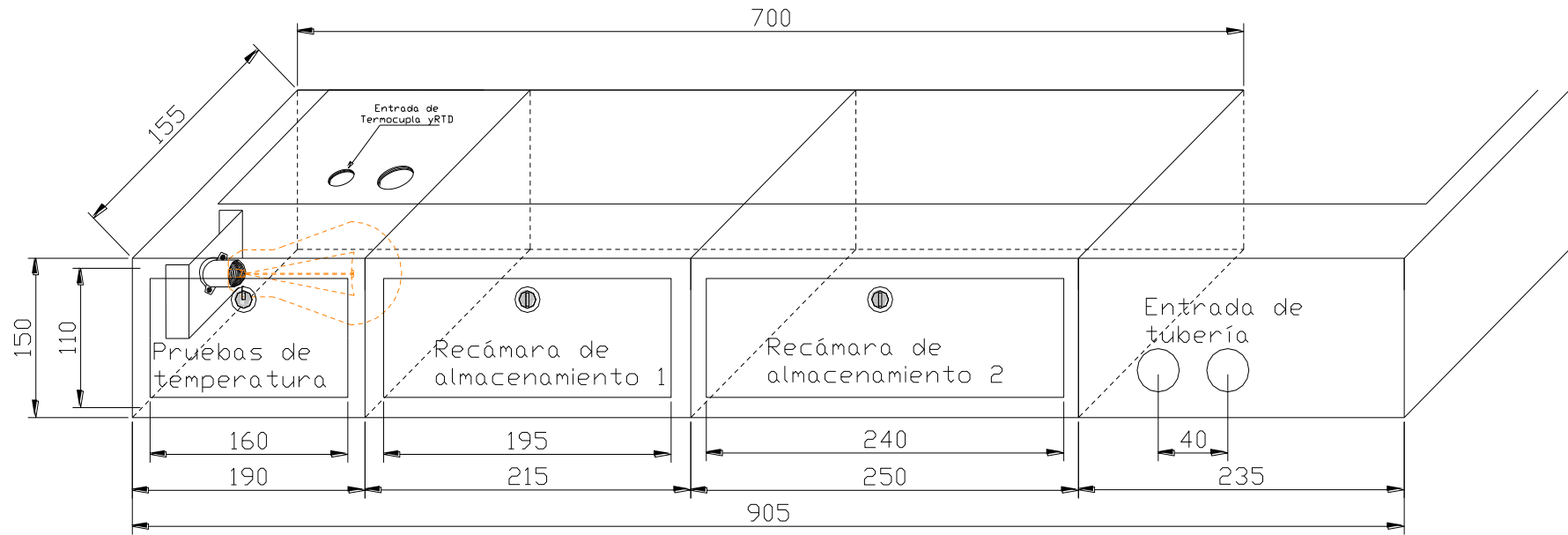


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Escuela de Ing. Electromecánica
Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial

DESCRIPCIÓN MÓDULO DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL
--

Nombre: Jean Carlos Simancas Luis Miguel Ordoñez	
Fecha: 27-05-2012	Revisado:
Códigos: MDIT	Lámina 03

ESTRUCTURA METÁLICA FRONTAL RECÁMARAS INFERIORES



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL	DESCRIPCIÓN MÓDULO DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL	Nombre: Jean Carlos Simancas Luis Miguel Ordoñez	
Escuela de Ing. Electromecánica		Fecha: 27-05-2012	Revisado:
Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial		Códigos: MDIT	Lámina 04

ANEXO N° 3

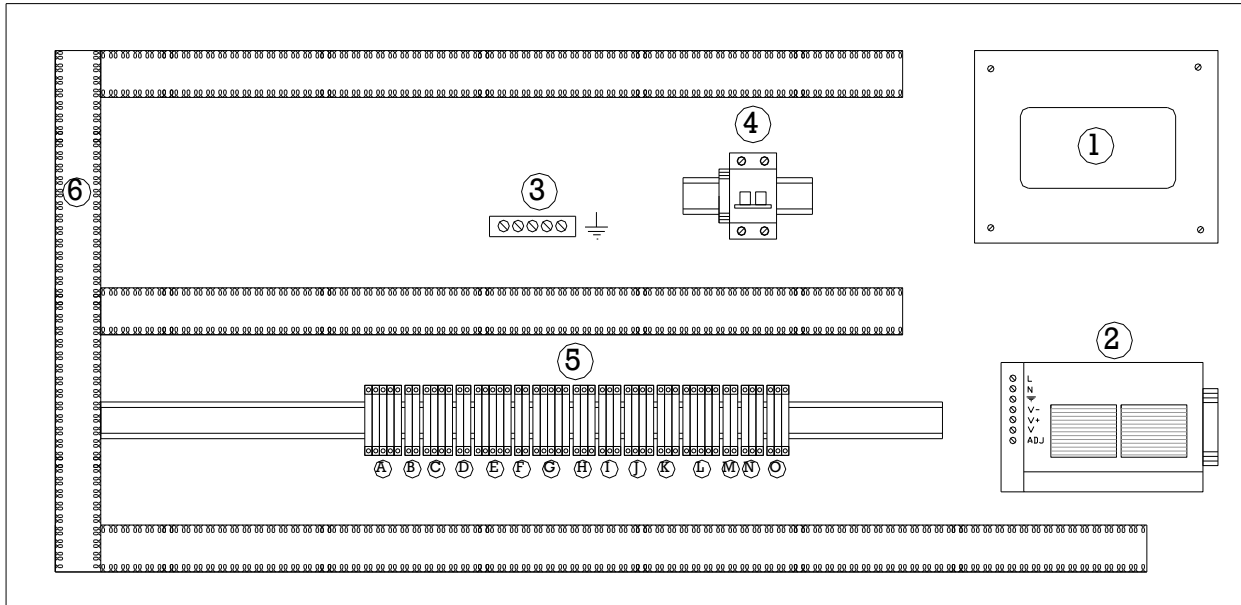
DIAGRAMAS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

DESCRIPCION DE ELEMENTOS ²⁸¹

- 1.- TRANSMISOR DE CELDA DA CARGA SALIDA 4-20mA
- 2.- FUENTE DE 24VDC.
- 3.- BORNERAS DE PUESTA A TIERRA.
- 4.- BREAKER DE FUENTE 24VDC 2 POLOS 4Amp.
- 5.- BORNERAS PARA CONEXION DE EQUIPOS,

- 5A.- SENSOR ULTRASÓNICO.
- 5B.- INTERRUPTOR DE FLUJO TIPO PALETA .
- 5C.- INDICADOR DE FLUJO TIPO TURBINA SALIDA DE PULSOS
- 5D.- TRANSDUCTOR DE PRESIÓN.
- 5E.- TRANSMISOR DE CELDA DE CARGA.
- 5F.- MOTOR DC.
- 5G.- ENCODER.
- 5H.- FINAL DE CARRERA 1.
- 5I.- FINAL DE CARRERA 2.
- 5J.- SENSOR CAPACITIVO.
- 5K.- SENSOR INDUCTIVO.
- 5L.- SENSOR FOTOELÉCTRICO.
- 5M.- DIMMER.
- 5N.- TERMOCUPLA TIPO J.
- 5O.- RTD-PT100.

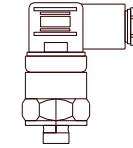
- 6.- CANALETA RANURADA 25X25cm.



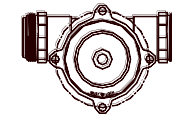
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL	DISPOSICION DE EQUIPOS EN INTERIOR DEL PANEL FRONTAL	Nombre: Jean Carlos Simancas Luis Miguel Ordoñez	
Escuela de Ing. Electromecánica		Fecha: 27-05-2012	Revisado:
Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial		Códigos: MDIT	Lámina 01

DESCRIPCION DE ELEMENTOS

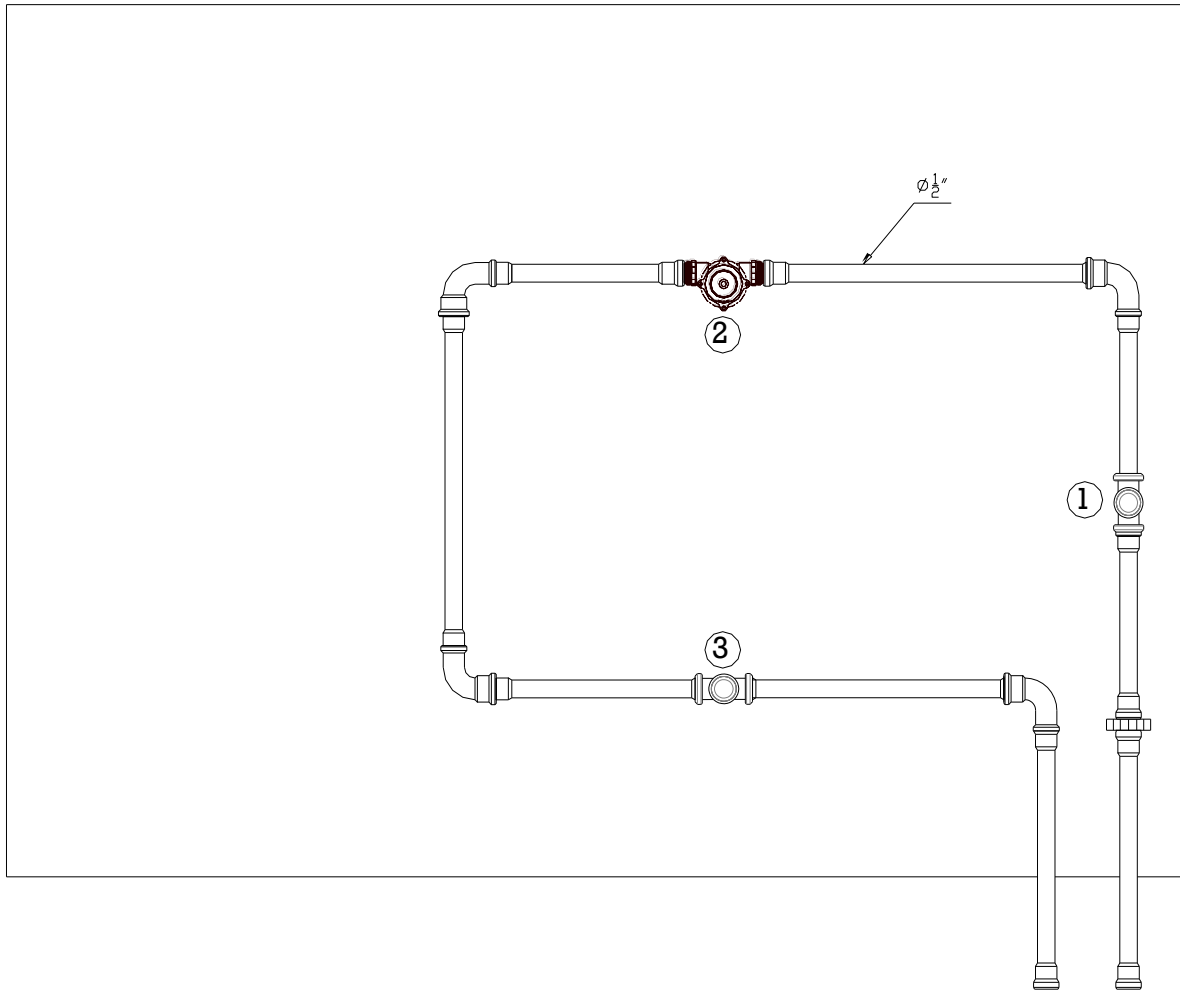
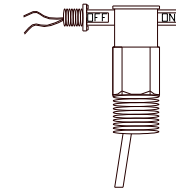
1.- TRANSDUCTOR DE PRESIÓN 0-200PSI, SALIDA 4-20mA



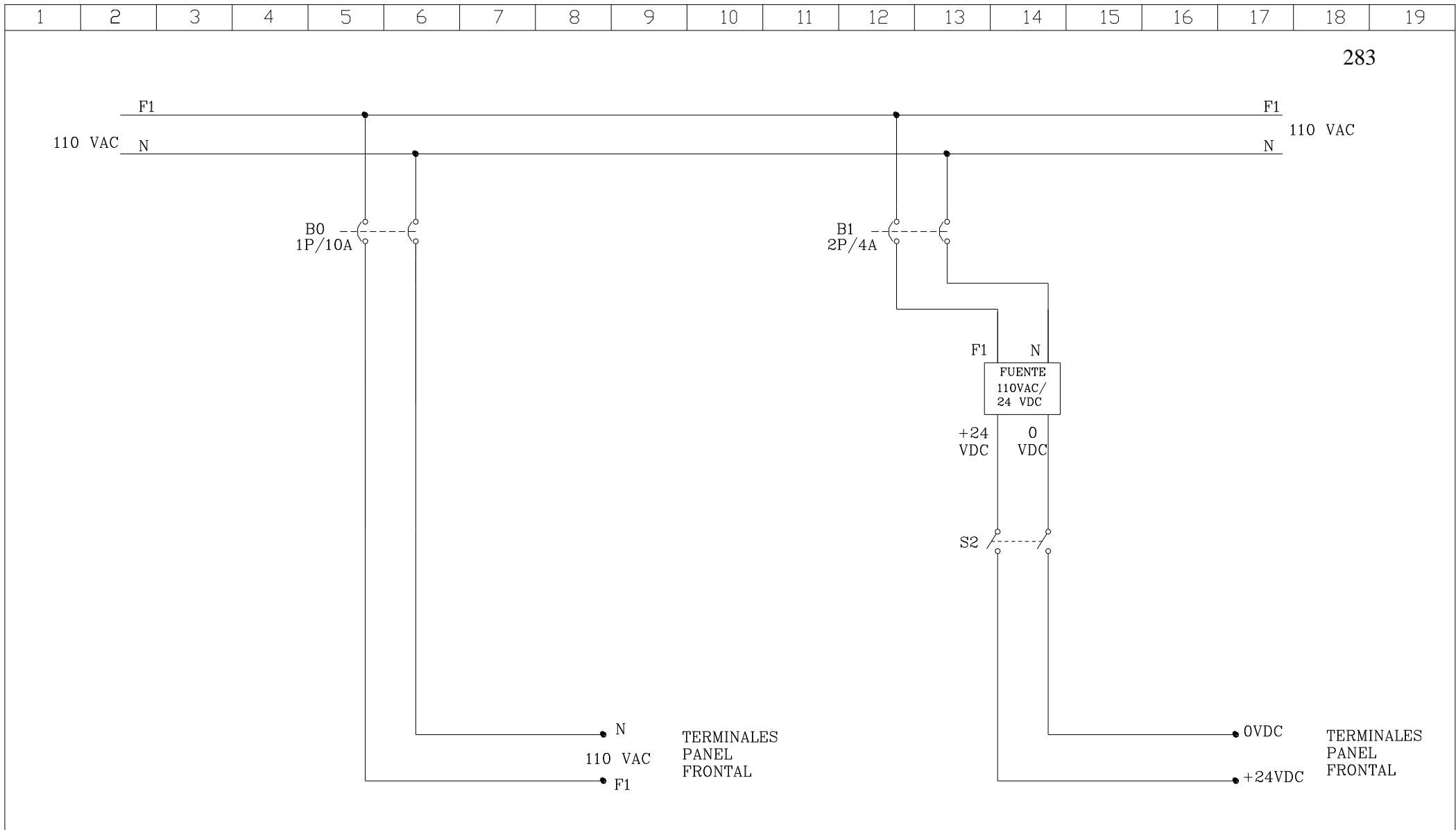
2.- INDICADOR DE FLUJO CON SALIDA DE PULSOS.



3.- INTERRUPTOR DE FLUJO TIPO PALETA.

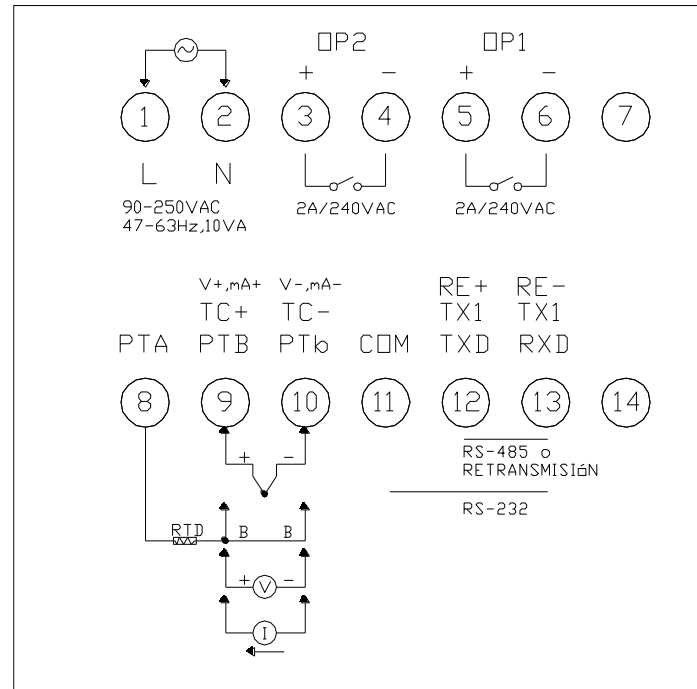


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL	DISPOSICION DE EQUIPOS EN INTERIOR DEL PANEL BASE INFERIOR	Nombre: Jean Carlos Simancas Luis Miguel Ordoñez	
Escuela de Ing. Electromecánica		Fecha: 27-05-2012	Revisado:
Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial		Códigos: MDIT	Lámina 02



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL	DISTRIBUCION DE ALIMENTACION A 110Vac	Nombre: Jean Carlos Simancas Luis Miguel Ordoñez	
Escuela de Ing. Electromecánica		Fecha: 27-05-2012	Revisado:
Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial		Códigos: MDIT	Lámina 03

INDICADOR C-21



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Escuela de Ing. Electromecánica

Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial

CONEXIÓN DE LOS INDICADORES DE CORRIENTE MODELO C-21

Nombre: Jean Carlos Simancas
Luis Miguel Ordoñez

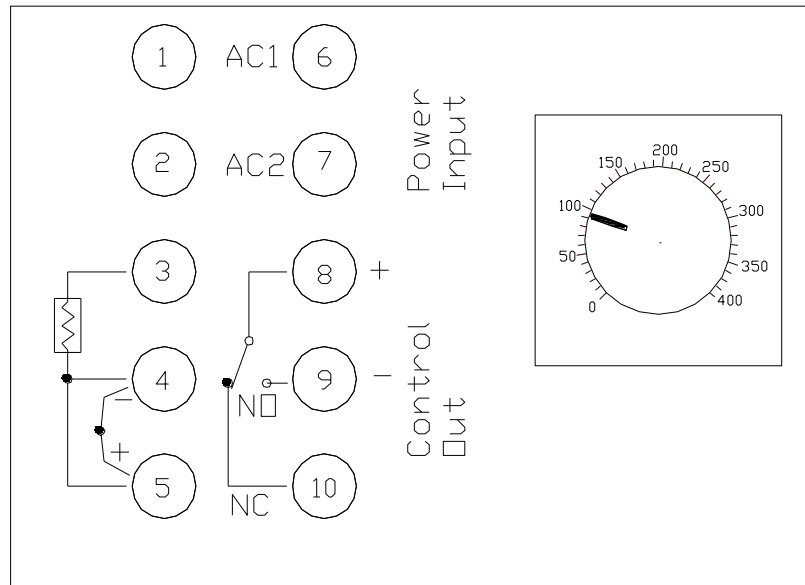
Fecha: 27-05-2012

Revisado:

Códigos: MDIT

Lámina 04

CONTROL TEMPERATURA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Escuela de Ing. Electromecánica

Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial

CONEXIÓN CONTROLADOR DE TEMPERATURA

Nombre: Jean Carlos Simancas
Luis Miguel Ordoñez

Fecha: 27-05-2012

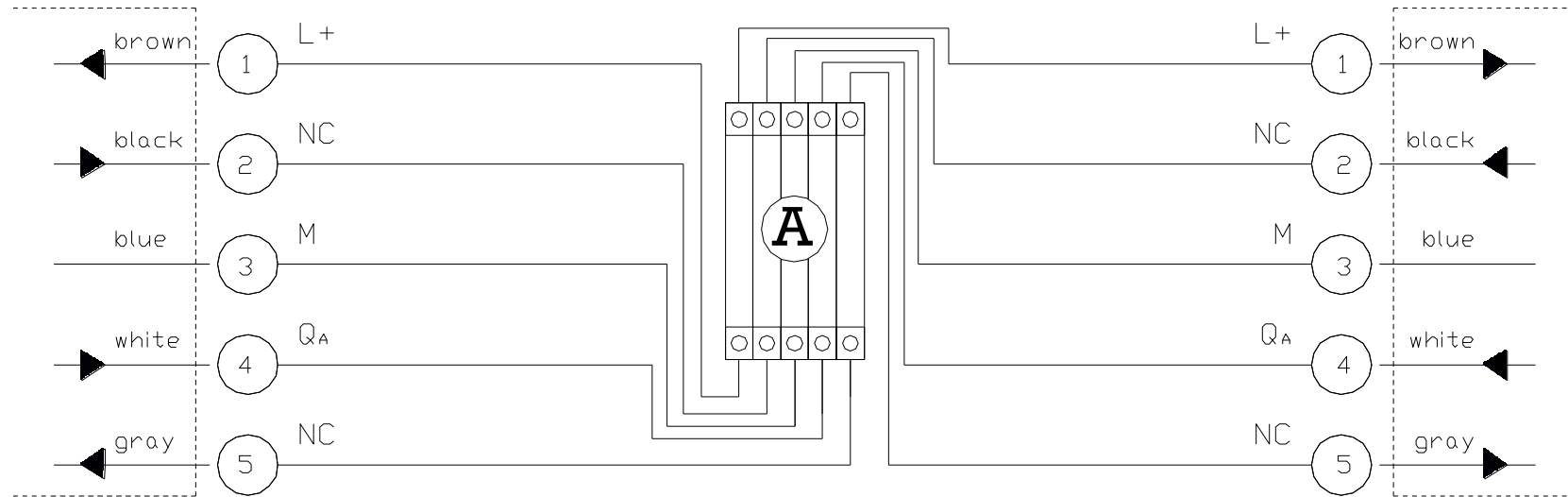
Revisado:

Códigos: MDIT

Lámina 05

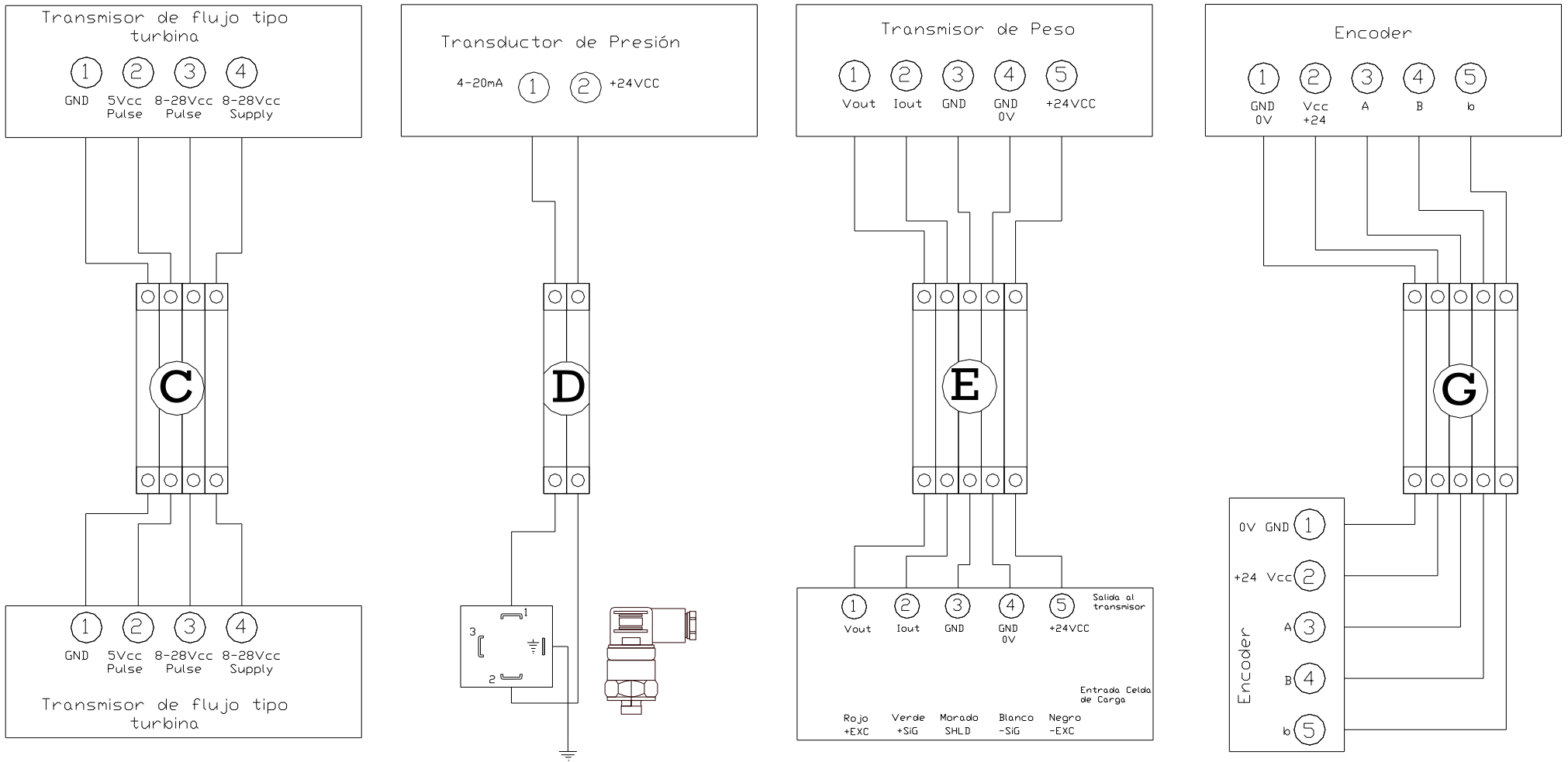
Sensor de nivel
Ultrasónico

Vista en el
Panel Frontal



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL	CONEXIÓN SENSOR ULTRASÓNICO SALIDA 4-20mA	Nombre: Jean Carlos Simancas Luis Miguel Ordoñez	
Escuela de Ing. Electromecánica		Fecha: 27-05-2012	Revisado:
Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial		Códigos: MDIT	Lámina 06

VISTA EN EL PANEL
FRONTAL



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

CONEXIÓN DE::

- * INDICADOR DE FLUJO TIPO TURBINA
- * TRANSDUCTOR DE PRESIÓN
- * TRANSMISOR DE CELDA DE CARGA
- * ENCODER

Nombre: Jean Carlos Simancas
Luis Miguel Ordoñez

Escuela de Ing. Electromecánica

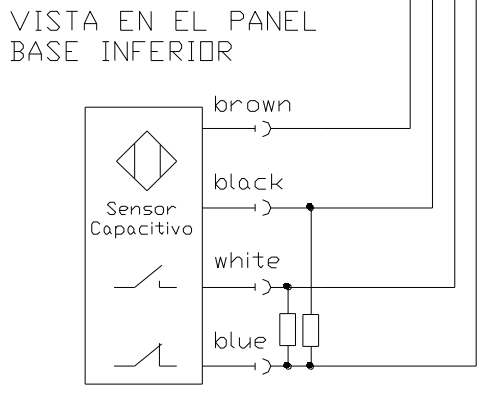
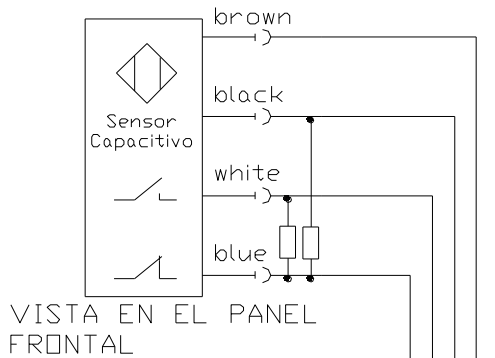
Fecha: 27-05-2012

Revisado:

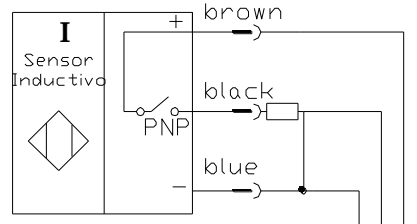
Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial

Códigos: MDIT

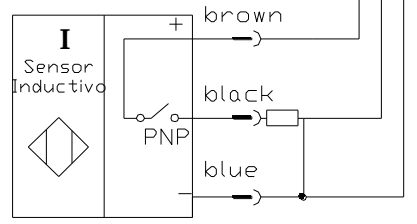
Lámina 07



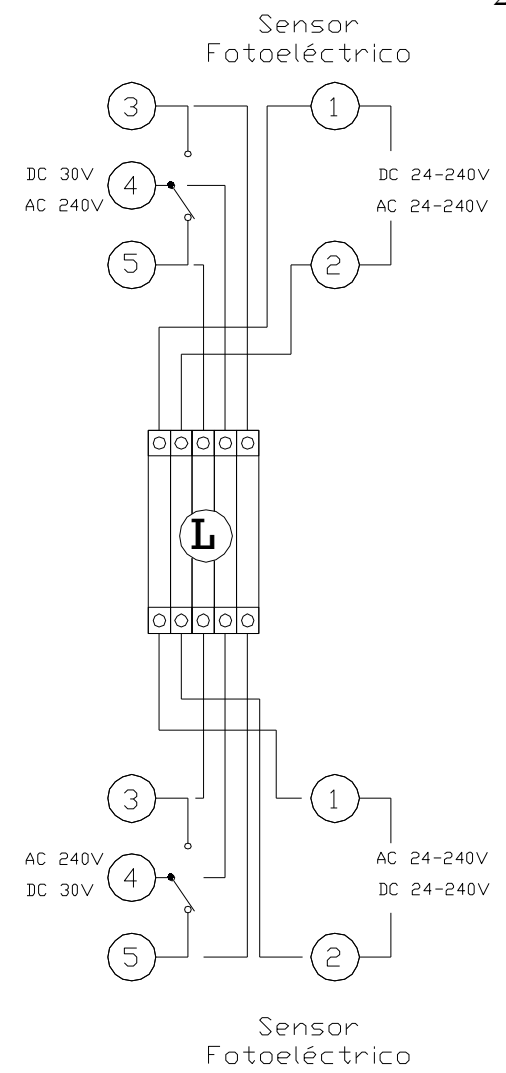
- ① Café
- ② Negro
- ③ Blanco
- ④ Azul



- ③ Azul
- ② Negro
- ① Café



- ① Café
- ② Negro
- ③ Azul



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Escuela de Ing. Electromecánica

Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial

CONEXIÓN DE:

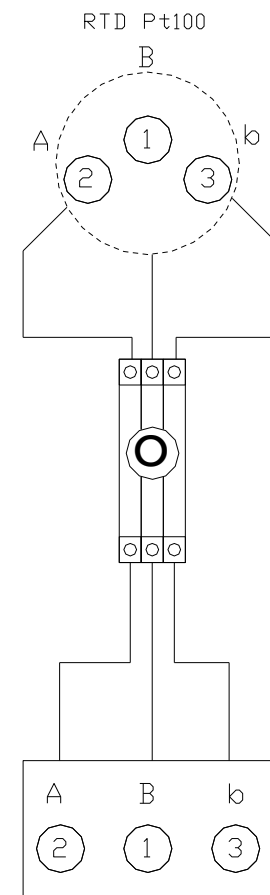
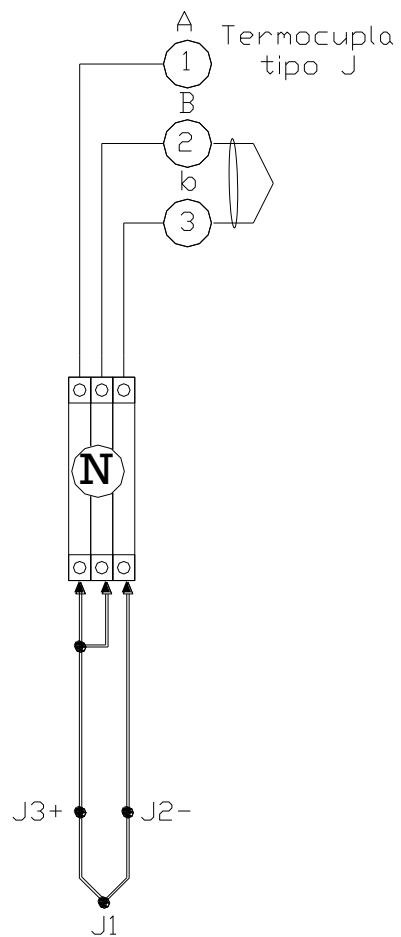
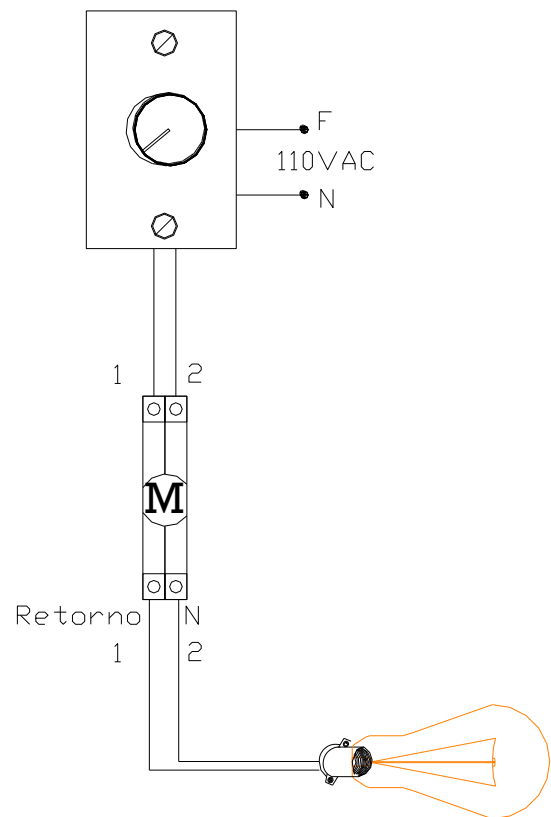
- * SENSOR CAPACITIVO
- * SENSOR INDUCTIVO
- * SENSOR FOTOELECTRICO

Nombre: Jean Carlos Simancas
Luis Miguel Ordoñez

Fecha: 27-05-2012 Revisado:

Códigos: MDIT Lámina 08

VISTA EN EL PANEL
FRONTAL



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

CONEXIÓN DE:
* DIMMER-FOCO
* TERMOCUPLA
* RTD-PT100

Nombre: Jean Carlos Simancas
Luis Miguel Ordoñez

Escuela de Ing. Electromecánica

Fecha: 27-05-2012

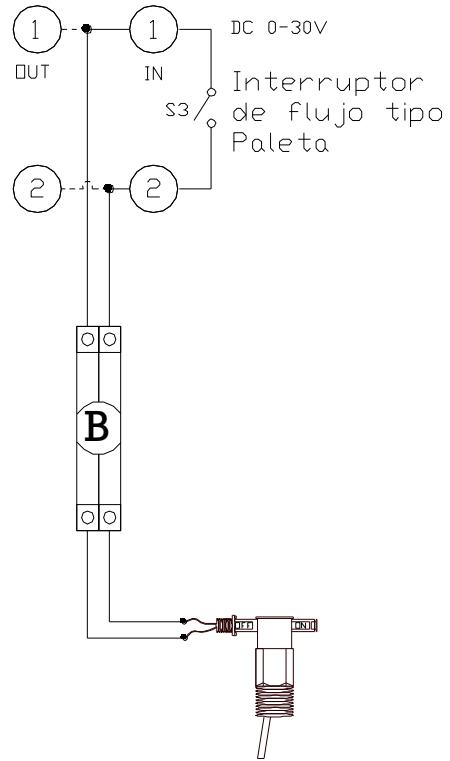
Revisado:

Módulo Dinámico de Instrumentación
Industrial

Códigos: MDIT

Lámina 09

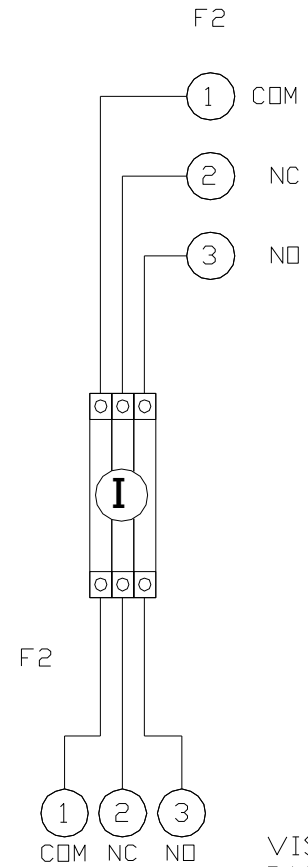
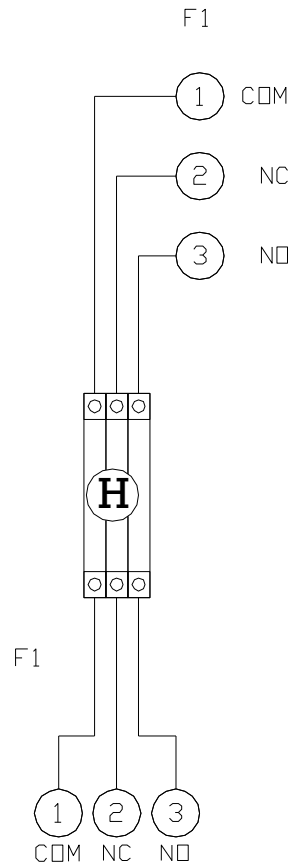
VISTA EN EL PANEL FRONTAL



INTERRUPTOR INSTALDO EN LA TUBERÍA

VISTA EN EL PANEL FRONTAL

Finales de Carrera



VISTA EN EL PANEL BASE INFERIOR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Escuela de Ing. Electromecánica

Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial

CONEXIÓN DE:
 * INTERRUPTOR DE FLUJO TIPO PALETA
 * FINALES DE CARRERA F1 Y F2.

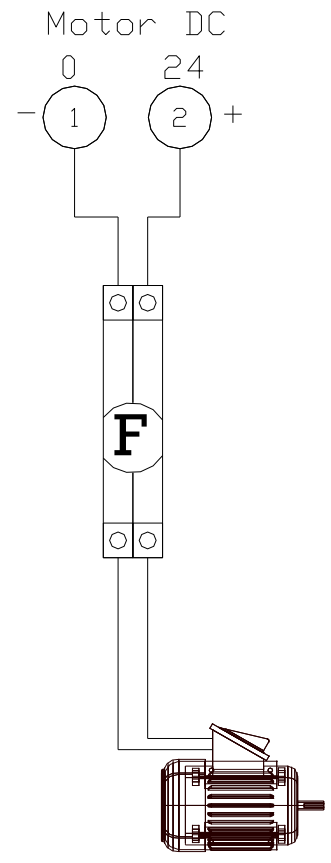
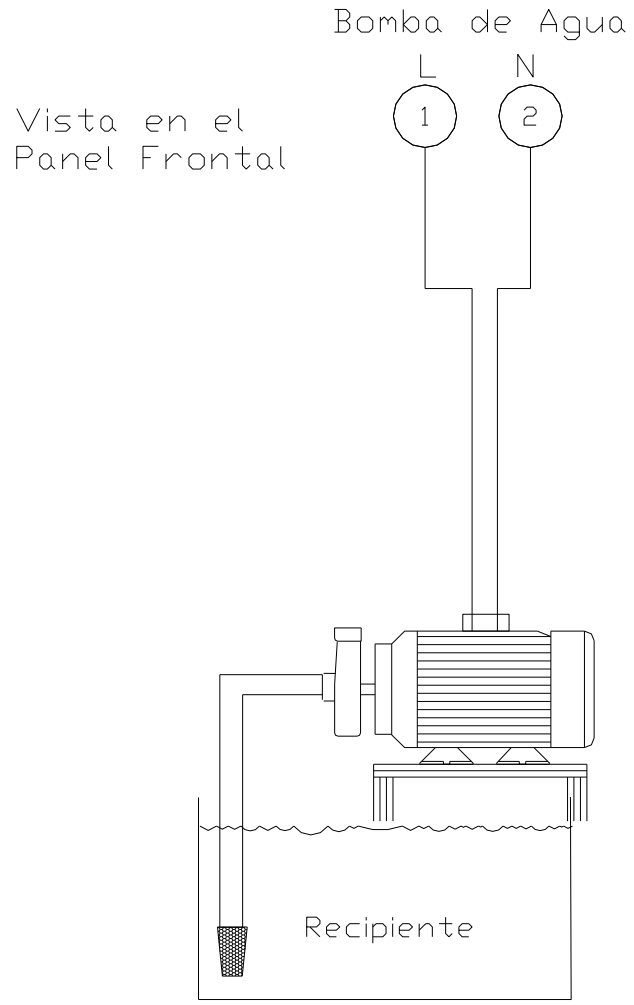
Nombre: Jean Carlos Simancas
 Luis Miguel Ordoñez

Fecha: 27-05-2012

Revisado:

Códigos: MDIT

Lámina 10



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL	CONEXIÓN DE: * MOTOR DC * BOMBA DE AGUA.	Nombre: Jean Carlos Simancas Luis Miguel Ordoñez	
Escuela de Ing. Electromecánica		Fecha: 27-05-2012	Revisado:
Módulo Dinámico de Instrumentación Industrial		Códigos: MDIT	Lámina 11

