

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL A
DISTANCIA DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL
SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
NEUMÁTICA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE TOYOTA DE
VENEZUELA”**

**Realizado por
Staling José Rodríguez Ducallín**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO ELECTRICISTA**

Barcelona, Marzo de 2009

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL A
DISTANCIA DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL
SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
NEUMÁTICA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE TOYOTA DE
VENEZUELA”**

Ing. Luis Parraguez

Asesor Académico

Ing. Edgar Cotoret

Asesor Industrial

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO ELECTRICISTA**

Barcelona, Marzo de 2009

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL A
DISTANCIA DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL
SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
NEUMÁTICA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE TOYOTA DE
VENEZUELA”**

Ing. Luis Parraguez
Asesor Académico

Ing. Margarita Heraoui
Jurado principal

Ing. Félix García
Jurado Principal

Barcelona, Marzo de 2009

RESOLUCIÓN

Artículo 44 del Reglamento de trabajos de grado de la Universidad de Oriente:

“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo notificará al Consejo Universitario”

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo a:

Mi padre, mi madre y mis hermanos por ser quienes me motivan a alcanzar mis metas y quienes siempre han estado a mi lado brindándome apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a:

Dios, sobre todas las cosas, por siempre brindarme su protección e indicarme el camino a seguir.

Toyota de Venezuela, por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de grado dentro de sus instalaciones.

Todo el personal del departamento de mantenimiento de la empresa, por brindarme un agradable ambiente laboral y por ser amigos más que compañeros de trabajo.

Agradecimientos especiales a: Ingeniero Luis Parraguez de la Universidad de Oriente. Frank Loroño e Ingenieros Edgar Cotoret y Franklin Rincones de la empresa Toyota de Venezuela, por el valioso aporte en el incremento de mis conocimientos en cuanto a la rama de la electrónica industrial y la redacción de informes técnicos.

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el diseño de un sistema de supervisión y control a distancia de los parámetros de operación del sistema de generación y distribución de energía neumática de la empresa Toyota de Venezuela. Este se llevó a cabo con el fin de brindar al departamento de mantenimiento de esta empresa una herramienta ampliamente utilizable para la programación de precisas jornadas laborales de mantenimiento preventivo, basándose en los datos recolectados por el sistema. De igual manera, el sistema muestra la magnitud de parámetros que influyen directamente en la producción y la calidad del producto elaborado así como en el tiempo de vida útil de los equipos de la planta. El diseño se realizó de acuerdo a las exigencias de la empresa y utilizando equipos y materiales de fabricantes que poseen estrechas relaciones comerciales con la misma. Básicamente el sistema de supervisión y control toma medidas de los parámetros presión, humedad, temperatura, corriente y señales de condiciones mediante sensores ubicados en el sistema. Las señales eléctricas emitidas por estos sensores se acondicionan para ser transmitidas como señales de corriente dentro del rango estandarizado de 4-20 mA, “telemida por corriente” y se concentran en un controlador lógico programable encargado de evaluar el parámetro y definir si se encuentra dentro de su rango normal de operación. Los datos generados por los sensores y procesados por el PLC, se almacenan en la memoria de este último, de donde son tomados por una interfaz gráfica conocida como PanelView y por el software SCADA RSVIEW y mostrados en pantallas y computadores con sus respectivas unidades de ingeniería.

ÍNDICE

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN.....	vii
ÍNDICE	viii
CAPÍTULO I.....	19
INTRODUCCIÓN	19
1.1 La empresa	19
1.1.1 Filosofía de la empresa.....	19
1.1.2 Principales clientes.....	20
1.1.3 El área de pasantía.....	20
1.2 Planteamiento del problema.....	20
1.3 Objetivos	23
1.3.1 Objetivo general.....	23
1.3.2 Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO.....	24
2.1 Sistemas de supervisión y control.....	24
2.1.1 Sistema SCADA	24
2.1.2 Estructuras comunes de los sistemas SCADA	26
2.2 Unidades terminales remotas (RTU's).....	27
2.3 Controladores lógicos programables.....	28
2.3.1 Introducción	28
2.3.2 Características sobresalientes de los PLCs	29
2.3.3 Estructura interna de los PLCs.....	31
2.3.3.1 Relés de entrada	31
2.3.3.2 Relés internos	32
2.3.3.3 Contadores	32
2.3.3.4 Temporizadores.....	32

2.3.3.5	Relés de salida.....	32
2.3.3.6	Almacenamiento de datos	33
2.3.4	¿Cómo trabajan los PLCs?	33
2.4	Módulos de entrada y salida.....	34
2.4.1	Módulos de Entradas Analógicas.....	35
2.4.1.1	Multiplexores	36
2.4.1.2	Amplificadores operacionales.....	36
2.4.1.3	Circuitos “Sample and Hold” (muestra y retención).....	36
2.4.1.4	Los convertidores A/D	37
2.4.1.5	El bus de interfaz.....	38
2.4.2	Módulos de salidas analógicas	38
2.4.3	Módulos de entradas digitales.....	39
2.4.4	Módulos de salidas digitales	39
2.5	Sensores y actuadores	40
2.5.1	Efectos físicos utilizables en transductores.....	41
2.5.1.1	Generación de Tensión o Intensidad.....	41
2.5.1.2	Variación de la resistencia	41
2.5.1.3	Variación de la capacidad	41
2.5.1.4	Variación de la inductancia.....	41
2.6	Sistemas neumáticos	42
2.6.1	Compresores.....	42
2.6.1.1	Principio de funcionamiento de los compresores de tornillo ...	43
2.6.1.2	Compresores libres de aceite (Z)	44
2.6.1.3	Compresores lubricados (G):	44
2.6.2	El contenedor de aire comprimido (pulmón)	45
2.6.3	La red de distribución del aire comprimido	45
2.6.4	El aire comprimido.....	45
2.6.5	Impurezas contenidas por el aire comprimido	46
2.6.5.1	Las partículas	46
2.6.5.2	La humedad.....	46
2.6.5.3	El aceite.....	46

2.6.6	Las clases de calidad de aire comprimido.....	46
2.6.7	Los secadores FD.....	47
2.6.8	Los filtros de aire comprimido.....	48
2.6.8.1	Principio de funcionamiento.....	49
CAPÍTULO III.....		50
DESARROLLO DEL TRABAJO.....		50
3.1	Descripción del funcionamiento del sistema actual.....	50
3.1.1	La sala de compresores.....	51
3.1.2	El sistema de distribución.....	52
3.1.3	Las estaciones de acondicionamiento del aire comprimido.....	53
3.1.4	Los sistemas de expulsión de impurezas.....	54
3.1.5	Método de supervisión existente.....	54
3.1.6	Aplicación del Mantenimiento.....	55
3.1.6.1	Mantenimiento correctivo.....	55
3.1.6.2	Mantenimiento preventivo.....	55
3.2	Puntos críticos del sistema de aire comprimido y parámetros bajo estudio en estos puntos.....	55
3.3	Diseño del sistema de identificación, ubicación y advertencia de condiciones anormales.....	57
3.3.1	Arquitectura propuesta para el desarrollo del sistema.....	58
3.3.2	Criterios para la Selección de los equipos a emplear en el diseño.....	59
3.3.2.1	Políticas de la Empresa.....	59
3.3.2.2	Premisas de Ingeniería.....	60
3.3.2.3	Adecuación a los requerimientos.....	61
3.3.2.4	Equipo previamente conocido, instalado en la empresa.....	61
3.3.2.5	Antigüedad de relación con los proveedores.....	61
3.3.3	Sensores.....	61
3.3.3.1	Sensores de presión.....	63
3.3.3.2	Sensores de Humedad.....	64
3.3.3.3	Sensores de Corriente.....	65
3.3.3.4	Sensores de estado.....	66

3.3.3.5	Sensores de Temperatura	67
3.3.4	Actuadores	68
3.3.4.1	Purgas electromecánicas	69
3.3.4.2	Señalizadores de alarma	70
3.3.5	Ubicación de los sensores	70
3.3.6	Transmisión de datos entre sensores y PLC.....	73
3.3.6.1	Telemedida por corriente	73
3.3.6.2	Acondicionamiento de señales.....	74
3.3.6.2.1	Acondicionamiento de la señal de humedad.....	74
3.3.6.2.1.1	Diseño del circuito conversor de voltaje a corriente.....	75
3.3.6.2.1.2	Señal de salida Vs humedad relativa de entrada	81
3.3.6.2.2	Acondicionamiento de la señal correspondiente a la temperatura.....	83
3.3.6.3	Medio de transmisión.....	84
3.3.6.4	Intervención de preactuadores en la transmisión de datos	85
3.3.7	Selección del PLC	87
3.3.7.1	Selección del procesador.....	88
3.3.7.2	Selección de los módulos de entrada y salida.....	89
3.3.7.3	Módulo escáner para comunicación con el PanelView.....	92
3.3.7.3.1	Operación del módulo 1747-SN.....	93
3.3.7.4	Selección del Chasis.....	93
3.3.7.5	Selección de la fuente de alimentación	94
3.3.8	Programación del PLC	97
3.3.8.1	El software de programación	97
3.3.8.2	El lenguaje de programación.....	98
3.3.8.3	Instrucciones de programación	99
3.3.8.3.1	Instrucciones básicas.....	99
3.3.8.3.1.1	Instrucciones de bit	99
3.3.8.3.1.2	Instrucciones de contador/temporizador	99
3.3.8.3.2	Instrucciones de comparación	100
3.3.8.3.3	Instrucciones matemáticas	100

3.3.8.3.4	Instrucciones de manejo de datos.....	100
3.3.8.3.5	Instrucciones de flujo de programa.....	101
3.3.8.3.6	Instrucciones específicas de aplicación.....	101
3.3.8.4	Descripción de la organización del archivo del Procesador...	101
3.3.8.4.1	Archivos de programa.....	102
3.3.8.4.2	Archivos de datos.....	103
3.3.8.4.2.1	Direccionamiento en los archivos salida y entrada.....	104
3.3.8.4.2.2	Direccionamiento de datos en el archivo de estado (archivo S2:):.....	105
3.3.8.4.2.3	Direccionamiento en el archivo de datos de bit (B3:):...	105
3.3.8.4.2.4	Direccionamiento en el archivo de datos enteros.....	106
3.3.8.5	Instrucciones comunes en el desarrollo del programa.....	108
3.3.8.5.1	Examine si cerrado (XIC).....	108
3.3.8.5.2	Examine si abierto (XIO).....	108
3.3.8.5.3	Active la salida (OTE).....	109
3.3.8.5.4	Escalar con parámetros (SCP).....	110
3.3.8.5.4.1	Cómo introducir parámetros.....	110
3.3.8.5.5	Mayor que (GRT).....	113
3.3.8.5.6	Menor que (LES).....	113
3.3.9	Interacción Hombre-Máquina.....	115
3.3.9.1	El Panel View.....	115
3.3.9.2	El software PanelBuilder.....	115
3.3.9.3	¿Qué es una aplicación?.....	116
3.3.9.4	Creación de una aplicación.....	116
3.3.9.4.1	Creación de las pantallas.....	116
3.3.9.4.2	Descripción de las pantallas.....	117
3.3.9.4.3	Creación de pulsadores.....	119
3.3.9.4.4	Creación de indicadores.....	120
3.3.9.4.5	Creación de un indicador de estados múltiples.....	121
3.3.9.4.6	Crear un objeto global.....	122
3.3.9.4.7	Crear alarmas.....	123

3.3.9.4.7.1	La bandera de alarma	123
3.3.9.4.7.2	Botones de alarma	124
3.3.9.4.7.3	Lista de alarma	125
3.3.9.4.7.4	Disparos de alarmas	125
3.3.9.4.8	Como vincular objetos en las pantallas con datos en el controlador	125
3.3.9.4.8.1	Datos de Bit	126
3.3.9.4.8.2	Datos de valor	126
3.3.9.4.9	Definir etiquetas	127
3.3.9.4.10	Comunicaciones PLC-PanelView	128
3.3.10	El software RSVIEW	129
3.3.10.1	RSVIEW Works	129
3.3.10.2	Como funciona RSVIEW	131
3.3.10.3	Creación de una tendencia	131
3.3.10.4	Creación de un resumen de alarmas	132
3.3.11	Comunicación PC-PLC	132
3.3.11.1	Protocolo TCP/IP	133
3.3.11.2	Modelo de referencia ISO/OSI	133
3.3.11.3	Ethernet 10BaseT	135
3.3.11.4	Componentes de la red	136
3.4	Control automático/manual de actuadores	136
3.4.1	Funcionamiento	138
3.4.2	Operación automática	138
3.4.3	Operación manual	139
3.4.4	Selección de la fuente de alimentación del sistema	140
3.4.5	Selección del cofre	141
3.5	Instrumentación propuesta para la construcción del sistema	142
CAPÍTULO IV		144
DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		144
4.1	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	144

4.2	CONCLUSIONES	150
4.3	RECOMENDACIONES	152
	BIBLIOGRAFÍA	154
	ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Arquitectura típica de los sistemas SCADA.....	8
Figura 2.2: Estructura típica del hardware de una RTU.....	9
Figura 2.3: Aspecto físico de un PLC.....	10
Figura 2.4: Tipos de memorias presentes en un PLC.....	11
Figura 2.5: Capacidad modular de los PLC's.....	12
Figura 2.6: Visualizador de status del PLC.....	12
Figura 2.7: Lógica de programación.....	12
Figura 2.8: Comunicación en PLC's.....	13
Figura 2.9: Estructura general del PLC.....	15
Figura 2.10: Diagrama de bloques de un módulo de entradas analógicas.....	17
Figura 2.11: El multiplexor.....	18
Figura 2.12: "Sample" and "Hold".....	19
Figura 2.13: Esquema general del A/D.....	19
Figura 2.14: Interfase típica para salida a relé.....	22
Figura 2.15: Rotores helicoidales.....	25
Figura 2.16: Lóbulos de los rotores.....	25
Figura 2.17: Principio de compresión del aire.....	26
Figura 2.18: Cámara de compresión.....	26
Figura 2.19: Estructura de los secadores FD.....	30
Figura 2.20: Filtro de aire y su respectiva conexión.....	31
Figura 2.21: Principio de filtración.....	31
Figura 3.1: Sistema neumático de la empresa.....	32
Figura 3.2: Arquitectura del sistema de supervisión.....	40
Figura 3.3: Señal eléctrica como función de la magnitud física a medir.....	43
Figura 3.4: Sensor de presión de la serie ST de Honeywell.....	45
Figura 3.5: Especificaciones de conexión de los sensores de presión.....	45
Figura 3.6: Sensor de humedad relativa HIH4031 de Honeywell.....	46
Figura 3.7: Voltaje de salida Vs Humedad relativa.....	47
Figura 3.8: Conexión eléctrica de los sensores de humedad.....	47

Figura 3.9: Sensores de corriente de la serie CS de Honeywell.....	48
Figura 3.10: Relé electromagnético 700-HC24A1 de Allen-Bradley.....	49
Figura 3.11: Conexión de los sensores de estado	49
Figura 3.12: Sensor de temperatura R300 de Honeywell.....	50
Figura 3.13: Purga electromecánica modelo EWD 75 de Atlas Copco.....	51
Figura 3.14: Señalizadores de alarma.....	52
Figura 3.15: Ubicación de los sensores en los compresores.....	53
Figura 3.16: Telemedida por corriente.....	55
Figura 3.17: Circuito de punto de partida.....	57
Figura 3.18: Control mediante transistor.....	58
Figura 3.19: Cortocircuito virtual en amplificadores operacionales.....	59
Figura 3.20: Relación de corriente.....	59
Figura 3.21: Voltaje de entrada Vs corriente I1.....	61
Figura 3.22: Circuito divisor de tensión de entrada.....	62
Figura 3.23: Convertidor lineal de voltaje a corriente.....	62
Figura 3.24: Corriente de salida Vs voltaje de entrada.....	63
Figura 3.25: Transmisor de temperatura HD 988TR1.....	66
Figura 3.26: Identificación de conductores.....	67
Figura 3.27: Acople de dos niveles de tensión diferentes en circuito de salida....	68
Figura 3.28: Acople de tres niveles diferentes de tensión en circuito de salida....	68
Figura 3.29: Acople de dos niveles diferentes de tensión en circuito de entrada..	69
Figura 3.30: Procesador SLC 5/05.....	71
Figura 3.31: Conexión de entradas analógicas.....	72
Figura 3.32: Conexión de los módulos de entradas discretas.....	73
Figura 3.33: Módulos de entradas y salidas.....	73
Figura 3.34: Módulo escáner 1747-SN de Allen-Bradley.....	74
Figura 3.35: Funcionamiento de la comunicación escáner-PLC.....	75
Figura 3.36: Chasis para SLC 5/05.....	76
Figura 3.37: Fuente de alimentación eléctrica.....	78
Figura 3.38: Conformación del PLC.....	78
Figura 3.39: Gráfica de lenguaje de programación escalera.....	81

Figura 3.40: Archivos del procesador.....	84
Figura 3.41: Instrucción XIC en lenguaje escalera.....	90
Figura 3.42: Instrucción XIO en lenguaje escalera.....	90
Figura 3.43: Instrucción OTE en lenguaje escalera.....	91
Figura 3.44: Instrucción SCP en lenguaje escalera.....	92
Figura 3.45: Instrucción GRT en lenguaje escalera.....	95
Figura 3.46: Instrucción LES en lenguaje escalera.....	96
Figura 3.47: Pantallas de la aplicación.....	99
Figura 3.48: Pantalla principal.....	100
Figura 3.49: Indicador de estados múltiples.....	103
Figura 3.50: Objeto global.....	105
Figura 3.51: Bandera de alarma.....	106
Figura 3.52: Vínculo de objetos a direcciones de memoria.....	108
Figura 3.53: Modelo de referencia ISO/OSI de TCP/IP.....	115
Figura 3.54: Funcionamiento de Ethernet 10BaseT.....	117
Figura 3.55: Red Ethernet.....	118
Figura 3.56: Control automático/manual.....	119
Figura 3.57: Funcionamiento del control automático/manual.....	119
Figura 3.58: Operación automática de los actuadores.....	121
Figura 3.59: Operación manual de los actuadores.....	121
Figura 3.60: Fuente de alimentación S82K.....	123
Figura 3.61: Cofre para ubicación de los dispositivos.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: clases de calidad del aire.....	29
Tabla 3.1: Características del sensor R300.....	50
Tabla 3.2: Identificadores utilizados.....	53
Tabla 3.3: Función respectiva de cada sensor.....	54
Tabla 3.4: Rangos de salida de los sensores.....	54
Tabla 3.5: Rango de operación del conversor.....	60
Tabla 3.6: Relación voltaje de entrada – V_e	61
Tabla 3.7: Identificación de conductores.....	67
Tabla 3.8: Hoja de selección del procesador.....	70
Tabla 3.9: Características del escáner 1747-SN.....	74
Tabla 3.10: Tabla de selección de fuentes de alimentación.....	77
Tabla 3.11: Consumo de energía del PLC seleccionado.....	77
Tabla 3.12: Direccionamiento de entradas y salidas.....	86
Tabla 3.13: Direccionamiento de datos en el archivo de estados.....	87
Tabla 3.14: Direccionamiento de datos en el archivo de bits.....	88
Tabla 3.15: Direccionamiento de datos en el archivo de enteros.....	88
Tabla 3.16: Tabla de referencia para el direccionamiento.....	89
Tabla 3.17: Formatos de datos.....	109
Tabla 3.18: Tabla de referencia para la definición de etiquetas.....	110
Tabla 3.19: Referencia para la selección de la fuente de alimentación.....	122
Tabla 3.20: Instrumentación propuesta para la implementación del diseño.....	125
Tabla 4.1: Tiempo de paralización debido al sistema neumático.....	128
Tabla 4.2: Gasto en reparaciones de herramientas neumáticas.....	129

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 La empresa

TOYOTA DE VENEZUELA C.A. (TDV. C.A). Es una empresa transnacional Japonesa que se encarga del proceso de ensamblaje de vehículos automotores en diferentes presentaciones para el uso de gran parte del mercado nacional e internacional. Esta empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Cumaná, específicamente en la Zona Industrial El Peñón, perteneciente a la jurisdicción de la parroquia Valentín Valiente, del municipio Sucre, del Estado Sucre.

1.1.1 Filosofía de la empresa

La empresa Toyota de Venezuela, C.A, emplea una filosofía Japonesa denominada Kaizen que se basa en el mejoramiento continuo e integral y tiene que ver con la vida personal, familiar, social de los seres humanos. En el contexto laboral estas acciones de mejoramiento, involucran a todos por igual: gerentes, supervisores, técnicos, ingenieros, empleados de oficina, y personal de las líneas de producción en los diversos procesos de manufactura, o de servicios. Kaizen parte de la premisa de que existen problemas, y de que estos pueden resolverse permitiendo el involucramiento y la creatividad de todos los recursos humanos de la organización para mejorar cada día, minuto o segundo y de manera permanente mediante pequeñas acciones con el fin de facilitar el logro de la excelencia.

1.1.2 Principales clientes

Toyota de Venezuela C.A, tiene como únicos y principales clientes a los concesionarios y agentes autorizados, pues son los que comercializan los vehículos que esta planta produce. La empresa mantiene una actividad económica basada en el ensamblaje, distribución y ventas de vehículos, repuestos y servicios apoyándose en una red de concesionarios autorizados independientes, los cuales están distribuidos en las principales ciudades del país.

1.1.3 El área de pasantía

La pasantía se llevó a cabo en el departamento de mantenimiento de esta organización, por lo que el desarrollo del proyecto se enfoca a resolver problemas de mantenimiento como objetivo principal.

La actividad fundamental del Departamento de Mantenimiento, es la de velar por el cumplimiento de los planes de mantenimiento establecidos en el sistema de producción Toyota, que están orientados a la obtención de niveles óptimos de calidad y productividad, conforme a sus normativas. Este departamento, se encarga de incluir en los planes de mantenimiento a todos aquellos equipos que intervienen directamente en el proceso de producción.

Para Toyota de Venezuela, C.A, el establecer planes de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos que la misma utiliza para la producción, es de vital importancia debido a que ayuda a lograr que el capital representado en las instalaciones, generen beneficios a la organización.

1.2 Planteamiento del problema

La planta de producción de la empresa utiliza el aire comprimido como energía para el proceso de ensamblaje de vehículos. Para mantener operativo el

sistema neumático, la planta cuenta con 9 compresores marca **Atlas-Copco**, que se encargan de generar la energía neumática y deben asegurar que la presión en el sistema esté dentro del rango de utilización (110 psi – 120 psi) para un buen funcionamiento de los equipos en la planta, para ello es necesario que estos equipos se encuentren en buen estado y sus parámetros de funcionamiento sean normales.

El sistema de distribución de la energía neumática transporta el aire comprimido hasta los puntos de la planta donde se requiere de su presencia. Este sistema está conformado por tubos conductores que recorren la planta de producción. Debido a que existen procesos y equipos en la planta que trabajan exclusivamente con aire libre de humedad, en el sistema de distribución de aire comprimido se encuentran equipos como filtros y secadores que se encargan de eliminar las impurezas y la humedad que este contiene. En la planta el 70% de los equipos funcionan con presión de aire y se utilizan herramientas neumáticas para ensamblar los vehículos. Cuando un sistema neumático presenta una caída de presión de 6 hacia 5 bar, disminuye la capacidad de las herramientas en 25% y hacia 4 bar, la reducción de la potencia es de un 49%. Basado en pruebas de campo, la empresa atlas-copco, especialista en sistemas neumáticos encontraron que una caída de 0,5 bar (7,25 psi) genera:

- Aumento de 19 % en el tiempo de esmerilamiento.
- Aumento en 62% en el tiempo de taladrado.
- Aumento en 7% en el tiempo para llegar en aprieto de las llaves de impacto.

Al presentarse una caída de presión hay que poner especial cuidado en las áreas de soldadura con electropunto, dado que, al no ser suficiente la presión ejercida por las pinzas para mantener unidas las piezas que se pretende soldar, se producen pequeñas explosiones que causan una perforación del material en lugar de un punto de unión, teniendo éste que ser referido a una jornada de trabajo extra

para corregir las imperfecciones causadas. Todos estos aumentos en los tiempos de operación de las herramientas, en una empresa, se traducen directamente en pérdidas económicas. En la actualidad la empresa se ve envuelta periódicamente en situaciones donde se detiene la producción por causa de caídas de presión en el sistema. Estas situaciones no deseadas son causadas por fallas en la sala de compresores, por exceso de consumo en alguna parte del sistema o por falta de mantenimiento en los equipos que acondicionan el aire comprimido.

Los compresores que conforman esta sala cuentan con un sistema de protección que se encarga de interrumpir el suministro eléctrico a sus motores en caso de que alguno de sus parámetros de operación exceda los límites que establecen su funcionamiento normal. Por esta razón, la empresa tiene la necesidad de construir un sistema que le permita supervisar continuamente estos parámetros, y evitar así con antelación las paradas de producción por caídas de presión en el sistema neumático. La empresa también necesita conocer en todo momento la magnitud de los parámetros del aire comprimido (humedad, presión, etc.) que pueden afectar directamente la calidad del producto elaborado.

En el presente proyecto, se diseñará un sistema que permitirá supervisar en cualquier instante los parámetros de operación de los compresores y el sistema de distribución de aire comprimido, desde un lugar cómodo en la planta, y se encargará de presentar advertencias y alarmas cuando alguno de los parámetros se salga de su rango normal de operación. Estos objetivos se lograrán mediante la colocación de sensores y transmisores en los equipos del sistema de generación y distribución de energía neumática que permitan conocer sus parámetros de operación y enviar la información a un panel de monitoreo y control que se ubicará dentro de la planta donde estos se podrán visualizar y controlar por comunicación entre panel y actuadores. Con esto se logrará predecir y controlar las fallas que ocasionan las paradas de producción por caídas de presión y se evitarán las grandes pérdidas económicas causadas por las mismas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de supervisión y control a distancia de los parámetros de operación del sistema de generación y distribución de energía neumática de la planta de producción de Toyota de Venezuela.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Describir el funcionamiento actual del sistema de generación y distribución de energía neumática de la planta.
2. Identificar los lugares críticos del sistema de aire comprimido que bajo fallas, detienen el proceso de producción y los parámetros que estarán bajo estudio en estos puntos del sistema.
3. Diseñar un sistema de identificación, ubicación y advertencia de condiciones anormales en los parámetros de operación.
4. Diseñar un sistema de control automático/manual para el manejo de actuadores ubicados en el sistema neumático.
5. Proponer el controlador lógico programable (PLC) y la instrumentación necesaria para la construcción del sistema de supervisión y control de parámetros.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Sistemas de supervisión y control

En los procesos que se desarrollan dentro de una empresa, es de suma importancia mantener controlado, a tiempo completo las variables que intervienen dentro de los mismos. Normalmente para el manejo de los procesos industriales, se utilizan sistemas que supervisen remotamente los dispositivos y variables de campo, éste tipo de sistemas se conocen como SCADA por sus siglas en ingles System Control And Data Acquisition (Sistema de Control y Adquisición de Datos).

2.1.1 Sistema SCADA

Un SCADA representa un sistema conformado por un número de terminales remotos (RTU's) recolectando datos de campo y conectados a una estación central o maestra por redes de comunicación. La estación central se encarga de mostrar los datos adquiridos por los RTU's y darle al operador la libertad de controlar remotamente algunos parámetros. Los datos se procesan en tiempo real, lo que brinda la oportunidad de optimizar los procesos en la planta. Es una forma eficiente, rentable y segura de operación. La eficiencia de un SCADA depende de la tecnología utilizada y del entrenamiento del personal encargado de operarlo. Un sistema SCADA normalmente lo conforman los siguientes componentes:

- **Sistema Central:** encargado de supervisar, aquí se reportan todas las variables, extraídas del campo por las unidades terminales remotas (RTU's) y dispositivos finales (transductores, IED, relés, sensores, entre otros).
- **Unidad Terminal Remota:** ó RTU son dispositivos electrónicos capaces de recoger información de campo y retransmitirla a un centro de control. Generalmente son compatibles con un cierto número de protocolos de comunicación, el cual debe ser interpretado también por el centro de control o por algún tipo de intérprete previo al sistema de control. Las unidades terminales remotas cuentan con interfaces especialmente diseñadas para realizar la recopilación de los datos.
- **Tarjetas Digitales de Entrada (DI):** se encargan de recoger las señales discretas de campo y procesarlas, para ser interpretadas y empaquetadas por la RTU. Generalmente estas señales son asociadas a estados de interruptores (abierto, cerrado, etc.), señales de alarma, estados de válvulas, estados de motores, entre otras.
- **Tarjetas Digitales de Salida (DO):** se encargan de procesar los comandos y señales de salidas hacia los actuadores en campo. Este tipo de tarjetas, cuentan con relés de estado sólido que transmiten un pulso a otro relevador ó equipo terminal, con la finalidad de ejecutar ó cambiar algún estado en específico
- **Tarjetas Analógicas de Entrada (AI):** Estos dispositivos cuentan con convertidores analógicos/digitales, con la finalidad de digitalizar las señales fluctuantes de campo y pasarlas a la RTU. Ejemplo: señales de temperatura, corriente (A), voltaje (V), frecuencia (Hz), entre otras señales.
- **Tarjetas Analógicas de Salida (AO):** Generalmente utilizadas para el envío de “set points” a equipos terminales inteligentes (cambiadores de tomas de

transformadores, elevadores de temperatura, etc.). Estos dispositivos se basan en el mismo procedimiento de las AI, pero envían un valor escalable al equipo terminal inteligente.

- **Contadores (CV):** ó también llamados Acumuladores, se encargan de contabilizar pulsos enviados por algún dispositivo final. Los contadores poseen un escalamiento finito, relacionado al mínimo y máximo número a contar (por ejemplo: desde 0 a 100000).
- **Protocolo de comunicación:** el protocolo de comunicación, es el lenguaje en el cual se comunican los diferentes dispositivos que conforman el sistema SCADA. El protocolo a utilizar, debe ser entendido tanto por el sistema central, como por las unidades terminales remotas, para que a través del medio de comunicación puedan establecer el intercambio de información.

2.1.2 Estructuras comunes de los sistemas SCADA

Aunque la estructura de estos sistemas varían dependiendo el área donde se apliquen y la cantidad de procesos y variables que estos tengan que supervisar y controlar, se rigen normalmente por el diagrama presentado a continuación.

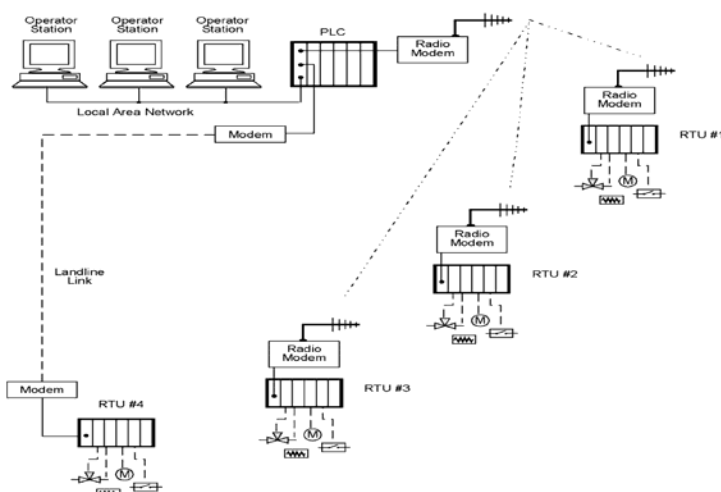


Figura 2.1: Arquitectura típica de los sistemas SCADA. [10]

2.2 Unidades terminales remotas (RTU's)

Un RTU es una unidad de adquisición y control de datos, generalmente basada en microprocesadores, con monitores y equipos de control, que muchas veces se ubican distanciados de la estación central. Su función principal es controlar y adquirir datos de los equipos y procesos de los ambientes donde se ubican y transferir estos datos a la estación central. Las RTUs pequeñas manejan entre 10 y 20 señales analógicas y digitales, las medianas manejan aproximadamente 100 señales digitales y 40 analógicas y las que tienen una capacidad mayor que estas, pueden ser clasificadas como grandes. La configuración típica de un RTU es la mostrada en la figura 2.2

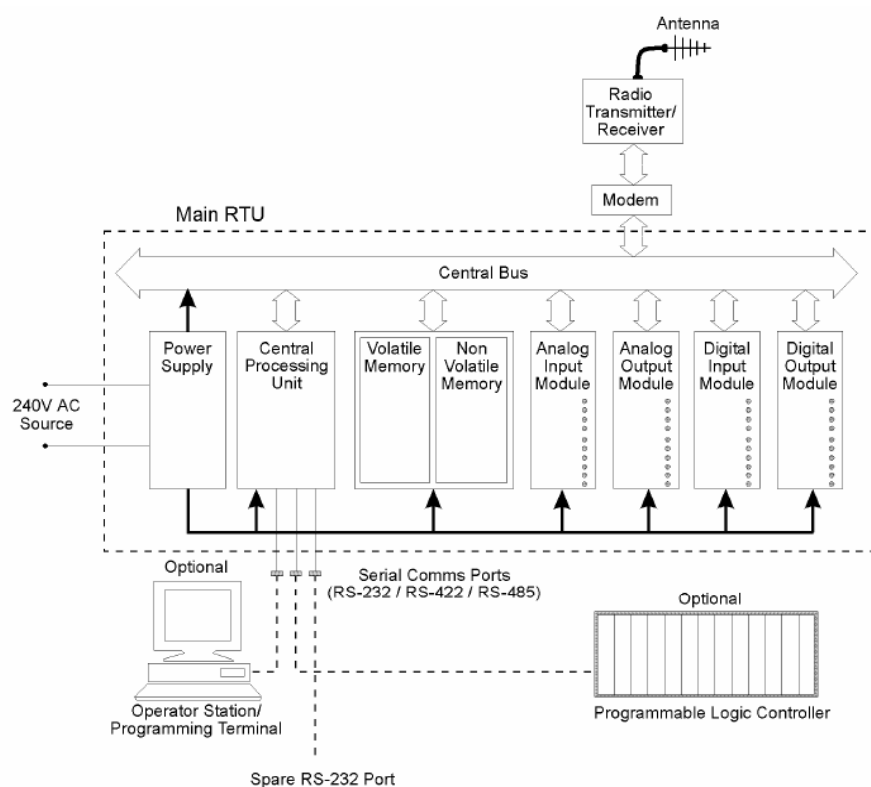


Figura 2.2: Estructura típica del hardware de una RTU. [10]

2.3 Controladores lógicos programables

2.3.1 Introducción

Los sistemas automatizados han evolucionado desde el control a relés hasta los que usan facilidades computacionales desarrolladas en los tiempos presentes. Actualmente el corazón del desarrollo de los sistemas automáticos lo representan esencialmente los Controladores Lógicos Programables (PLC).

Un PLC es un dispositivo electrónico de estado sólido que puede controlar un proceso ó una máquina y que tiene la capacidad de ser programado rápidamente según la demanda de la aplicación. Fue inventado para remplazar los circuitos secuenciales basados en relés que eran necesarios para el control de las máquinas. El PLC funciona monitoreando sus entradas y dependiendo de sus estados, activando o desactivando sus salidas. El usuario introduce al PLC un programa, usualmente vía software, lo que ocasiona que el PLC se comporte de la manera deseada.



Figura 2.3: Aspecto físico de un PLC. [8]

Los PLCs son usados en muchas aplicaciones: Maquinado de piezas, Embaladoras, Manipulación de materiales, ensamblado automático y en general cualquier tipo de aplicación que requiera de controles eléctricos, puede usar más bien un PLC.

2.3.2 Características sobresalientes de los PLCs

➤ *Poseen memoria volátil y no volátil*

Tanto el programa de aplicación escrito por el usuario como los datos internos del PLCs, normalmente son guardados en una RAM (memoria volátil), lo que le permite tener un acceso más veloz a las instrucciones de programa y a los datos internos de registros, contadores, temporizadores, bits internos, etc. También, una vez que se ha depurado el programa de aplicación, los PLCs permiten la opción de salvaguardar el programa en memorias tipo EEPROM (no volátiles) para así recuperar el mismo en caso de un corte muy prolongado de energía que ocasiona una pérdida de datos de la RAM.

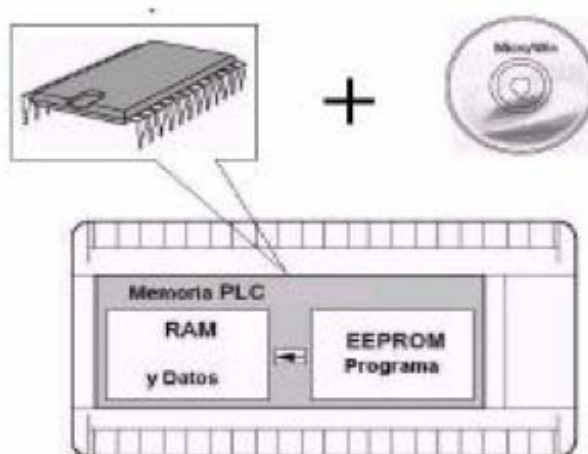


Figura 2.4: tipos de memorias presentes en un PLC. [1]

➤ *Capacidad modular de entradas / salidas*

Esto permite la combinación de distintos niveles y tipos de señal de entrada, así como también el manejo de salidas para distintos tipos de carga. Igualmente si la aplicación crece, y se requiere mayor número de entradas / salidas, casi sin ningún problema los PLCs pueden adecuarse al nuevo requerimiento.

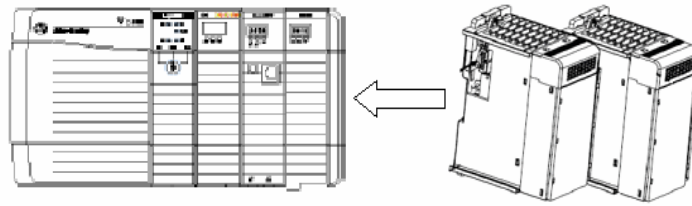


Figura 2.5: Capacidad modular de los PLC's. [9]

➤ ***Autodiagnóstico de fallas***

El PLC monitorea el funcionamiento de su CPU, memoria, circuito de interfases de entrada y de salida y funcionamiento del programa de aplicación. En ambos casos señala por medio de LEDs en su cara frontal el estado respectivo. Esta capacidad es de gran utilidad para mantenimiento y corrección de fallas.

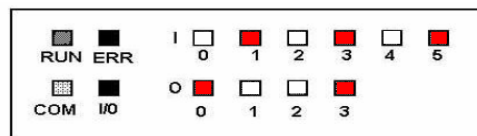


Figura 2.6: Visualizador de status del PLC. [1]

➤ ***Programación de la lógica de control***

Esto permite la fácil adaptación a los cambios en la lógica de operación de las máquinas y procesos.

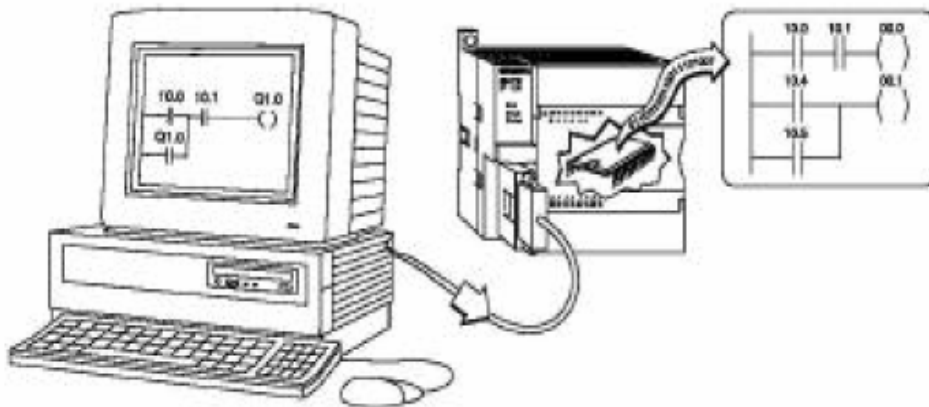


Figura 2.7: Lógica de programación. [1]

➤ **Capacidad para generar reportes y comunicarse con otros sistemas**

Con esta facilidad se pueden integrar interfaces de explotación Hombre-Máquina, sacándole al sistema mayor cantidad de información. Igualmente los PLCs pueden participar en redes de datos comunicándose con otros PLCs para formar sistemas de control distribuidos, o integrándose a las redes administrativas de la producción.

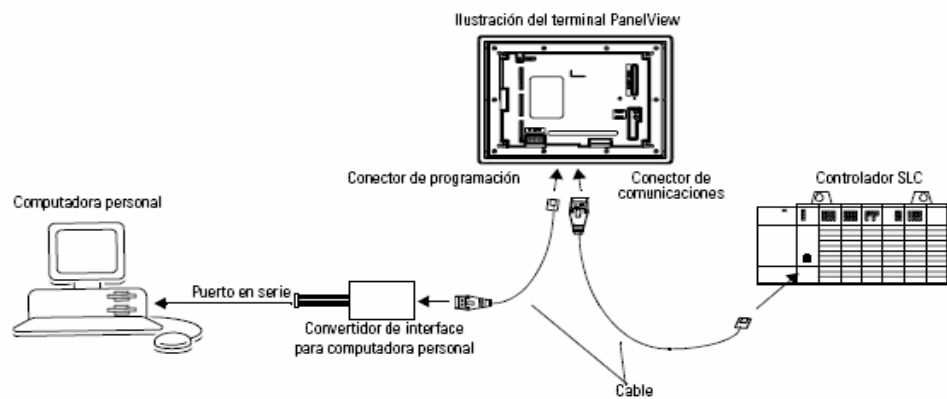


Figura 2.8: Comunicación en PLC's. [11]

2.3.3 Estructura interna de los PLCs

Los PLCs constan principalmente de un CPU, área de memoria, y circuitería apropiada de entrada /salida de datos. Se puede considerar al PLC como una caja llena de cientos o miles de Relés independientes, contadores, temporizadores y locaciones para almacenamiento de datos. Estos contadores, temporizadores, etc. no existen físicamente, son hechos a nivel de software.

2.3.3.1 Relés de entrada

Están conectados al mundo externo. Físicamente existen y reciben señal de los “switches”, sensores, etc. Típicamente no son relés pero si son transistores que funcionan como relés estáticos.

2.3.3.2 Relés internos

Estos no reciben señal desde el mundo exterior ni existen físicamente. Son relés simulados y permiten al PLC eliminar los relés externos. Algunos están siempre activados, mientras que otros su estado normal es estar desactivados. Algunos se activan solamente durante el ciclo de arranque y son usados para la iniciación de los datos que fueron almacenados.

2.3.3.3 Contadores

Son contadores simulados mediante software y pueden ser programados para contar pulsos. Típicamente cuentan en forma ascendente y descendente. Dado que éstos son simulados mediante software, su velocidad de contaje está limitada. Algunos PLC incluyen también contadores de alta velocidad basados en hardware lo cual les da capacidades adicionales.

2.3.3.4 Temporizadores

Estos no existen físicamente. Son de varios tipos (al reposo, al trabajo, etc.) y de varias resoluciones de temporización. Los tipos más comunes son los temporizadores al trabajo. Otros menos comunes son los temporizadores con retención. En general la resolución de temporización va desde 1 ms hasta 1 segundo.

2.3.3.5 Relés de salida

Estos se conectan al mundo exterior del PLC. Físicamente existen y funcionan enviando señales de encendido / apagado a solenoides, luces, etc. Basados en hardware, pueden estar contruidos con transistores, relés electromecánicos o TRIACS, según el modelo que se escoja.

2.3.3.6 Almacenamiento de datos

Típicamente hay registros del PLC que están asignados al simple almacenamiento de datos. Usualmente se usan para almacenamiento temporal, para manipulación matemática o de datos. También son usados para almacenar datos cuando se corta el suministro de energía al PLC. Una vez que regresa la energía, los registros disponen de los mismos datos que tenían cuando se cortó la energía.

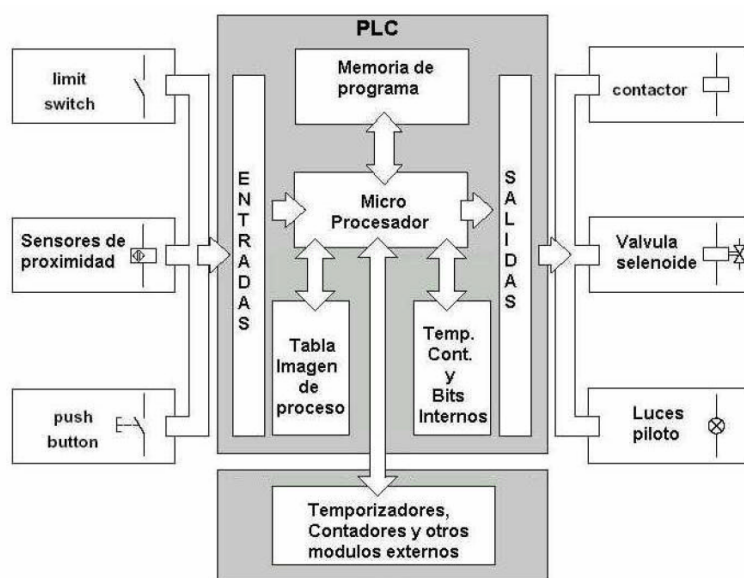


Figura 2.9: Estructura general del PLC. [1]

2.3.4 ¿Cómo trabajan los PLCs?

Un PLC trabaja realizando continuamente un barrido (SCAN) sobre un programa. Este ciclo de barrido o SCAN consta principalmente de 3 pasos.

- **Paso 1 (Diagnóstico interno):** en este paso el PLC revisa su circuitería interna en busca de defectos de entradas, salidas, CPU, memorias y batería. También revisa en busca de fallas en el programa de aplicación.

- **Paso 2-(Chequear el estado de las entradas):** al principio, el PLC accede a cada una de las entradas para determinar si están activadas o desactivadas. Es decir, ¿Está activado el sensor conectado a la primera entrada?, ¿El segundo?, ¿El tercero? ... Luego el PLC graba estos datos en la tabla imagen de proceso para usarlos en el próximo paso.
- **Paso 3-(Ejecutar el programa de la aplicación):** el PLC ejecuta el programa de aplicación creado por el usuario una instrucción a la vez. Por ejemplo, si el programa especifica que si la primera entrada esta “on” se debe activar la salida número 2, el PLC graba este resultado para tomarlo en cuenta en el próximo paso. Como ya el PLC conoce cuales entradas están activadas o desactivadas (paso 2), será capaz de decidir cuales salidas se deben activar basado en el estado de las entradas y en el estado de los contadores, temporizadores y bits internos.
- **Paso 4-(Actualizar el estado de las salidas):** finalmente el PLC actualiza el estado de las salidas basado en los resultados lógicos del paso 3. Siguiendo el ejemplo del paso 3, el PLC activará en este tercer paso la salida número 2 basado en el hecho que la primera entrada estaba en “on”. Después del cuarto paso el PLC vuelve al paso uno y repite la rutina continuamente. Así, un SCAN se define como el tiempo que toma el PLC para ejecutar los cuatro pasos descritos anteriormente.

2.4 Módulos de entrada y salida

Las entradas y salidas a un PLC le sirven para controlar y monitorear las máquinas y procesos. Existen básicamente dos tipos de entradas / salidas a los PLCs: Entradas-Salidas **discretas**, y Entradas-Salidas **analógicas**. Las entradas discretas, también conocidas como entradas digitales, son las que poseen dos estados: ON u OFF. Proviene de “Pushbottons”, detectores de proximidad, etc. Por su parte las entradas analógicas son voltajes o corrientes continuas que

proviene de procesos de control de temperatura, presión, flujo, nivel, etc. Típicamente son señales cuyo rango es de 4 a 20 mA, o señales de rango de 0 a 10 voltios DC.

2.4.1 Módulos de Entradas Analógicas

Estos módulos están conformados generalmente por cinco componentes. Ellos son:

- El multiplexor de entradas
- El amplificador de entradas
- El circuito “sample and hold”
- El convertidor A/D
- El bus de interfase

Un diagrama de bloques típico de un módulo de entradas analógicas se muestra en la figura 2.10.

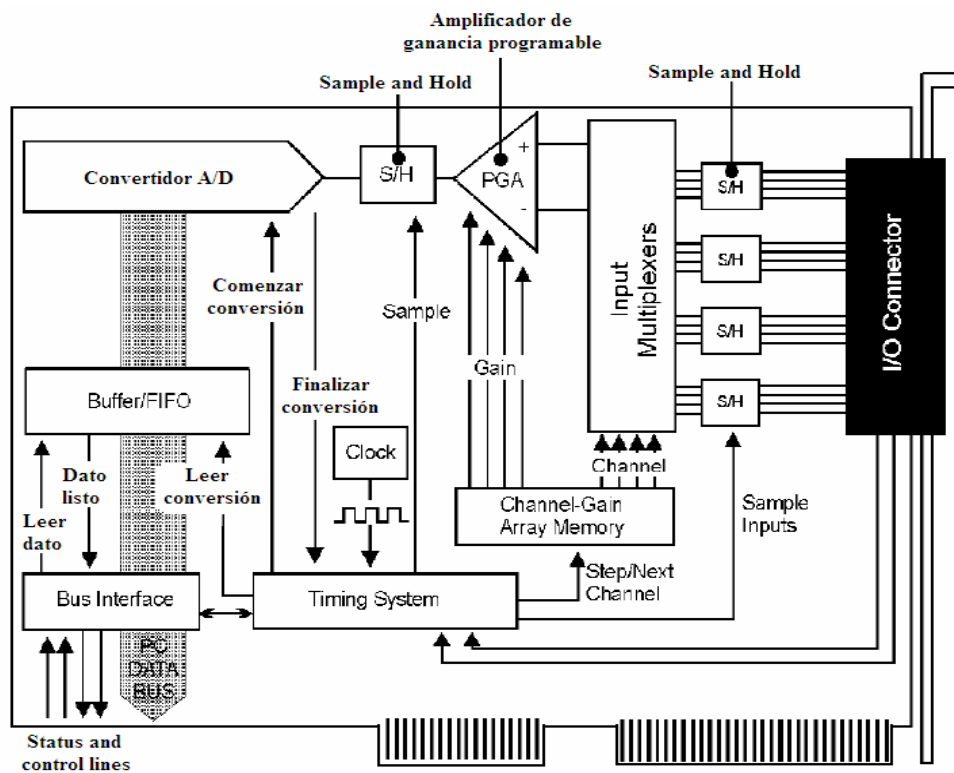


Figura 2.10: Diagrama de bloques de un módulo de entradas analógicas. [10]

2.4.1.1 Multiplexores

Los multiplexores, ya sean analógicos o digitales, son dispositivos que nos permiten multiplexar varias entradas en una única salida. Ellos nos permiten que para registrar varias señales diferentes podamos utilizar un único conversor A/D y con ello disminuir de forma considerable el costo de un sistema de adquisición de datos. Generalmente los multiplexores se pueden dividir por el tipo de salida en simples y diferenciales o por el número de entradas en de 2, 4, 8 ó 16 entradas. En esencia la diferencia entre los multiplexores de salida simple y diferencial radica en que para los últimos, la señal de referencia (tierra) es también multiplexada lo cual no ocurre para los multiplexores de salida simple.

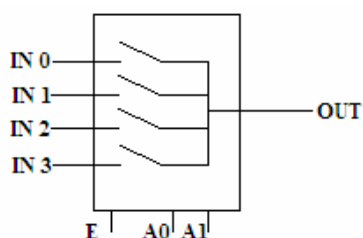


Figura 2.11: El multiplexor. [el autor]

2.4.1.2 Amplificadores operacionales

En sus configuraciones básicas (inversora, no inversora, amplificadora, conversor de corriente a voltaje, etc.), son usados para garantizar que al conversor A/D le sea suministrado el rango máximo de voltaje y así el mismo pueda dar el mayor número de combinaciones posibles.

2.4.1.3 Circuitos “Sample and Hold” (muestra y retención)

Son dispositivos electrónicos con dos posibilidades de trabajo, modo “Sample” y modo “Hold”.

- Modo “Sample” (muestra): La señal pasa a la salida del dispositivo tal y como está en la entrada del mismo.
- Modo “Hold” (retención): La salida se mantiene en el nivel de voltaje que existía en la entrada en el momento que la señal hold fue activada.

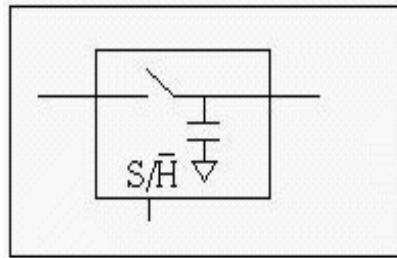


Figura 2.12: “Sample and Hold”. [El autor]

2.4.1.4 Los convertidores A/D

Dispositivo electrónico que convierte una señal eléctrica continua (generalmente voltaje) en un código digital equivalente.

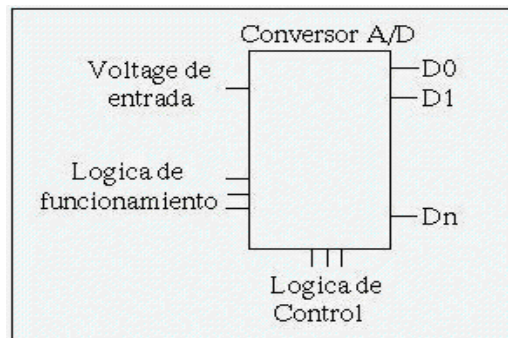


Figura 2.13: Esquema general del A/D. [el autor]

- **Lógica de control:** los terminales de la lógica de control del convertidor A/D determinan e inician el estado de las operaciones que el mismo realiza. Entre estos terminales tenemos: Inicio de conversión, fin de conversión, “chip select”, “chip enable”, “Wr”, “Rd”, señales para la selección de varios canales, etc.

- **Lógica de funcionamiento:** mediante estos terminales podemos establecer el tipo de codificación que el convertidor realizará (unipolar o bipolar), las referencias de voltaje, el rango de voltaje de entrada, ajuste de off set, etc.
- **Resolución:** Nivel de voltaje que es capaz de discriminar un conversor A/D. O sea, el nivel de voltaje para el cual el convertidor cambia de estado el bit menos significativo. La resolución (R) depende del voltaje a plena escala y del número de bits del convertidor.

$$R = FSR / n \qquad \text{Ec. 2.1}$$

Para 8 bits y un FSR de 10 mV, $R=38.5$ mV. Para 12 bits y un FSR de 10 V, $R = 2.44$ mV. Si aumenta el número de bits aumenta la efectividad del convertidor, la exactitud del sistema y por tanto el precio del convertidor.

2.4.1.5 El bus de interfaz

Este bus nos brinda el mecanismo para poder transferir datos desde los módulos hasta la memoria, y para enviar cualquier información de configuración o cualquier comando. Estos buses pueden ser de 8, 16 o 32 bits.

2.4.2 Módulos de salidas analógicas

Los módulos de salidas analógicas típicos tienen las siguientes características:

- 8 salidas analógicas.
- Resolución de 8 a 12 bits.
- Tiempo de conversión de entre 10 μ s a 30 ms.
- Niveles de salidas entre 4-20 mA/ \pm 10 V/0- 10 VDC.

Se debe tener cuidado sobre la resistencia de carga, esta no debe ser mas baja que la especificada (generalmente 50 k Ω) o se producirá un voltaje excesivo.

2.4.3 Módulos de entradas digitales

Estos módulos son usados para supervisar el estado de los equipos que conforman un sistema. Las señales de estado provenientes de una válvula, por ejemplo, pueden ser generadas por dos “limit switches” que por contacto indiquen cuando ésta se encuentra abierta o cerrada. Un “switch” especial, puede ser usado para indicar una condición de alarma. Típicamente existen módulos de entradas DC que trabajan a 5, 12, 24, o 48 voltios, pero el de uso más extendido es el de 24 VDC. Los módulos de entradas DC permiten conectar sensores transistorizados del tipo PNP (fuente) o NPN (sumidero). La diferencia entre los dos tipos es que la carga (en este caso el PLC) es conmutada a tierra o es conectada a un voltaje positivo. Un sensor tipo NPN conmuta la carga a tierra, mientras que un sensor tipo PNP suministra a la carga un voltaje positivo.

2.4.4 Módulos de salidas digitales

Los módulos de salida pocas veces o nunca suplen potencia a las cargas, más bien, ellos actúan como “switches”. Fuentes externas son conectadas a las tarjetas de salida de los PLCs y entonces ellas se encargan de conmutar la potencia (ON u OFF) hacia cada salida.

Los módulos de salida normalmente tienen de 8 a 16 salidas de un mismo tipo: a relés, a transistores, o a TRIACs. Los PLCs deben convertir los niveles lógicos TTL (5 VDC) presente en el bus de datos a niveles de voltaje externos. Esto se logra con el uso de circuitos de interfase como los mostrados a continuación, los cuales además de usar básicamente un optoacoplador para conmutar la circuitería externa, también utilizan algunos componentes para proteger la circuitería de voltajes excesivos y de polaridad inversa.

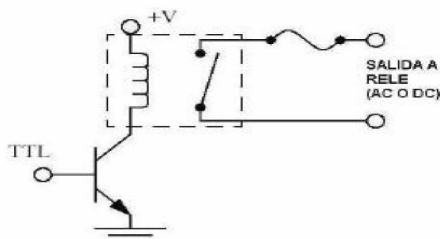


Figura 2.14: Interfase típica para salida a relé. [1]

Las salidas a relé son las más flexibles con respecto al uso. Ellas son capaces de conmutar tanto cargas AC como cargas DC. Sin embargo, este tipo de salida es bastante lenta (Tiempo de conmutación típico: 10 ms), de mayor tamaño, de mayor costo, y de tiempo de vida más corto. Cuando se dedica un relé separado por cada salida, a menudo se le conoce como contactos secos. Esto permite mezclar voltajes (AC o DC a distintos niveles de tensión), así como también permite aislar las salidas, protegiendo las mismas y al propio PLC.

2.5 Sensores y actuadores

Los sensores y actuadores son los dispositivos del sistema de medida y control que interactúan con el sistema físico que se pretende estudiar o controlar, los primeros permiten la toma de medidas de las distintas magnitudes físicas que se van a analizar; mientras que los actuadores posibilitan la modificación de dicho sistema. Aunque es habitual emplear indistintamente los términos ‘sensor’ y ‘transductor’ hay que tener en cuenta que no son lo mismo. Un **sensor** es un dispositivo que a partir de la energía del medio, proporciona una señal de salida que es función de la magnitud que se pretende medir. Un **transductor** es el dispositivo que transforma una magnitud física (mecánica, térmica, magnética, eléctrica, óptica, etc.) en otra magnitud, normalmente eléctrica. Para obtener una determinada medida en un sistema físico puede utilizarse un sensor, un transductor o una combinación de un sensor primario con un transductor.

2.5.1 Efectos físicos utilizables en transductores

Aquellos efectos físicos que provocan un cambio en alguna de las características eléctricas de un material o dispositivo, pueden utilizarse para realizar la transducción de la magnitud física causante de la variación. Las variaciones eléctricas que normalmente se usan se definen a continuación.

2.5.1.1 Generación de Tensión o Intensidad

Al aplicar la magnitud física sobre el dispositivo, éste genera una tensión o intensidad dependiente del nivel de dicha magnitud, sin necesidad de alimentación eléctrica. Por ejemplo los termopares generan una tensión dependiente de la temperatura a la que está sometido.

2.5.1.2 Variación de la resistencia

La resistencia de un dispositivo es la medida de la oposición que éste ofrece a ser atravesado por una corriente eléctrica. La resistencia es dependiente de la longitud (l), la sección (S) y la conductividad o resistividad del material.

2.5.1.3 Variación de la capacidad

Dos conductores separados por un dieléctrico constituyen un Condensador. La capacidad de éste es dependiente del área enfrentada de los conductores (A), de la distancia a la que se encuentran (d) y de la constante dieléctrica.

2.5.1.4 Variación de la inductancia

La inductancia de un dispositivo indica la magnitud del flujo magnético que lo atraviesa cuando circula por él una corriente eléctrica (i). Esta magnitud es dependiente número de espiras del conductor (N).

2.6 Sistemas neumáticos

Se llama sistema neumático a toda la red de equipos e instrumentos encargados de generar la energía neumática, la distribución y el uso de la misma. Para garantizar la fiabilidad de un mando neumático, es necesario que el aire que alimenta el sistema tenga un nivel de calidad suficiente.

La generación de aire a presión empieza por la compresión de aire. El aire pasa a través de una serie de elementos antes de llegar al punto de consumo. El aire que no ha sido acondicionado debidamente, provoca un aumento en la cantidad de fallas y en consecuencia disminuye la vida útil de los sistemas neumáticos. Los elementos de estos sistemas, por lo general, son diseñados para resistir una presión máxima de 8 a 10 bar. No obstante es suficiente para que funcione bien y económicamente, aplicar una presión de 6 bar. En consecuencia el compresor deberá suministrar, con las pérdidas de 6,5 a 7 bar. Se debe instalar un acumulador para compensar las oscilaciones de presión cuando se retira aire del sistema. Cuando la presión en el acumulador desciende por debajo de un valor determinado, el compresor lo vuelve a llenar hasta la presión de ajuste máximo. De esta manera se evita que el compresor funcione ininterrumpidamente.

2.6.1 Compresores

La empresa Toyota de Venezuela, en su sala de compresores cuenta con equipos manufacturados por **Atlas-copco**, estos equipos pertenecen a dos modelos conocidos como compresores ZR y compresores GA, los cuales difieren entre si básicamente por el sistema de enfriamiento, dado que, parten del mismo principio de compresión (compresores de tornillo).

2.6.1.1 Principio de funcionamiento de los compresores de tornillo

Los Compresores de Tornillo son equipos donde los rotores helicoidales engranados entre sí ubicados dentro de una carcasa comprimen y desplazan el gas hacia la descarga.



Figura 2.15: Rotores helicoidales. [13]

Los lóbulos de los dos rotores no son iguales, el macho o rotor principal es de forma tal que se ajusta en las cavidades de la hembra o rotor conducido.

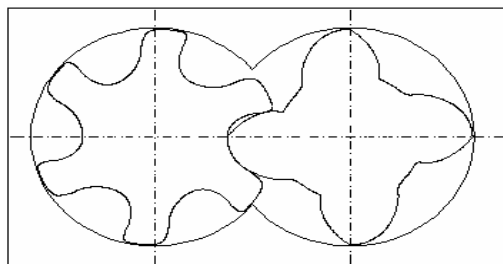


Figura 2.16: Lóbulos de los rotores. [13]

Los rotores pueden no tener el mismo número de lóbulos. Por lo general el rotor principal tiene menos lóbulos y por ello opera a mayor velocidad. El principio de funcionamiento, puede entenderse mas fácilmente con la figura 2.17, donde se muestra como inicialmente el aire llena el espacio entre los dos lóbulos y la carcasa, a medida que los rotores giran, el volumen de aire disminuye obteniéndose progresivamente la compresión.

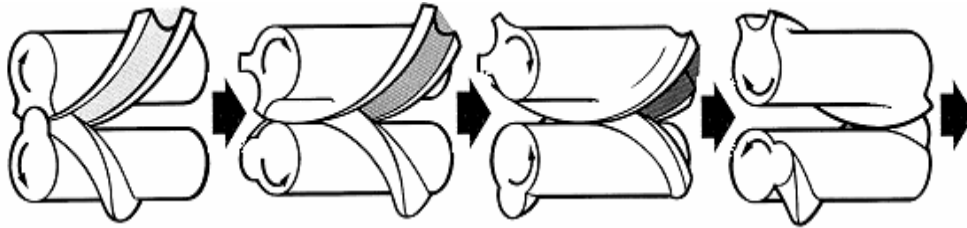


Figura 2.17: Principio de compresión del aire. [13]



Figura 2.18: Cámara de compresión. [13]

2.6.1.2 Compresores libres de aceite (Z)

Los compresores de tornillo del tipo seco utilizan engranajes de sincronización externos para los rotores macho y hembra. Al no haber contacto entre rotores ni entre éstos y la carcasa, no se necesita ningún tipo de lubricación dentro de la cámara de compresión. El aire suministrado es exento de aceite.

2.6.1.3 Compresores lubricados (G):

Para mantener el rendimiento del compresor en pequeñas cantidades se necesitan velocidades de eje muy elevadas. Sin embargo, inyectando aceite en la cámara de compresión se puede utilizar velocidades más reducidas. El aceite cumple tres funciones:

- Cerrar las holguras internas.
- Enfriar el aire durante la compresión.
- Lubricar los rotores.

2.6.2 El contenedor de aire comprimido (pulmón)

Este se encarga de almacenar el aire comprimido proveniente del compresor. Su función consiste en estabilizar la alimentación de aire a presión al sistema y evitar las oscilaciones. La superficie relativamente grande del acumulador provoca un enfriamiento del aire, motivo por lo cual condensa el agua contenida en él. Ésta debe ser evacuada del sistema de aire comprimido.

2.6.3 La red de distribución del aire comprimido

La calidad del aire comprimido no significa solamente tener los equipos de generación operando dentro de los parámetros esperados de presión, caudal y temperatura. La calidad depende directamente de la condición del periférico más importante y responsable de garantizar que todo el aire comprimido llegue al punto de consumo a la presión deseada por el proceso, la red de distribución. La configuración de la red de tubos es de gran importancia para el funcionamiento económico del sistema.

2.6.4 El aire comprimido

El aire que respiramos es una mezcla de oxígeno, nitrógeno y una serie de sustancias diminutas. Algunas de éstas no son deseables; estamos rodeados de polución y contaminación por todas partes. Hemos aprendido a sobrellevar la mayor parte de ellas, pero los productos y los procesos de producción podrían ser menos tolerantes. El sistema de compresión de aire puede contribuir a concentrar adicionalmente estos elementos.

La calidad del aire es vital para la fiabilidad y el funcionamiento continuo de los procesos industriales y para la calidad del producto final. Afortunadamente la pureza del aire en un sistema neumático es un parámetro cuantificable que se mide en términos de contenido de aceite, agua y partículas.

2.6.5 Impurezas contenidas por el aire comprimido

2.6.5.1 Las partículas

En la atmósfera hay partículas sólidas suspendidas cuyo diámetro puede variar de un tamaño microscópico de 0,001 μm a otro visible de 100 μm . Las partículas se crean por las reacciones gaseosas atmosféricas de los contaminantes y los procesos naturales/industriales, como las cenizas de las centrales eléctricas, la minería, las emisiones de escape o la sal y arena suspendidas en el aire.

2.6.5.2 La humedad

Dependiendo de la temperatura y de la humedad relativa, el aire contiene siempre cierto grado de humedad en forma de agua. El proceso de compresión incrementa la concentración de agua y reduce la capacidad del aire de retenerla. De este modo, la cantidad de agua liberada puede ser considerable.

2.6.5.3 El aceite

El aceite que contiene el aire comprimido se introduce por el principio de lubricación de los compresores con inyección de aceite; el aceite forma parte del proceso de compresión y se convierte en un elemento del flujo de aire. En las aplicaciones donde el aceite entra en contacto con productos y procesos críticos, su presencia es totalmente inaceptable.

2.6.6 Las clases de calidad de aire comprimido

La calidad tiene un significado distinto para cada persona. Por ello, la organización internacional de normas (ISO) ha definido claramente cinco clases que cuantifican la calidad del aire comprimido. La norma ISO 8573-1 ofrece un

método inequívoco para definir los requisitos de calidad de aire en un sistema neumático. La tabla 2.1 muestra las clases de calidad del aire.

Tabla 2.1: clases de calidad del aire

Clase de calidad del aire	Suciedad (partículas sólidas)				Agua		Aceite
	Número máximo de partículas por m ³ Tamaño de partícula, Ø µm				Máx. punto de rocío a presión		Máx. concentración
	≤ 0,10	0,1 < d ≤ 0,5	0,5 < d ≤ 1,0	1,0 < d ≤ 5,0	°C	°F	mg/m ³
1	*	100	1	0	-70	-94	0,01
2	*	100 000	1000	10	-40	-40	0,1
3	*	*	10000	500	-20	-4	1
4	*	*	*	1000	3	+ 37,4	5
5	*	*	*	20000	7	+ 44,6	> 5

* No especificado

Un sistema de aire comprimido bien diseñado garantiza el cumplimiento de los requisitos de calidad del aire del proceso. Con la clase ISO requerida como guía, es posible seleccionar los componentes apropiados.

2.6.7 Los secadores FD

Un equipo para el tratamiento eficiente del aire comprimido es una inversión con un retorno sólido, reduce eficazmente la contaminación del aire, que de lo contrario, produciría corrosión en las tuberías, averías prematuras en los equipos neumáticos y expolio del producto. Estos secadores tienen las siguientes características:

- Utiliza refrigerante para enfriar el aire y reducir así el contenido de agua.
- Caudales de aire de pequeños a grandes (7-1600 l/s).
- Punto de rocío a presión +3 °C.
- Secador de uso general.
- Disponible como unidad separada.

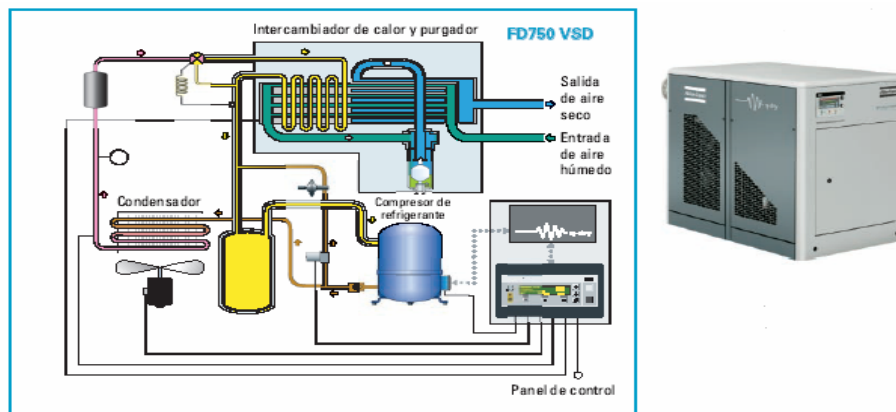


Figura 2.19: Estructura de los secadores FD. [13]

La capacidad del aire para retener vapor de agua, disminuye con la temperatura. Por esto el método clásico de extraer humedad es enfriar el aire, condensando la mayor parte del agua que posteriormente se extraerá, en una trampa de condensado. Cuando el punto de rocío no es suficiente para la aplicación, se recurre a la instalación de secador por refrigeración con el cual se alcanzan puntos de rocío entre 4 y 10 °C. El punto de rocío debe ser controlado para evitar congelación en los serpentines de refrigeración.

2.6.8 Los filtros de aire comprimido

Cada metro cúbico de aire contiene 140 millones de partículas de suciedad. Estas partículas, mezcladas con el vapor de agua y los vapores de hidrocarburos de los combustibles sin quemar y de los procesos industriales, pasan al compresor y se concentran con la compresión. Después de la compresión, todos estos contaminantes se pueden combinar en el sistema de tuberías con la humedad condensada y las partículas que se desprenden por la corrosión, creando una dañina emulsión abrasiva. Las empresas que producen los equipos para los sistemas de aire comprimido han desarrollado un sistema de filtrado perfectamente dimensionado, que reduce todos los tipos de contaminación directamente desde la fuente, de acuerdo con sus exigencias concretas.

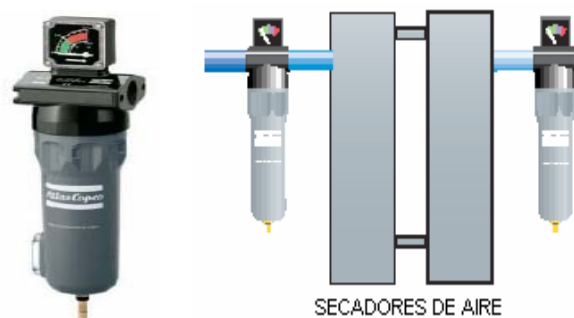


Figura 2.20: Filtro de aire y su respectiva conexión. [13]

La selección correcta del filtro evitará problemas de contaminación en el sistema de aire comprimido, productos y procesos. Los filtros eliminarán eficazmente las partículas y el aceite no deseado con una mínima caída de presión. Algunas de las características de este tipo de filtros de aire son:

- Poseen una gran superficie efectiva de filtrado, pero una caída de presión mínima.
- Cambio rápido y sencillo de los cartuchos.
- Carcasas con recubrimiento interno/externo.
- Las pantallas de soporte de acero inoxidable impiden la corrosión.
- Conexión rápida al colector de drenaje o al separador de aceite/agua.
- Opciones de montaje mural y kits de conexión en serie.

2.6.8.1 Principio de funcionamiento

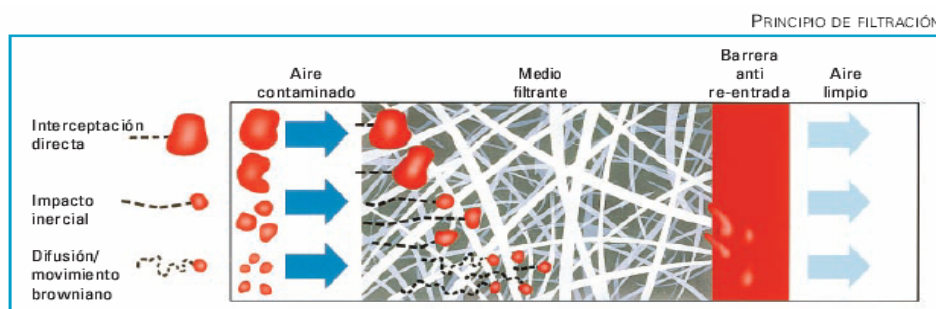


Figura 2.21: Principio de filtración. [13]

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Descripción del funcionamiento del sistema actual

El sistema neumático de la empresa Toyota de Venezuela está conformado por una sala de compresores, encargados de generar la energía neumática, una red de distribución, conformada por tuberías de diferentes calibres que conducen el aire comprimido hasta las diferentes secciones de la planta y dos estaciones de acondicionamiento, encargadas de secar y filtrar el aire comprimido para su posterior utilización en los equipos de la planta de producción.

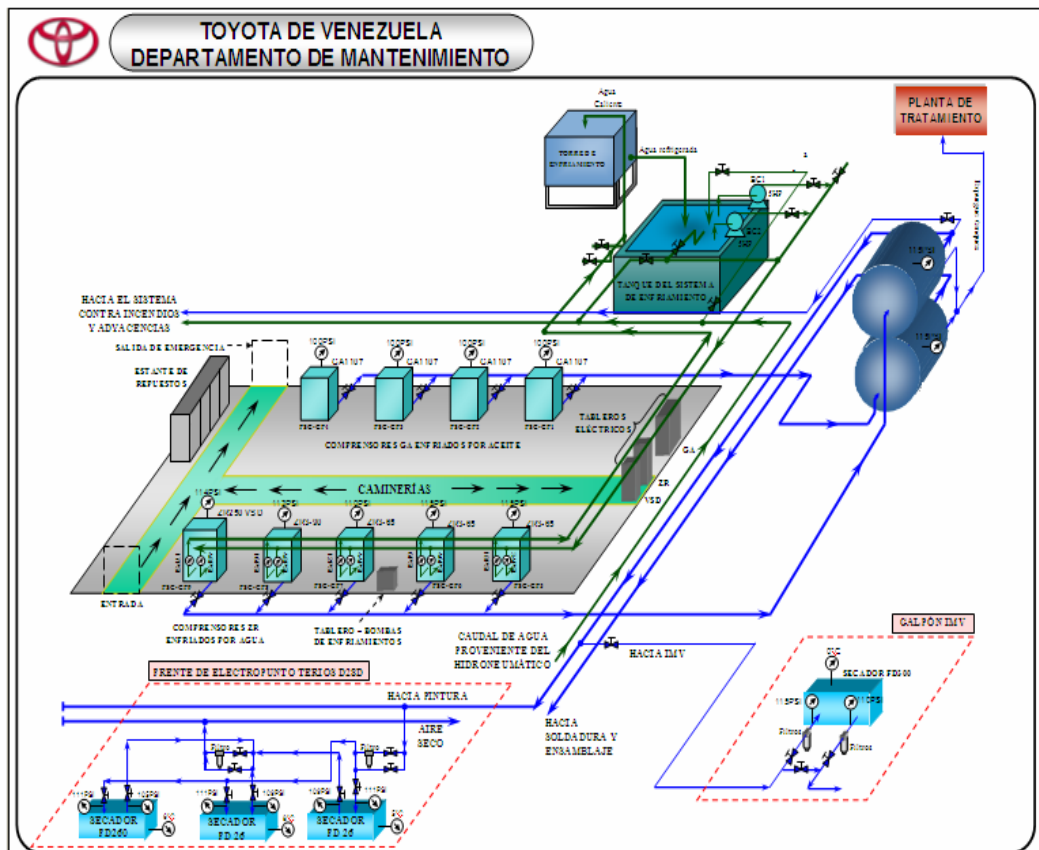


Figura 3.1: Sistema neumático de la empresa. [El autor]

3.1.1 La sala de compresores

Está conformada por un total de 9 compresores, marca Atlas-Copco, modelos ZR y GA en diferentes versiones. El grupo de compresores modelo GA, ubicados en la parte posterior de la sala, se encargan de mantener la presión en la rama del sistema neumático que alimenta la zona de soldadura y ensamblaje y está conformado por cuatro equipos del tipo “compresores de tornillos lubricados” de los cuales solo tres se encuentran funcionando actualmente, dado que, el equipo restante se encuentra fuera de servicio por haber presentado fallas, estos compresores cuentan con un sistema de protección, conformado por relevadores conectados en serie, que se encargan de sacar de servicio al equipo cuando uno de sus parámetros de operación se sale de sus rangos normales.

Los compresores GA son un poco antiguos, fueron adquiridos por la empresa en los años 80 cuando esta se inició, debido a esto, carecen de monitores donde se pueda observar alguno de sus parámetros, en consecuencia, no se puede prevenir una falla por observación de su comportamiento, estos compresores solo cuentan con un voltímetro y un amperímetro encargado de medir la tensión de entrada al grupo y la corriente que este consume, lo que dificulta la detección y ubicación de fallas por sobrecarga, dado que, cada equipo debería tener su amperímetro individual para observar el consumo por separado.

El grupo de compresores del modelo ZR, está constituido por cinco equipos en distintas versiones, (tres compresores ZR3, un ZR90 y un ZR250 VSD). A diferencia de los compresores GA, que son enfriados por aceite, estos son enfriados por agua. De el modelo ZR3, solo dos se encuentran funcionando, dado que, un equipo presenta fallas mecánicas, estos compresores son menos antiguos que los de el modelo GA; cuentan con equipos analógicos de monitoreo de parámetros, pero debido al tiempo que estos tienen funcionando, la mayoría se encuentran dañados o descalibrados, lo que nos deja casi en la misma situación de los compresores GA.

Los modelos ZR90 y ZR250 VSD, si son equipos modernos, este último es de tecnología de punta, utiliza el principio de velocidad variable y está en capacidad de suministrar mas presión cuando el sistema lo necesite aumentando las revoluciones de su unidad compresora, estos compresores cuentan con un módulo de monitoreo de parámetros, conformado por una pantalla LCD de 40 x 4 caracteres, donde se presentan las magnitudes de los parámetros de operación de el equipo, son módulos de monitoreo local y hay que llegar hasta donde se encuentra el equipo para observar sus parámetros de operación. Al igual que el grupo GA, el grupo ZR, también cuenta con un voltímetro y un amperímetro, que indican el consumo del grupo de compresores y tienen un sistema de protección que saca de servicio al equipo si presenta condiciones anormales. Ambos grupos de compresores cuentan con un sistema de arranque-parada que controla el encendido de estos dependiendo del consumo de energía neumática que exista en la planta, este sistema es conocido como “sistema de arranque-parada tipo cascada”. La sala es alimentada con un servicio de 480 voltios y el aire comprimido que de ella sale, se va directamente a los contenedores conocidos como pulmón, de donde luego pasarán a la planta de producción.

3.1.2 El sistema de distribución

Este sistema se encarga de transportar la energía neumática desde la sala de compresores hasta el pulmón, donde se establece una presión constante y luego la transporta a todos los lugares de la planta donde se requiera para energizar un equipo o sistema. Este sistema está constituido por tuberías metálicas, válvulas de regulación y el pulmón, donde cada uno de ellos tiene su función específica.

Las tuberías son los conductores de la energía neumática, el pulmón se encarga de establecer una presión constante de la energía que recibe de la sala de compresión y las válvulas de regulación de presión que tienen un rol muy importante, dado que se encargan de que a cada equipo se le entregue su energía nominal.

La importancia de las válvulas de regulación radica en el principio de caída de presión por longitud de conductores. La energía nominal de los equipos en la planta es de 110 psi, por lo cual, se diseña el sistema para que a la salida de el pulmón la presión sea mayor que la nominal requerida por los equipos (115 psi. En este caso), de esta manera, si en el sistema se presenta una caída de 2 o 3 psi por la longitud del conductor, aun llegue lo suficiente para regular una pequeña caída a través de la válvula y entregar al equipo su energía nominal.

3.1.3 Las estaciones de acondicionamiento del aire comprimido

Se encargan de limpiar el aire comprimido para evitar que impurezas, de cualquier tipo, pasen a lugares donde estas puedan traer consecuencias graves. El aire que respiramos no es puro y las impurezas que contiene se concentran con la compresión. Después de la compresión, todos estos contaminantes se pueden combinar en el sistema de tuberías con la humedad condensada y las partículas que se desprenden por la corrosión, creando una dañina emulsión capaz de averiar cualquier equipo, proceso o acelerar los procesos de desgaste y corrosión que normalmente se observan en los instrumentos metálicos.

Las estaciones de acondicionamiento de aire, están conformadas por secadores y filtros conectados en el sistema neumático de forma tal que, el aire comprimido, luego de pasar por ellos, cumpla con los requisitos exigidos por el proceso.

Los secadores existentes utilizan las bajas temperaturas para este fin, dado que, la capacidad del aire para retener vapor de agua, disminuye con la temperatura. Estos cuentan con un pos-enfriador, encargado de bajar la temperatura del aire, condensando la mayor parte del agua, que posteriormente se extrae, en una trampa de condensado.

Por su parte, los filtros realizan la tarea de eliminar cualquier partícula e impureza que se mueva con las masas de aire comprimido, reteniéndola dentro de una cámara, la cual necesita limpiarse frecuentemente para mantener un buen rendimiento en el funcionamiento del mismo.

3.1.4 Los sistemas de expulsión de impurezas

Los sistemas de expulsión de impurezas, mejor conocidos como purgas, se encuentran presente en todos los elementos del sistema neumático donde se produzca condensación o filtrado, se localizan en las trampas de condensado de los secadores de aire comprimidos, en las cámaras de retención de los filtros de impurezas y en el pulmón principal del sistema.

Estos sistemas necesitan ser activados cada cierto tiempo o dependiendo del nivel de impurezas que se encuentre atrapado en las trampas de condensado y cámaras de retención para limpiar los equipos de acondicionamiento del aire y evitar con esto, que las grandes acumulaciones de impurezas reduzcan el rendimiento del equipo.

Actualmente los sistemas de expulsión de impurezas son activados manualmente y con frecuencia se producen excesos de acumulación en las cámaras de retención de impurezas por la falta de activación de los mismos.

3.1.5 Método de supervisión existente

En la actualidad se realizan chequeos diarios a los equipos del sistema neumático de forma visual. Este método representa una gran limitante para la supervisión, dado que solo permite tomar una medición de los parámetros al día, evadiendo de esta manera un sinnúmero de eventos y las posibles anomalías que pueden presentarse en las horas del día en las que el personal encargado de realizar el chequeo no se encuentra realizando esta labor.

Se emplean hojas para recolectar los datos de mayor relevancia para el funcionamiento de los equipos y donde aparecen reflejados los valores estándar o parámetros normales facilitados por los fabricantes de los equipos. En estas hojas se esbozan las medidas obtenidas de manera visual por el encargado del chequeo y luego son entregadas al departamento de mantenimiento. En el anexo J se muestran las hojas utilizadas actualmente.

3.1.6 Aplicación del Mantenimiento

Como en la mayoría de las empresas e industrias, la aplicación del mantenimiento se divide en dos partes:

3.1.6.1 Mantenimiento correctivo

Este se aplica luego de haber ocurrido una falla que obligue a la inmediata reparación de los equipos, para proseguir con la producción en la planta.

3.1.6.2 Mantenimiento preventivo

Este se aplica actualmente basándose en estándares de tiempo de trabajo de las máquinas, debido a que no existe otro medio para una oportuna programación de este tipo de mantenimiento, cabe resaltar que mientras mas oportuno sea el mantenimiento preventivo, menos se requiere de mantenimiento correctivo y por ende, mayor en el rendimiento de los equipos y producción de la empresa.

3.2 Puntos críticos del sistema de aire comprimido y parámetros bajo estudio en estos puntos

Para un buen funcionamiento de los equipos y un día de producción sin interrupciones en la planta, es necesario que la fuente de alimentación del 70% de sus equipos se encuentre en perfecto estado de funcionamiento. Existen puntos de

la planta de producción donde solo el hecho de que alguno de los parámetros de operación de los equipos del sistema neumático o del aire comprimido se salga de sus límites normales, basta para interrumpir la producción y con esto acarrear grandes pérdidas económicas a la empresa.

El punto más crítico y de vital importancia para la planta, es la sala de compresores; siendo esta la encargada de generar la energía neumática que consume la planta, representa el corazón de la misma. Este punto se puede ver afectado solo por el hecho de que algún compresor presente alguna anomalía. Por esta causa, se supervisarán los parámetros de funcionamiento de cada equipo por separado (Temperaturas, presiones, niveles de aceite y consumo), para evitar de esta manera que se detenga la producción por causa de fallas en la sala de compresores y con el nuevo método de supervisión, programar un oportuno mantenimiento preventivo.

Las estaciones de tratamiento del aire comprimido, son las encargadas de darle al aire las condiciones necesarias para su posterior utilización, aquí radica la importancia de mantenerlas en buen estado, dado que, de nada serviría el aire comprimido si no cumple con los requisitos exigidos por los equipos y los procesos para su consumo, en este punto se supervisarán continuamente parámetros como los diferenciales de humedad y de presión entre la entrada y la salida del aire comprimido, con esto se logrará mantener un control permanente sobre el rendimiento de estas estaciones y estos parámetros nos permitirán determinar cuando las mismas requieren de mantenimiento o reemplazo de filtros y componentes.

Por requerimiento de la empresa y por ser de gran importancia para el buen funcionamiento de las herramientas y equipos empleados en el proceso de ensamblaje de vehículos, se decidió supervisar también, la presión y la humedad a lo largo de toda la línea de producción, siendo la presión el parámetro que determina el tiempo empleado por una herramienta para realizar una labor y la

humedad el que limita el tiempo de vida de las herramientas y componentes del sistema, servirá de mucho para la empresa y especialmente al departamento de mantenimiento el hecho de tener conocimiento en todo momento de la magnitud de estos parámetros en la red de aire comprimido.

3.3 Diseño del sistema de identificación, ubicación y advertencia de condiciones anormales

Basándonos en la necesidad actual de la empresa y en la idea latente de un sistema futuro que permita la supervisión continua y remota de todas las variables que intervienen en los diferentes procesos realizados dentro de la empresa en el proceso de ensamblaje de vehículos, se tomaron como criterios de diseño los siguientes puntos.

- El sistema debe representar, de manera claramente visible y en tiempo real, las magnitudes de todos los parámetros que el mismo supervise.
- Debe ser capaz de identificar cuando un parámetro exceda sus límites normales de operación.
- Ante la situación anterior, el sistema debe alertar e informar al observador sobre el tipo de anomalía y el lugar exacto donde está ocurriendo.
- El sistema debe estar en la capacidad de representar gráficamente las magnitudes de los parámetros más importantes como función del tiempo.
- Debe estar en capacidad y brindar la facilidad de ser ampliado continuamente para la integración de futuras variables.

Cuando se realiza un diseño, no deben omitirse detalles para evitar inconvenientes a la hora de que este sea llevado a la práctica; este diseño comienza desde el punto más sencillo y elemental, como lo es la toma de muestras de los parámetros a través de los sensores y culmina en un punto un tanto más complicado que es la forma como el operador podrá visualizar las magnitudes de los parámetros bajo estudio, todo esto esbozado de una forma clara y

técnicamente descrita para su fácil aplicación en el campo laboral por parte de lectores un tanto capacitados en el campo de la electricidad y el control de procesos.

3.3.1 Arquitectura propuesta para el desarrollo del sistema

Se propone la estructura siguiente:

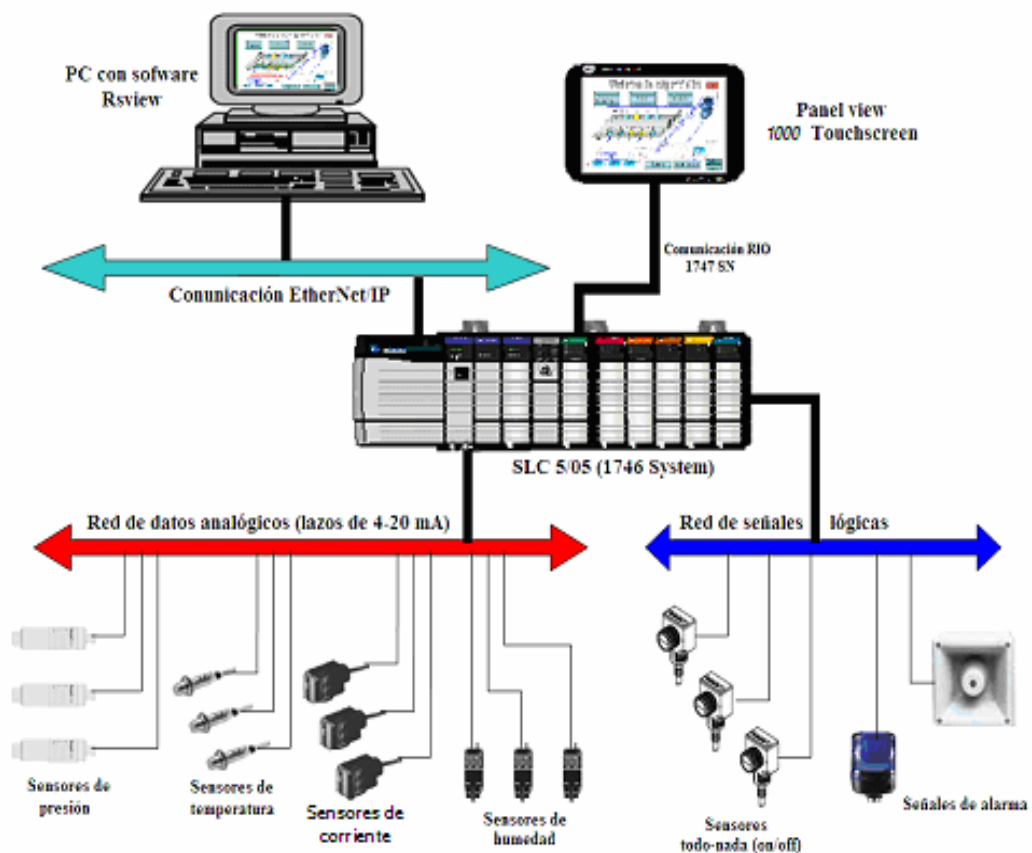


Figura 3.2: Arquitectura del sistema de supervisión. [El autor]

Esta arquitectura nos brinda la oportunidad de integrar un gran número de señales discretas y analógicas en un controlador programable, las especificaciones de cada equipo, así como las limitantes del sistema se definirán correspondientemente a medida que se desarrolla el diseño del mismo.

En cuanto a la flexibilidad y la capacidad del sistema para permitir futuras ampliaciones para la integración de nuevas variables a supervisar, ésta se puede realizar de varias maneras, dependiendo del nivel en que se encuentren las mismas. Si la integración es de pocas variables, se puede realizar agregando módulos de entradas (Slots) al controlador lógico programable y adaptando el software para procesar las nuevas variables, pero si la integración es de un número de variables, tal que, el mismo sobrepasa la capacidad de entradas del controlador, deberá agregarse un nuevo controlador, el cual podrá ser conectado al sistema mediante la red de comunicación Ethernet.

3.3.2 Criterios para la Selección de los equipos a emplear en el diseño

En conjunto con la gerencia y con algunos ingenieros de la empresa se establecieron los criterios de selección de los equipos. Son de gran influencia como criterios de selección las políticas de la empresa, las premisas de ingeniería, la adecuación a requerimientos y el costo de los equipos, entre otros.

3.3.2.1 Políticas de la Empresa

a.- Estandarización y Compatibilidad de Equipos.

Se refiere a una normalización de los equipos en lo que respecta a marcas y a características con el objetivo de facilitar la consecución de equipo futuro, lo mismo que el soporte de los respectivos distribuidores. La compatibilidad de los equipos se refiere al grado de semejanza que tengan los requerimientos de un equipo con las necesidades de los respectivos equipos a su alrededor.

b.- Consecución rápida y eficaz de equipo o de repuestos.

Se refiere a que el hecho de conseguir equipos de reemplazo o repuestos en el menor tiempo posible en una empresa que labora jornada continua se traduce en menos pérdidas económicas.

3.3.2.2 Premisas de Ingeniería.

a.- Sistema Modular y escalable.

Se requiere que el sistema propuesto sea modular por el hecho de que si falla algún dispositivo, la reparación consista solo de quitar y poner tarjetas o dispositivos de interconexión, la modularidad permite tener una visión más ordenada y descentralizada de cómo operará el sistema. La escalabilidad se refiere a la capacidad del sistema de adecuarse a diferentes rangos en lo que respecta a las características de sus señales de entrada y salida.

b.- Sistema “Plug and Play”.

Se pretende que los diferentes dispositivos estén orientados a una arquitectura de conectar y usar, esto para simplificar la conexión, configuración y cambio de los diferentes dispositivos.

c.- Monitoreo e interfaz Hombre/ Máquina.

El sistema se podrá monitorear desde una estación de control visual, en la cual el operario pueda visualizar el proceso, su ejecución y la seguridad del mismo.

d.- Facilidad de uso (software y hardware).

Es una premisa bastante importante pues mediante ésta es que la empresa se asegura una autosuficiencia en el desarrollo de los programas, así como del aprendizaje sencillo y efectivo por parte de los operarios de las áreas en cuestión. En pocas palabras el sistema debe estar orientado a la simplificación. El software de programación debe estar orientado al lenguaje comúnmente utilizado en la empresa para la facilidad de comprensión del personal relacionado.

e.- Excelente soporte y stock local.

Es de suma importancia el garantizarse un excelente respaldo técnico por parte de los distribuidores y es imprescindible asegurarse del stock permanente en

la empresa que lo distribuyó. Todo esto con el fin de ahorrarse tiempo o cambio innecesario de equipo en un futuro.

3.3.2.3 Adecuación a los requerimientos

Este es uno de los criterios más importantes, pues por medio de este es que se logra hacer el filtrado de cual es el equipo óptimo para cubrir los requerimientos expuestos en el diseño.

3.3.2.4 Equipo previamente conocido, instalado y usado en la empresa

Es una razón bastante fuerte de selección de equipo, ya que, el uso dentro de la empresa del equipo seleccionado es prueba de que su rendimiento satisfizo las necesidades de la misma.

3.3.2.5 Antigüedad de relación con los proveedores

Se refiere al trato conocido que brindan distribuidores antiguos, traduciéndose esto en puntualidad, y responsabilidad.

3.3.3 Sensores

Son los dispositivos del sistema de supervisión que interactúan con el sistema físico que se pretende estudiar. A la relación entre la variable a medir y el fenómeno físico en el que se basa el sensor se le denomina ganancia (Kt) del sensor.

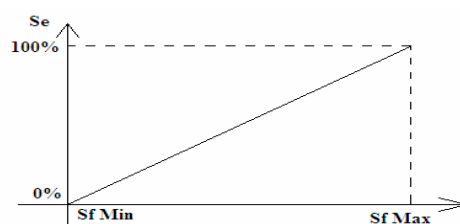


Figura 3.3: Señal eléctrica como función de la magnitud física a medir. [El autor]

La gráfica nos muestra un ejemplo de un sensor lineal que produce una señal eléctrica de salida que es función de la magnitud física que se pretende medir, donde **Se** es la señal eléctrica de salida y **Sf Min** y **Sf Max** son los valores mínimos y máximos de la magnitud física respectivamente. De esta relación se deduce la expresión que representa la ganancia del sensor.

$$Kt = \frac{100\% \text{ de } Se}{Sf \text{ Max} - Sf \text{ Min}} \quad \text{Ec. 3.1}$$

Como un ejemplo podemos mostrar un sensor de presión que se utilizará para supervisar una variable de rango de 0-300 psi y que posee la característica de entregar a su salida una señal analógica que varía entre 4-20 mA. Entonces la ganancia (Kt) del dispositivo será:

$$Kt = \frac{20 - 4 \text{ (mA)}}{300 - 0 \text{ (psi)}} = \frac{16 \text{ mA}}{300 \text{ psi}} = 0.0533 \text{ (mA/psi)}$$

De esta manera, es posible representar el rango de una variable física, mediante una escala de valores eléctricos. Este principio es la base para nuestro sistema de supervisión.

Hoy en día existe una amplia variedad de sensores, los cuales se diferencian entre sí básicamente por el parámetro que miden y la forma y naturaleza de su salida. Para este proyecto hemos precisado utilizar, por la aplicación, sensores para los parámetros: humedad, presión, temperatura y corriente, con salidas de naturaleza eléctrica y de forma analógica. La salida de estos sensores es un nivel de tensión o intensidad que varía de forma continua con el parámetro a medir, dentro del rango de medida del mismo. Es común que estos sensores posean una salida adaptada a los valores normalizados 0-10 V o 4-20 mA, que son los valores estandarizados por las normas internacionales para estas aplicaciones y que permite la compatibilidad entre equipos de diferentes fabricantes.

3.3.3.1 Sensores de presión

En la industria, la medición y el control de la presión es importante, tanto del punto de vista del funcionamiento correcto del proceso, como de la consideración del balance adecuado de materias primas o de productos finales, de allí la importancia de tener un buen control de la presión en el sistema, lo que depende a su vez de la selección de un adecuado dispositivo sensor para la construcción de nuestro sistema de supervisión. Los requerimientos de nuestro sistema neumático son:

- Rango de medidas de 0 a 200 psi como mínimo.
- Temperatura ambiente de 30 °C.
- Fuertes ambientes de trabajo.

De los catálogos ofrecidos por los fabricantes a la empresa, seleccionamos un sensor de presión de la casa Honeywell, de la serie ST, construido en acero inoxidable, lo que nos permite ubicarlo en cualquier lugar de trabajo a menos que sus dimensiones lo impidan. Este modelo cuenta con ajustes de cero y opera con un voltaje de alimentación de 9 a 35 VDC y nos brinda una salida analógica de 4 a 20 mA.



Figura 3.4: Sensor de presión de la serie ST de Honeywell. [14]

Las especificaciones de conexión del sensor se muestran a continuación:

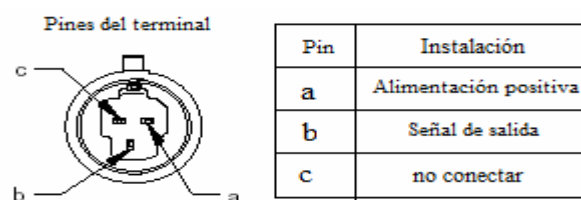


Figura 3.5: Especificaciones de conexión de los sensores de presión. [14]

Para realizar las conexiones correspondientes se necesitará de un conector P/N3685901, el cual debe ordenarse adicional al pedido de los sensores. Las especificaciones completas, tanto eléctricas como mecánicas así como el diagrama de conexiones se muestran claramente en el anexo A de este trabajo.

3.3.3.2 Sensores de Humedad

Para la selección de los sensores de humedad a utilizar en nuestro sistema se deben tomar en cuenta los siguientes requerimientos:

- Rango de medidas de 0 a 100% de humedad relativa
- Debe resistir ambientes con condensación
- Señal de salida analógica

Luego de consultar los catálogos de sensores ofrecidos por los fabricantes se seleccionó un sensor de humedad de la serie HIH 4031 de Honeywell, dado que es el que mejor se ajusta a los requerimientos del sistema. Este sensor ofrece una señal de voltaje de salida lineal y son resistentes a ambientes con condensación, con rangos de medidas de 0 a 100% de humedad relativa.

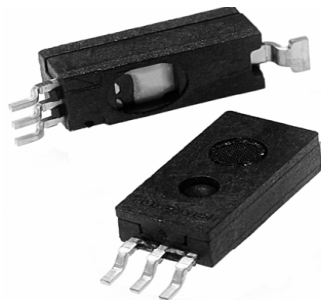


Figura 3.6: Sensor de humedad relativa HIH4031 de Honeywell. [14]

El voltaje de salida en función de la humedad relativa se observa en la grafica siguiente:

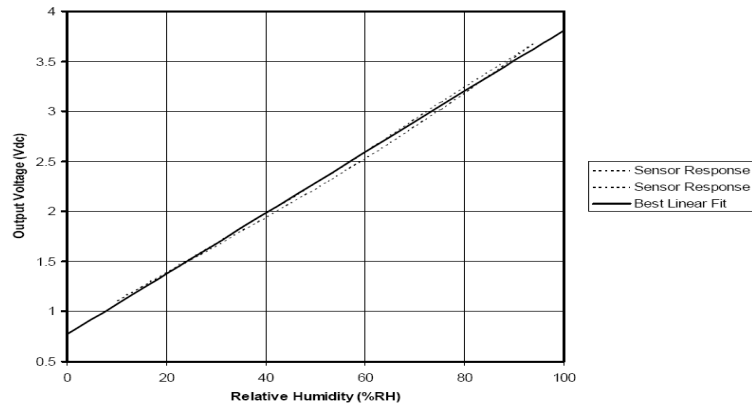


Figura 3.7: Voltaje de salida Vs Humedad relativa. [14]

La conexión eléctrica del dispositivo se muestra en la figura siguiente:

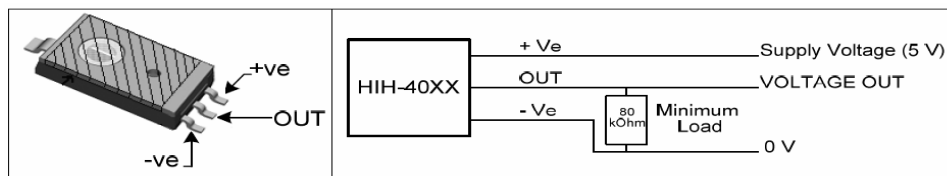


Figura 3.8: Conexión eléctrica de los sensores de humedad. [14]

Para la instalación física del sensor dentro del sistema de aire comprimido, será necesario en primer lugar, montar este dispositivo en alguna base o estructura que permita que el mismo sea introducido en la tubería de distribución de aire. Las especificaciones completas, tanto eléctricas como mecánicas se muestran en el anexo A de este trabajo.

3.3.3.3 Sensores de Corriente

Para la selección de los sensores de corriente a utilizar para supervisar el consumo y estado de funcionamiento de los equipos en el sistema de aire comprimido se tomaron en cuenta los niveles de corriente nominal de los mismos.

- Corriente nominal de los compresores: máximo 168 A, dependiendo del tipo de conexión.
- Corriente nominal de los secadores de aire comprimido 20 A.

Se seleccionaron sensores de corriente por efecto Hall, de la casa Honeywell, serie CS, por la facilidad de conexión, capacidad de medida y rango de salida fácilmente utilizable. Se utilizará el sensor CSLF3EJ, con capacidad de medida de hasta 225 A, para supervisar el consumo de los compresores y el sensor CSLF3DC, con capacidad para 33 A, para los secadores de aire comprimido. Ambos dispositivos ofrecen una salida de corriente lineal con rango de 4 a 20 mA.



Figura 3.9: Sensores de corriente de la serie CS de Honeywell. [14]

Las especificaciones eléctricas, mecánicas y de instalación de estos sensores se muestran en el anexo A de este trabajo.

3.3.3.4 Sensores de estado

Para determinar el estado (encendido/apagado), de los equipos (compresores y secadores) del sistema de aire comprimido, se utilizarán relés electromecánicos conectados al sistema de control encargado de conectar/desconectar la alimentación al motor de los equipos. Los relés proporcionarán una salida lógica 1 al estar conectada la alimentación y un 0 lógico al desconectarse la energía.

Para la selección de los relés se tomó en cuenta lo siguiente:

- Voltaje de operación del circuito de control de los compresores 110 VAC
- Voltaje de transmisión de los datos 24 VDC

Se precisó utilizar un dispositivo del fabricante Allen-Bradley que cumple con las características exigidas y el tamaño brinda comodidad en la instalación. Se utilizará el relé 700-HC24A1, el cual soporta un voltaje de operación de 120 VAC

y es capaz de soportar en sus contactos una corriente de carga de hasta 5 A a una tensión de 24 VDC.



Figura 3.10: Relé electromagnético 700-HC24A1 de Allen-Bradley.

En el siguiente diagrama se muestra la forma en que serán conectados estos dispositivos a la red de control de los equipos del sistema neumático.

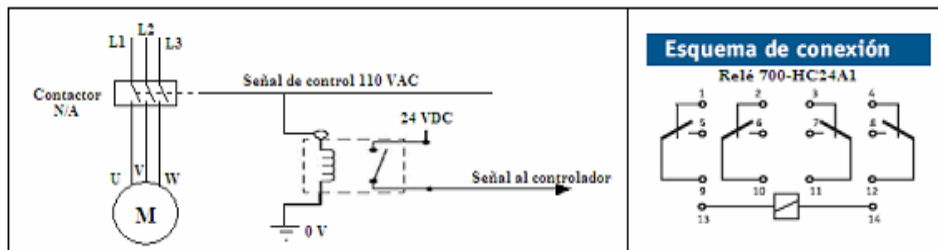


Figura 3.11: Conexión de los sensores de estado

De esta manera, la señal de salida de los contactos del relé nos indicará si el equipo se encuentra encendido o apagado.

3.3.3.5 Sensores de Temperatura

Para la selección de los sensores de temperatura a emplear, se tomaron en cuenta las siguientes características de operación:

- Temperaturas de aire de hasta 200 °C
- Temperatura de líquidos de hasta 100 °C
- Tipo de medida por inmersión.
- Conexiones a ductos.

De los catálogos ofrecidos por los fabricantes se seleccionó un dispositivo de la serie R300 de la casa fabricante Honeywell, el cual cumple con las escalas

de temperatura a medir, ofrece una salida lineal y robustez mecánica dado a su construcción en acero inoxidable.



Figura 3.12: sensor de temperatura R300 de Honeywell. [14]

Las características del sensor se muestran a continuación:

Tabla 3.1: Características del sensor R300. [14]

Product Specifications	
Thermistor Type	RTD
Temperature Sensing Type	Immersion
Nominal Resistance at 25 °C [77 °F]	100 Ohm
Tolerance	3,0 °C [5.4 °F]
Accuracy	20 °C [68 °]
R-T Curve	IEC 751
Operating Temperature Range	-40 °C to 300 °C [-40 °F to 572 °F]
Housing Material	Stainless steel
Mounting Method/Mechanical Interface	Threaded body (M14x1.25)
Electrical Interface/Connector Type	Overmolded connector/AMP JPT/Bosch Jetronics
Time Constant in Water at 0.914 m/s [3 ft/s]	10.0 s
Dissipation Constant in Water at 0.914 m/s [3 ft/s]	6,0 mW/°C
Availability	Global
Series Name	R300

3.3.4 Actuadores

Se denominan actuadores a los dispositivos situados en el sistema y que responden a órdenes emitidas por el controlador lógico programable o por los operadores, y que se encargan de una labor específica. En nuestro sistema contamos con dos tipos de actuadores los cuales describimos a continuación.

3.3.4.1 Purgas electromecánicas

Son electroválvulas conectadas a las trampas de condensado de los equipos del sistema neumático tales como, filtros, secadores y tuberías, etc. Encargadas de extraer los líquidos que se condensan en ellos y con esto disminuir el nivel de humedad que se produce en el sistema. A menos que se drene el sistema, todo el esfuerzo de separar el agua del aire en la red de aire comprimido será inútil, por este motivo es necesario un drenaje eficaz.

Dado que los equipos existentes en la empresa son del fabricante Atlas Copco, se propone utilizar purgas electromecánicas de este mismo fabricante por la facilidad de acople a los dispositivos.



Figura 3.13: purga electromecánica modelo EWD 75 de Atlas Copco.

Estos dispositivos cuentan también con una función inteligente que supervisa continuamente la acumulación de condensado para evacuarlo solo cuando es necesario, esta función se utilizará para indicarle al controlador lógico programable cuando es necesario extraer el condensado, el controlador en cuestión evaluará las condiciones que deben cumplirse y dará las señales de apertura y cierre de la electroválvula.

3.3.4.2 Señalizadores de alarma

Constituido por un indicador luminoso y un indicador audible, montados en un panel. Estarán ubicados en las líneas de ensamblaje y soldadura en lugares visibles, con la finalidad de indicarles a los operarios cuando existe baja presión en el sistema de aire comprimido. Estos dispositivos cuentan también con un controlador de presión electromecánico, lo que les brinda la opción de funcionar localmente en caso de mantenimiento al sistema de supervisión remoto.

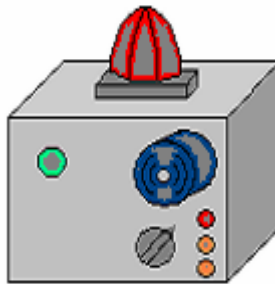


Figura 3.14: Señalizadores de alarma. [el autor]

Los materiales utilizados en la construcción de estos módulos, así como los diagramas de conexiones internas y las dimensiones, se muestran en el anexo B de este trabajo.

3.3.5 Ubicación de los sensores

Los sensores previamente seleccionados serán distribuidos a lo largo del sistema neumático, ubicados en puntos estratégicos que nos permitan conocer los parámetros de funcionamiento del mismo en toda su extensión.

Para la identificación de los elementos sensores en los planos se utilizó el reglamento dictado por las normas ISA que se muestra a continuación:

Tabla 3.2: Identificadores utilizados

	Primera letra	Letras sucesivas
C	Disponible al usuario	Control
E	Voltaje	Sensor primario
I	Corriente	indicador
M	Humedad	Disponible al usuario
P	Presión	Punto de conexión para pruebas
T	Temperatura	Transmisor
L	Nivel	Luz

Los planos de ubicación de los sensores a lo largo de la red de aire comprimido se muestran en el anexo C.

La ubicación de los sensores en los compresores para la medición de sus parámetros de funcionamiento se muestra en la siguiente figura.

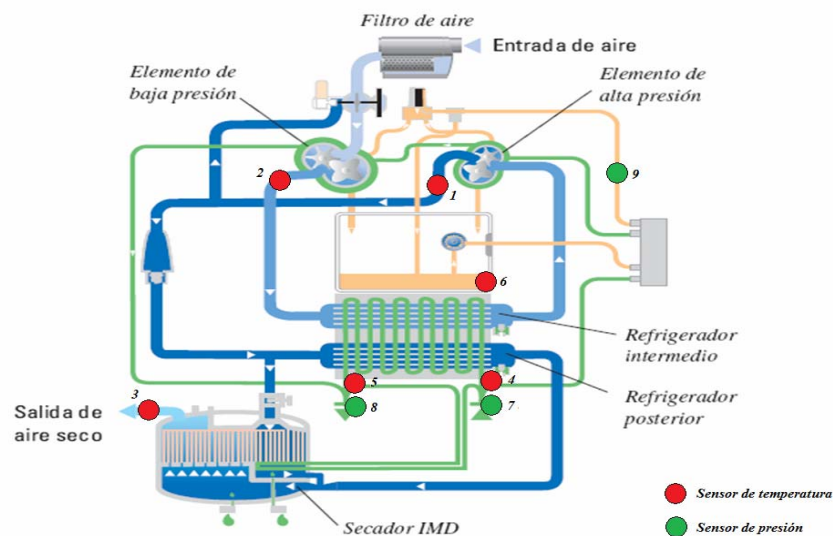


Figura 3.15: Ubicación de los sensores en el sistema de aire, agua y aceite de los compresores

La función de cada uno de los sensores ubicados en el sistema de distribución de aire, agua y aceite de los compresores, se presenta en la tabla mostrada a continuación.

Tabla 3.3: Función respectiva de cada sensor

Sensor	Parámetro a medir
1	Temperatura del aire de salida del elemento de baja presión
2	Temperatura del aire de salida del elemento de alta presión
3	Temperatura del aire de salida
4	Temperatura del agua de entrada
5	Temperatura del agua de salida
6	Temperatura del aceite
7	Presión del agua de entrada
8	Presión del agua de salida
9	Presión de aceite

Aparte de los sensores de temperatura y presión, deben ubicarse también sensores de corriente en los alimentadores de estos equipos para supervisar su consumo y estado de funcionamiento.

Al contabilizar la cantidad de puntos estratégicos, se determinó que para la construcción del sistema se implementará el siguiente número de sensores:

- 36 Sensores de presión
- 25 Sensores de humedad
- 22 Sensores de temperatura
- 9 Sensores de corriente
- 9 Sensores de estado (on/off)

Los cuales presentan la siguiente tabla de características:

Tabla 3.4: Rangos de salida de los sensores.

Sensor	Rango de medida	Rango de salida
Presión	0-200 psi	4-20 mA
Humedad	0- 100 %	0-5 VDC
Temperatura	0- 300 °C	100-212 Ω
Corriente	0-225 y 0-33 A	4- 20 mA
Sensores de estado	0- 1 Lógico	0 ó 24 VDC

3.3.6 Transmisión de datos entre sensores y PLC

Para evitar problemas en la transmisión de señales al controlador debido a variaciones en la tensión de transmisión debido a las distancias, lo que causaría que el controlador presentara una medida errónea, se dispone utilizar como señal a transmitir una intensidad de corriente. En las medidas a distancia con transmisión en corriente (telemida por corriente), la magnitud a medir se convierte en una corriente unipolar proporcional, que se envía por la línea y es detectada en el extremo receptor midiendo la caída de tensión en una resistencia de valor conocido y estable.

Debido a la diversidad de señales de salidas generadas por los sensores utilizados, se debe implementar una etapa de adaptación encargada de acondicionar las señales para ser transmitidas con el método efectivo de telemida por corriente.

3.3.6.1 Telemida por corriente

En este método de transmisión el valor de corriente habitual es 4-20 mA. Fue adoptado como norma en 1975 y existen numerosos transmisores comerciales que se ajustan a esta norma. El hecho de emplear 4 mA para transmitir el valor cero permite distinguir las situaciones anómalas como por ejemplo el circuito abierto (0 mA).

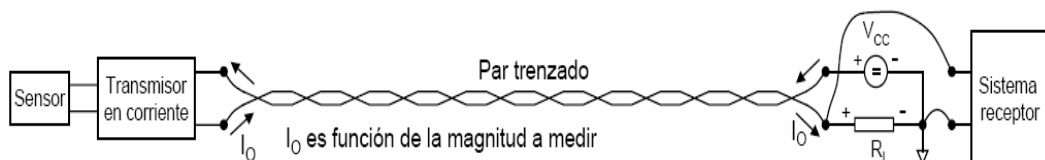


Figura 3.16: Telemida por corriente

Normalmente, la transmisión se puede realizar sólo con dos cables, ya que, como se muestra en la figura, en los transmisores comerciales la alimentación se realiza con el mismo bucle de corriente. Esto tiene una repercusión económica

considerable en la mayoría de los casos. Con el fin de evitar acoplamiento inductivos, que harían circular corrientes interferentes, se emplea un par de hilos trenzados. Las interferencias capacitivas son despreciables porque la impedancia equivalente del circuito ($\approx RL$) es pequeña.

Los termopares parásitos y las caídas de tensión en los hilos tampoco afectan, siempre que el transmisor sea capaz de imponer el valor de corriente deseado en el circuito. Normalmente el mismo circuito transmisor alimenta y acondiciona una gran variedad de sensores, tales como termopares, RTDs, termistores, etc. Lo que supone una gran simplicidad y ahorro de tiempo y dinero en el diseño de estos sistemas de telemedida por corriente.

3.3.6.2 Acondicionamiento de señales

Dado que, en nuestro diseño las señales analógicas de salidas de los sensores primarios utilizados para medir los parámetros de humedad y temperatura se presentan como valores de voltaje y resistencia respectivamente, es necesario disponer de un medio para transformar esta señal a una señal de corriente equivalente dentro del rango de 4-20mA, para tal fin se emplean acondicionadores de señales.

3.3.6.2.1 Acondicionamiento de la señal correspondiente a la humedad

Debido a que la señal de salida del sensor primario de humedad es una magnitud de voltaje que varía entre 0 y 5 voltios, es necesario construir un circuito electrónico capaz de llevar esta magnitud de voltaje a una corriente equivalente dentro del rango 4 y 20 mA. Por esta razón se diseñó el siguiente circuito:

3.3.6.2.1.1 Diseño del circuito convertidor lineal de voltaje a corriente

Para la construcción del dispositivo se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- El dispositivo debe convertir de 0-5 V a 4-20 mA. De manera lineal
- Debe funcionar como una fuente de corriente, la resistencia de carga no debe afectar la magnitud de la corriente de salida del convertidor.

Como principio fundamental, la función de transferencia del dispositivo debe tener la siguiente forma:

$$I_o = V_{in} * K + 4 \text{ mA} \quad \text{Ec.3.2}$$

Donde el parámetro K debe provenir de un arreglo resistivo para generar la corriente de salida. Para el desarrollo del diseño, basándonos en el circuito mostrado en la figura 1, partiremos del hecho de que se puede controlar la corriente I_o , a través de la maniobrabilidad de la corriente I_1 .

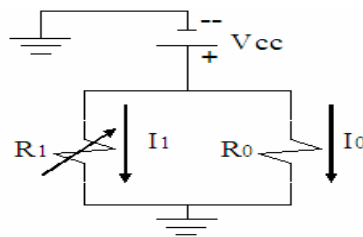


Figura 3.17: Circuito de punto de partida.[el autor]

En el circuito se observa claramente que:

$$I_1 = \frac{V_{cc}}{R_1} \quad \text{e} \quad I_0 = \frac{V_{cc}}{R_0}$$

De donde se deduce que la relación entre las dos corrientes se define por:

$$I_0 = \frac{R_1}{R_0} * I_1 \quad \text{Ec.3.3}$$

Entonces, si R_1 y R_0 son resistencias constantes, la corriente I_0 será R_1/R_0 veces la corriente I_1 . Si al circuito de partida le agregamos un transistor BJT de polaridad **NPN** convenientemente, podemos utilizar el principio de que la corriente en el emisor es aproximadamente igual a la corriente de colector, para controlar la corriente I_1 , como se muestra en la figura 3.18.

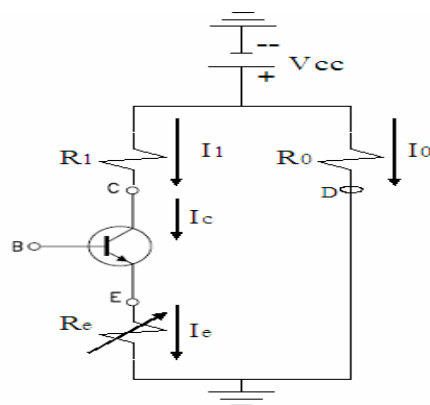


Figura 3.18: Control mediante transistor.[el autor]

Con esta nueva herramienta podemos establecer varias ecuaciones que nos facilitarán el desarrollo de nuestro diseño.

$$I_1 = I_c \quad ; \quad I_e = \frac{V_e}{R_e} \quad ; \quad I_e = I_c \quad ; \quad I_1 = \frac{V_e}{R_e}$$

Estas ecuaciones nos permiten controlar la corriente I_1 a través de un voltaje V_e , así podemos convertir el voltaje V_e a una corriente I_1 de manera lineal, mientras que R_e sea constante. Sin embargo al agregar el transistor se pierde la relación entre I_0 e I_1 , que establecimos en un principio. Es preciso utilizar nuevos elementos y criterios para recobrar esta relación dado que I_0 será nuestra corriente de salida y debe ser función del voltaje de entrada. Para recobrar esta relación es preciso que el voltaje en el punto C sea igual al voltaje en el punto D (véase figura 3.18). Para ello nos podemos valer del criterio de tierra virtual en los amplificadores operacionales, que establece que debido a la ganancia infinita del amplificador, cualquier voltaje que se encuentre en la entrada no inversora

aparecerá automáticamente en la entrada inversora sin que exista circulación de corriente entre los terminales del dispositivo, como se muestra en la figura 3.19. A esta propiedad también se le conoce como cortocircuito virtual y es ampliamente utilizable.

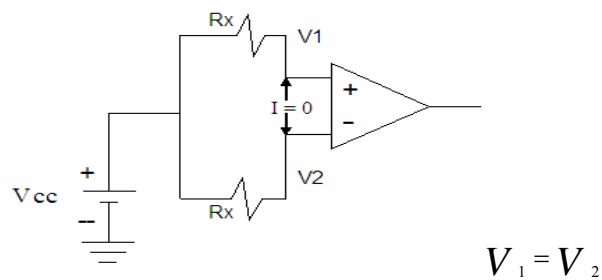


Figura 3.19: Cortocircuito virtual en amplificadores operacionales

Si agregamos entonces un amplificador operacional a nuestro circuito, con sus entradas inversoras y no inversoras conectadas a los puntos C y D respectivamente, logramos que el voltaje sea el mismo en estos puntos, con lo que recobramos la relación entre I_o e I_1 , entonces basándonos en la figura 3.20, podemos plantear nuevas relaciones utilizables.

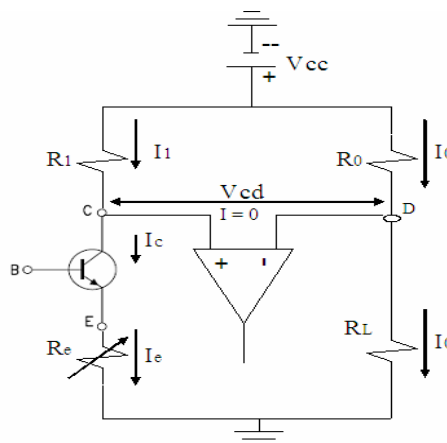


Figura 3.20: Relación de corriente.

Ahora son validas las siguientes relaciones:

$$\blacktriangleright I_1 = \frac{V_{cc} - V_{cd}}{R_1}$$

$$\blacktriangleright I_0 = \frac{V_{cc} - V_{cd}}{R_0}$$

De las ecuaciones anteriores se tiene que:

$$I_0 = \frac{R1}{R0} * I_1 \quad \text{Ec.3.4}$$

Esta ecuación es exactamente igual a la ecuación 3.3. El operacional nos permite entonces, mantener la relación entre las corrientes I_1 e I_0 . Sabemos entonces que:

$$I_0 = \frac{R1}{R0} * I_1 \quad \text{y} \quad I_1 = \frac{Ve}{Re}$$

Sustituyendo estas dos ecuaciones tenemos:

$$I_0 = \frac{R1}{R0} * \frac{Ve}{Re} \quad \text{Ec.3.5}$$

Y si denominamos K al cociente $R1/R0$, dado que son constantes, nos queda:

$$I_0 = K * \frac{Ve}{Re} \quad \text{Ec.3.6}$$

De esta ecuación se observa claramente que la corriente de salida dependerá solamente de la relación K , el Voltaje Ve y la resistencia del emisor Re . Si asumimos valores de resistencias tal que K sea igual a 10 (por ejemplo $R1=500\Omega$ y $R0=50\Omega$), sabremos entonces que la corriente de salida será exactamente igual a 10 veces la corriente en el emisor del transistor BJT. La incógnita ahora es encontrar el valor de Re que permita dejar la corriente de salida como una función solo del voltaje Ve , y que permita relacionar a ambos parámetros dentro de los rangos deseados. El rango de operación se muestra a continuación.

Tabla 3.5: Rango de operación del convertidor

Voltaje de entrada	Voltaje Ve	Relación Ve/Re	Corriente de salida
0 V	Ve Mínimo	0,0004 A	0,004 A
5 V	Ve Máximo	0,002 A	0,02 A

Estas condiciones deben cumplirse con comportamiento lineal. Para lo cual realizaremos un estudio gráfico de la función de transferencia del circuito.

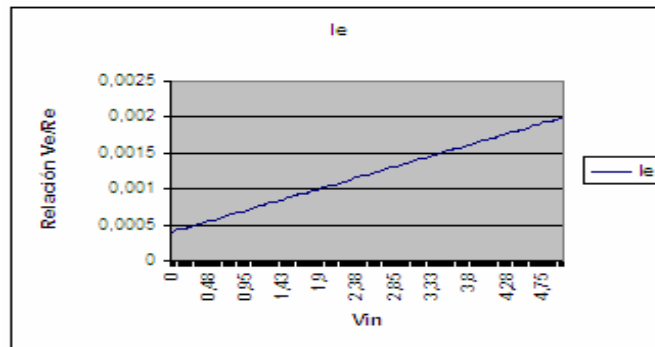


Figura 3.21: Voltaje de entrada Vs corriente I_I . [el autor]

De la gráfica observamos que para un voltaje de entrada igual a cero, el valor de la relación V_e/R_e debe ser igual a 0.0004 A, por lo que debemos asegurar que ante la ausencia de voltaje de entrada, debe existir un voltaje V_e , capaz de producir esta corriente. Si asumimos que dicho voltaje para esta condición es igual a 1 V, podemos deducir el valor de la resistencia R_e . Entonces:

$$R_e = \frac{1\text{ V}}{0.0004\text{ A}} = 2500\ \Omega$$

Habiendo determinado ya el valor de R_e , procedemos a determinar el valor de V_e máximo que se debe producir para generar una corriente igual a 0.002A

$$V_e \text{ max} = 0.002 * 2500 = 5\text{ V}$$

Ahora necesitamos diseñar un arreglo con una función de transferencia tal, que cumpla con la siguiente tabla:

Tabla 3.6: Relación voltaje de entrada - V_e

Vin	Ve
0	1
5	5

El hecho de que exista un voltaje $V_e = 1\text{ V}$, en la condición de entrada igual a cero, conduce a que debe existir una fuente de voltaje de referencia fija adicional a la entrada. La ecuación de transferencia del arreglo debe ser:

Como se observa en la figura, es necesario utilizar un transistor de efecto de campo para manejar la corriente de salida. Debido a que la corriente de salida está obligada a ser 10 veces mayor a la corriente I_I , esta será independiente de R_L . La corriente de salida sera:

$$I_0 = \frac{10 \times V_e}{R_e} \Rightarrow I_0 = 0.0032V_{in} + 0.004 \quad \text{Ec.3.8}$$

Se observa claramente que el circuito cumple con las especificaciones planteadas al inicio del diseño, tiene salida lineal y es independiente de R_L . La gráfica de la ecuación para un rango de voltaje de entrada de 0-5 V se muestra a continuación en la figura N° 7.

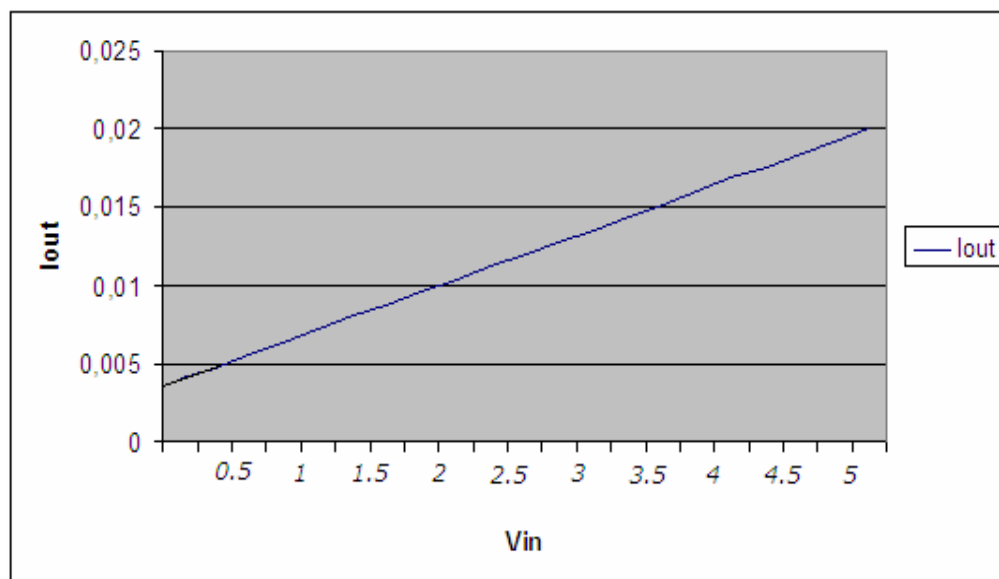


Figura 3.24: Corriente de salida Vs voltaje de entrada

3.3.6.2.1.2 Señal de salida Vs humedad relativa de entrada

De las características del sensor primario seleccionado para la medición de este parámetro se conoce que:

- Posee un rango de medida de 0 a 100% de humedad relativa.

- Genera un rango de valores de voltaje de salida de 0.958 a 4.026 V.
- La ganancia del sensor es de 0.0307 V/ %RH, con comportamiento lineal.
- El valor offset es de 0.958 V.

La ecuación para escalar los valores de humedad de entrada a valores de voltaje de salida equivalentes se ajusta a la ecuación de una recta debido al comportamiento lineal de la ganancia del sensor. Entonces:

$$V_{out} = 0.0307(\%RH) + 0.958 \quad \text{Ec.3.9}$$

Este voltaje de salida representa el voltaje de entrada del convertor, por lo que su corriente de salida guardará relación lineal con la humedad relativa del aire al que esta expuesto el sensor y se relacionan por la ecuación siguiente:

$$I_{out} = 0.0032[0.0307(\%RH) + 0.958] + 0.004 \quad \text{E.c.3.10}$$

Con esta ecuación podemos representar el parámetro sensado con valores de intensidad de corriente equivalente. Es preciso resaltar que para que el controlador pueda escalar el valor de corriente de entrada al valor real de humedad relativa que se está midiendo, es necesario conocer los parámetros de la señal de entrada, dado que por la adaptación de voltaje a corriente, el valor de 0% RH no corresponderá a 4 mA ni 100% RH a 20 mA. Los nuevos parámetros de entrada máxima y mínima para escalar el valor de entrada son fácilmente calculables con la ecuación anterior. A continuación se presentan los nuevos parámetros que deben ser introducidos en el software del controlador para medir la humedad relativa contenida en el aire:

- Entrada mínima (equivalente a 0% RH) igual a 7.0656 mA.
- Entrada máxima (equivalente a 100% RH) igual a 16.8832 mA.
- Escala mínima 0.
- Escala máxima 100.

Con estos valores el controlador se encargará de calcular el factor de escala (m) y offset (b) para escalar el valor de entrada. A continuación se muestra el procedimiento que realiza el controlador:

$$m = \frac{EscalaMax - EscalaMin}{EntradaMax - EntradaMin} = \frac{100 - 0}{16.8832 - 7.0656} = \frac{100}{9.8176} \Rightarrow m = 10.19$$

$$b = EscalaMin - (EntradaMin \times m) = 0 - (7.0656 \times 10.19) \Rightarrow b = -71.97$$

La ecuación para escalar la corriente de entrada a valores de %RH nos queda:

$$\%RH = 10.19(I_{in}) - 71.97$$

Siendo la corriente de entrada al controlador igual a la corriente de salida del sensor transmisor se puede demostrar que %RH medida por el sensor es igual a %RH interpretada por el controlador.

3.3.6.2.2 Acondicionamiento de la señal correspondiente a la temperatura

Un RTD es básicamente un resistor variable con la temperatura, en estos dispositivos la resistencia incrementa proporcionalmente con la temperatura. Existen normas que rigen la construcción de estos dispositivos para que su salida sea una magnitud universalmente utilizable. En nuestro caso, la salida del sensor primario se rige por la curva normalizada por la norma **IEC 751**. Por esta misma causa existe una gran cantidad de transmisores de temperatura en el mercado, capaces de tomar la variación de resistencia en el sensor RTD y transformarla en una señal de corriente equivalente para favorecer su transmisión. Los transmisores de temperatura pueden ser instalados cercanos al sensor, y los cables de extensión de los termopares o RTD's, pueden ser usados para transmitir la señal de 4-20mA hacia el cuarto de control, por lo que no se necesitará de cableado adicional.

Se propone utilizar para este fin el transmisor de temperatura **HD-988TR1** de DELTA OHM o similar, por la adecuación a los requerimientos, facilidad de conexión y montaje, la disposición en el mercado y la fácil calibración del mismo.

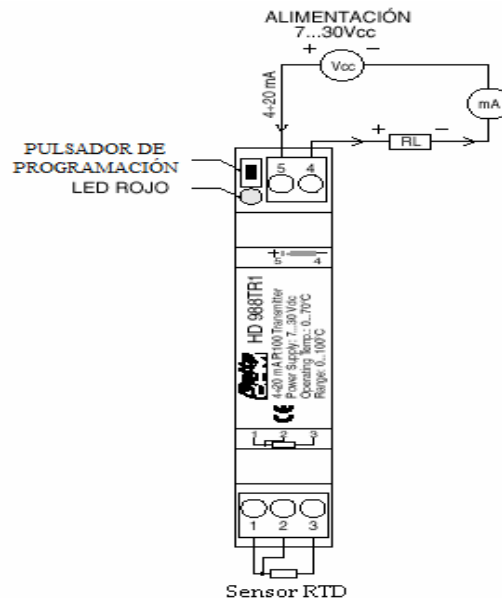


Figura 3.25: Transmisor de temperatura HD 988TR1

Las características eléctricas, mecánicas y de calibración del dispositivo así como los planos de conexiones y la electrónica adicional utilizada se muestran en el anexo D del presente trabajo.

3.3.6.3 Medio de transmisión

Debido a la distancia existente entre la ubicación física de los sensores el sistema neumático y la ubicación del panel de control, debe existir un medio de transporte, capaz de llevar hasta la estación de central de procesamiento, los datos tomados por los sensores. Para este fin, se utilizará conductor de cobre aislado AWG N° 18. Se debe implementar el código de colores siguiente para facilitar la identificación de la función de cada conductor:

- Rojo: para la alimentación positiva de sensores e indicadores
- Blanco: para la alimentación negativa de sensores e indicadores
- Verde: para aterramiento de los dispositivos

- Azul: para las conexiones que van de la salida del sensor a las entradas del PLC
- Negro: para las conexiones que van desde las salidas del PLC a los actuadores

Adicionalmente se deben colocar identificadores en los extremos de los conductores, en los cuales se indicará un código claramente legible y se podrá decodificar utilizando las tablas anexas (anexo H) de identificación de variables. A continuación se muestra un ejemplo de la identificación de conductores.

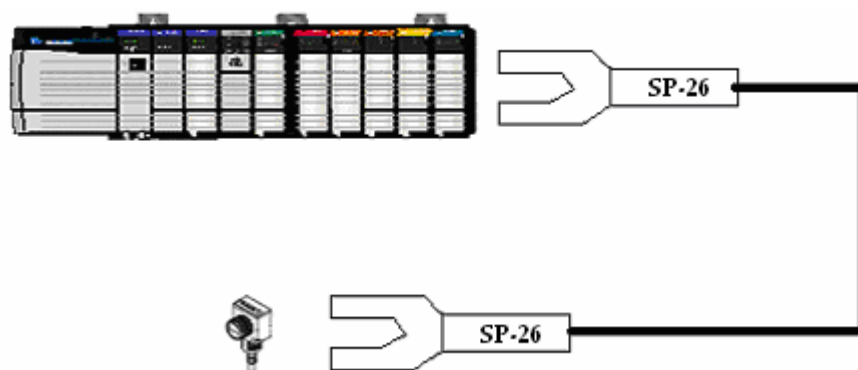


Figura 3.26: Identificación de conductores

En las tablas anexas se encontrará la siguiente información:

Tabla 3.7: Identificación de conductores.

Código	Dispositivo	Terminal PLC
X:78	Sensor de presión Área de Retoques	I:2/2

3.3.6.4 Intervención de preactuadores en la transmisión de datos

Por las características físicas de la energía proveniente de los sensores analógicos, que sabemos es una intensidad variable de 4 a 20 mA, la conexión entre estos y los módulos de entrada del PLC se realizará de manera directa, para el buen funcionamiento, dado que una fuga de intensidad o voltaje se interpretará

como una caída en la magnitud del parámetro que está midiendo el sensor; sin embargo, para el caso de la transmisión de datos entre entradas o salidas discretas y los dispositivos conectados a estas, no se presentan las mismas condiciones, necesiéndose en estos casos la presencia de dispositivos mediadores conocidos como preactuadores, que cumplen con la función de acoplar la comunicación entre dispositivos con diferentes características de funcionamiento y que manejan diferentes niveles de energía eléctrica. Para este fin se utilizarán relés que compartan las características constructivas con los dispositivos a acoplar y de esta manera se protegerán los equipos de conexiones inadecuadas y adicionalmente de energización por fallas ocurridas.

La conexión de los dispositivos acopladores se realizara según las siguientes ilustraciones, dependiendo del caso.

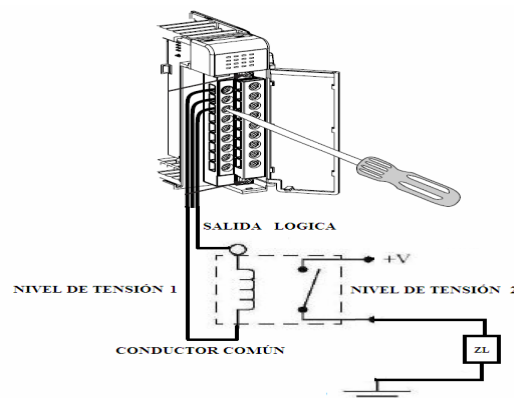


Figura 3.27: Acople de dos niveles de tensión diferentes en un circuito de salida.

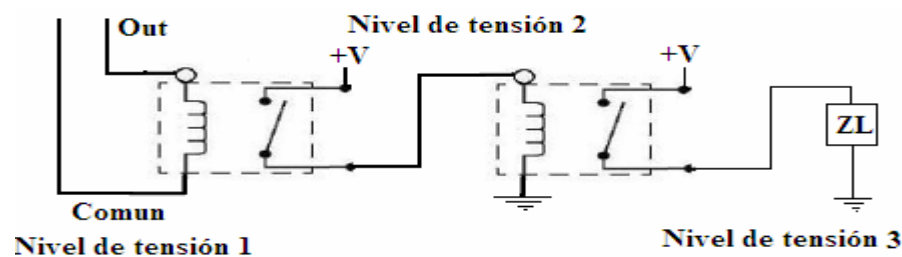


Figura 3.28: Acople para tres niveles diferentes de tensión en un circuito de salida

Este tipo de acople es bastante utilizado para transmitir señales de control hasta dispositivos que operan a un nivel de voltaje bastante elevado.

Para los circuitos de entrada se utilizan el mismo tipo de acople, pero los relés ahora conectarán el voltaje deseado a las entradas del controlador lógico programable.

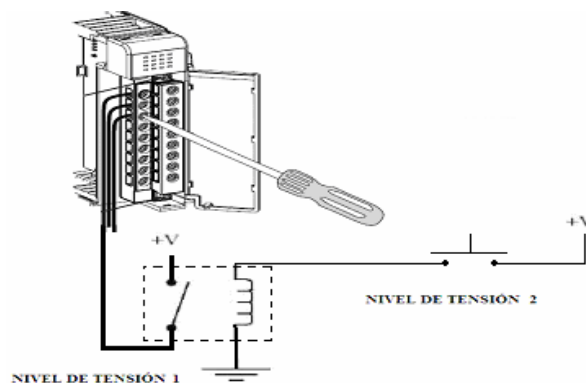


Figura 3.29: Acople de dos niveles diferentes de tensión en un circuito de entrada

Teniendo ya definido los sensores y la forma como estos transmitirán los datos hasta los terminales de entrada del controlador lógico programable, nos dispondremos ahora a escoger el PLC que mejor se ajuste a nuestro diseño.

3.3.7 Selección del PLC

Para la selección del PLC a emplear en un sistema, es conveniente definir en primera instancia las exigencias que este hace sobre el controlador, lo que a la vez depende de la magnitud del sistema a construir. Nuestro sistema presenta las siguientes características:

- Supervisará 92 señales analógicas
- Supervisará 14 señales digitales
- Manejará 28 salidas digitales para operar dispositivos

- Contará con un módulo escáner para la comunicación con el PanelView
- Comunicación Ethernet para la conexión de computadores y nuevos RTU's al sistema.

De las diferentes casas fabricantes de controladores lógicos programables, se decidió trabajar con el fabricante **Allen- Bradley** por las relaciones comerciales que este mantiene con la empresa Toyota de Venezuela, y las opciones de sistemas de interacción hombre-máquina que el mismo ofrece.

De los catálogos de controladores ofrecidos por el fabricante y las exigencias del sistema, se decide emplear un controlador lógico programable **SLC 500** dado que las opciones de sistema que ofrece se ajustan al sistema a construir. El fabricante ofrece la siguiente hoja para seleccionar el procesador:

Tabla 3.8: Hoja de selección del procesador. [8]

Especificación	SLC 5/01	SLC 5/02	SLC 5/03	SLC 5/04	SLC 5/05
Tamaño de memoria (palabras)	L511: 1 K L514: 4 K	L524: 4 K	L531: 8 K L532: 16 K	L541: 16 K L542: 32 K L543: 64 K	L551: 16 K L552: 32 K L553: 64 K
Carga de la fuente de alimentación	350 mA a 5 VCC 105 mA a 24 VCC	350 mA a 5 VCC 105 mA a 24 VCC	500 mA a 5 VCC 175 mA a 24 VCC	1.0 A a 5 VCC 200 mA a 24 VCC	1.0 mA a 5 VCC 200 mA a 24 VCC
Máxima capacidad de E/S	3940 entradas y salidas discretas	4096 entradas y salidas discretas	4096 entradas y salidas discretas	4096 entradas y salidas discretas	4096 entradas y salidas discretas
Número máximo de chasis	3/30	3/30	3/30	3/30	3/30
Comunicaciones incorporadas	DH-485 esclavo	DH-485	DH-485 y RS-232	DH+ y RS-232	Ethernet y RS-232
Programación	Software de programación o terminal manual (HHT)		Software de programación		
Instrucciones de programación	52	71	107	107	107
Tiempo normal de escán (1)	8 ms/K	4.8 ms/K	1 ms/K	0.9 ms/K	0.9 ms/K
Tiempo de retención de escán de programa tras un corte de energía	20 ms a 3 s (dependiendo de la carga de la fuente de alimentación)				
Ejecución en bits (XIC)	4 µs	2.4 µs	0.44 µs	0.37 µs	0.37 µs
Precisión del reloj/calendario	n/d	n/d	±54 segundos/mes a +25 °C (+77 °F) ±81 segundos/mes a +60 °C (+140 °F)		

3.3.7.1 Selección del procesador

De la hoja de selección, se escoge el controlador lógico programable **SLC 5/05 L552** el cual proporciona la misma funcionalidad de control que el procesador SLC 5/04 utilizando comunicaciones estándar de Ethernet en lugar de

DH+. Lo cual proporciona una red de alto rendimiento para carga y descarga de programas, edición en línea, mensajes entre dispositivos similares, adquisición de datos e interface de operador. La variedad de los tamaños de memoria permite adaptarla a las necesidades de la aplicación. El **SLC 5/05 L552** ofrece:

- Tamaño de memoria de programación de 32 K.
- Rendimiento de alta velocidad: 0.90 ms/K es lo típico.
- Control de hasta 4096 puntos de entrada y salida.
- Canal Ethernet 10Base-T incorporado.
- Canal RS-232 incorporado que acepta full-duplex DF1, maestro/esclavo half-duplex DF1 para SCADA, DH-485 usando un 1761-NET-AIC con cable 1747-CP3 y ASCII.
- Funciones matemáticas avanzadas: trigonométricas, PID, exponenciales, punto flotante (coma flotante) y las instrucciones de cálculo.
- Módulo de memoria flash EPROM opcional disponible.
- RAM con batería de respaldo.



Figura 3.30: Procesador SLC 5/05. [8]

3.3.7.2 Selección de los módulos de entrada y salida

Dado que nuestro sistema supervisará 92 señales analógicas provenientes de los sensores, el mismo debe tener la capacidad para manejar este número de

entradas analógicas; el fabricante ofrece el módulo **1746-NI16I** compatible plenamente con **SLC 5/05**, el cual admite 16 entradas analógicas independientes, del tipo entradas sencillas, por lo que necesitaremos un total de 6 de estos módulos para un total de 96 entradas. Se conoce que los módulos que aceptan entradas sencillas cuentan con un terminal para cada señal, aquí se conectará la fuente que genera esta señal.. Este tipo de entrada es sensible al ruido, pero presentan ventajas como la de poder alojar un gran número de entradas y ser de fácil conexión. En la figura 3.26 se muestra el diagrama de conexión de las señales al módulo de entrada.

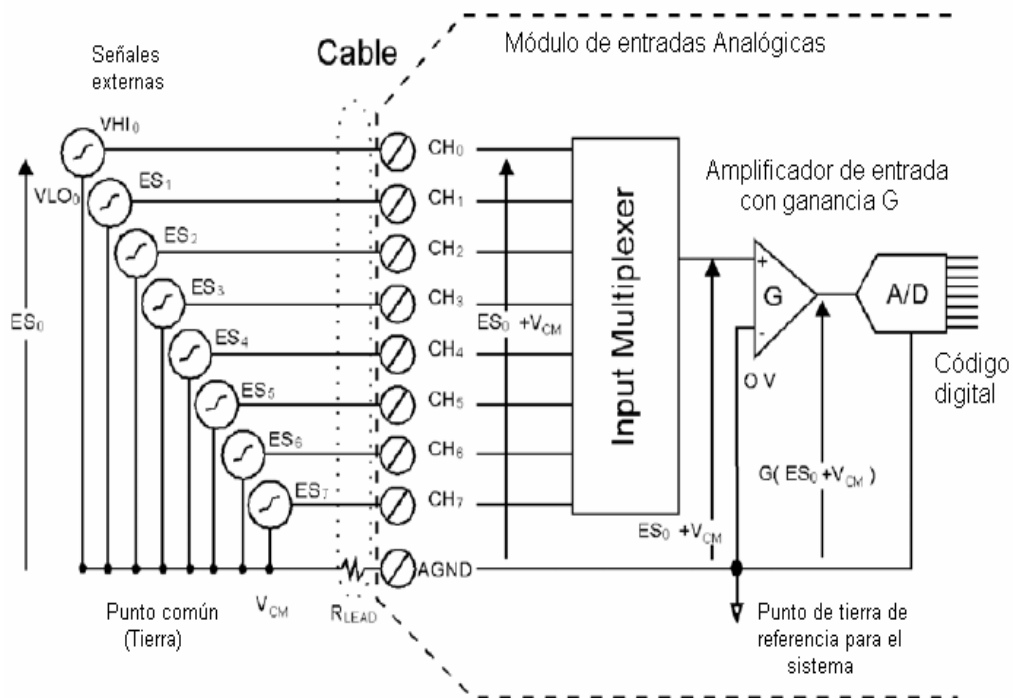


Figura 3.31: Conexión de entradas analógicas. [10]

En cuanto a las entradas discretas, nuestro sistema estará encargado de supervisar 14 variables discretas, por esta razón se utilizarán un módulo de entradas discretas **1746-IB16**, del tipo "Sink", compatible con SLC 5/05, y con la capacidad de admitir 16 entradas discretas de 10-30 VDC. A continuación se muestra el diagrama de conexión de este tipo de módulos.

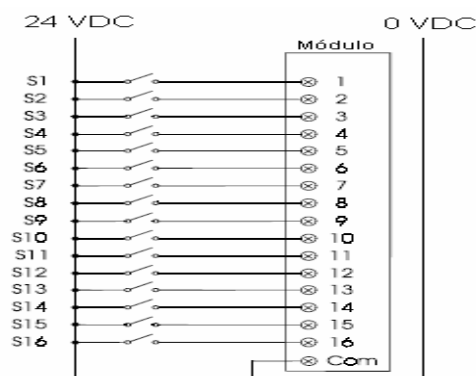


Figura 3.32: Conexión de los módulos de entradas discretas. [10]

Como se observa en la figura, en este tipo de módulos los terminales se encuentran desconectados (0 VDC) y son llevados a un nivel alto o 1 lógico (24 VDC) cuando la condición se cumple. En este tipo de entradas las señales que se conectan provienen de relés utilizados para acoplar, y no directamente de la fuente que genera el estado que se desea supervisar.

Nuestro sistema debe manejar también 23 salidas discretas, para controlar niveles de humedad y condensado en los equipos, así como también para manejar señalizadores de alarmas e indicadores de estado en el sistema de aire comprimido, para este fin se emplearán 2 módulos **1746-OB16**, del tipo “Source”, con capacidad para 16 salidas individuales por módulo para un total de 32 salidas digitales de rango 10-50 VDC, la conexión entre los módulos de salida y los dispositivos que estos operan se realizará mediante relés de acople.



Figura 3.33: Módulos de entradas y salidas. [9]

3.3.7.3 Módulo escáner para comunicación con el PanelView

El escáner proporciona comunicación remota de alta velocidad entre el procesador SLC y dispositivos de control e interface de operador Allen-Bradley. En nuestro proyecto es necesaria la comunicación entre el procesador y el PanelView. Utilizaremos el escáner 1747-SN de la serie B que tiene la buena capacidad de transferencia de información.

Tabla 3.9: Características del escáner 1747-SN

Características	Ventajas
Velocidad en baudios seleccionable (57.6, 115.2, 230.4 Kbaudios)	Proporciona inmunidad al ruido con cable de diferentes longitudes
Longitud de cable de red RIO de 3050 m (10000 pies) Max.	Permite la distribución de dispositivos sobre una amplia área.
Capacidad de conexión de hasta 16 dispositivos físicos	Proporciona un amplio rango de aplicaciones a ser direccionables
Transferencia en bloques a dispositivos adaptadores RIO	Envía grandes cantidades de datos a dispositivos RIO sin afectar el rendimiento total del sistema
Capacidad de función "passthu" de E/S remotas	Permite descargar y cambiar aplicaciones en el Panel View



Figura 3.34: Módulo escáner 1747-SN de Allen-Bradley. [8]

3.7.3.1 Operación del módulo 1747-SN

El escán del procesador SLC y el escán del escáner RIO son independientes (asíncronos) uno del otro. El procesador SLC lee el archivo de imagen de salida del escáner durante su escán de entrada y escribe el archivo de imagen de salida al escáner durante su escán de salida. El escáner RIO continúa leyendo entradas y escribiendo salidas al archivo de imagen de E/S del escáner, independientemente del ciclo de escán del procesador SLC. Dependiendo del procesador SLC, la configuración de la red RIO, y el tamaño del programa de la aplicación, el escáner puede completar múltiples escaneos antes de que el procesador SLC lea el archivo de imagen de entrada del escáner.

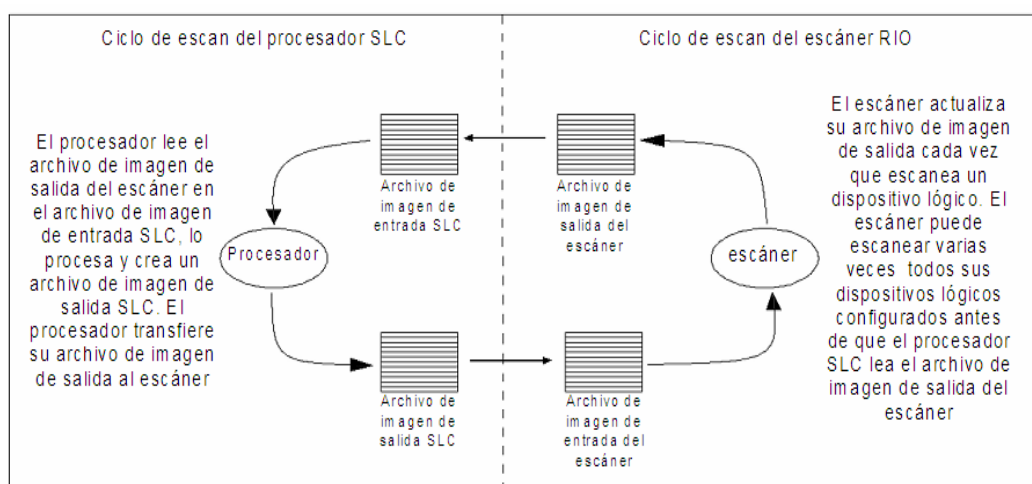


Figura 3.35: Funcionamiento de la comunicación escáner-PLC

3.3.7.4 Selección del Chasis

Los chasis modulares SLC proporcionan flexibilidad en la configuración de sistemas. Hay cuatro tamaños de chasis disponibles para ajustarse a las necesidades de la aplicación. Se encuentran de 4 ranuras, 7 ranuras, 10 ranuras y 13 ranuras. El chasis modular **SLC 1746** aloja al procesador o módulo adaptador de E/S y a los módulos de E/S. Cada chasis requiere de su propia fuente de alimentación eléctrica, la cual se monta en el lado izquierdo del chasis.

Dado que nuestro sistema contará con seis módulos de entradas analógicas, uno de entradas discretas, dos de salidas discretas, un módulo escáner **1747-SN** para la comunicación con el Panel View y el procesador, un total de 11 módulos, se debe escoger el chasis con capacidad para alojar 13 módulos **1746-A13**. Para proteger de polvo y otros cuerpos la ranura del chasis que no se utilizará, se debe utilizar una tapa ciega para ranuras de tarjeta **1746-N2**.



Figura 3.36: Chasis para SLC 5/05

3.3.7.5 Selección de la fuente de alimentación

Al configurar un sistema modular, este debe contar con una fuente de alimentación eléctrica para cada chasis. Una configuración cuidadosa del sistema producirá un rendimiento óptimo del mismo. La carga excesiva de las tomas de la fuente de alimentación eléctrica puede producir una desactivación de la misma o un fallo prematuro. Es importante considerar futuras expansiones del sistema al seleccionar las fuentes de alimentación eléctrica. El sistema SLC tiene tres fuentes de alimentación de CA y cuatro de CC. La fuente de alimentación se monta en el lado izquierdo del chasis con dos tornillos. En el caso de las fuentes de alimentación de CA, la selección de 120/240 V se hace colocando el puente de manera que coincida con el voltaje de entrada, no hace falta cableado especial. Las fuentes de alimentación eléctrica de SLC tienen un indicador LED que se ilumina cuando esta funciona correctamente y están diseñadas para resistir cortes breves de energía. Un corte de energía de un período de 20 milisegundos a 3 segundos no afecta la operación del sistema, dependiendo de la carga. Para la selección de la fuente se debe cumplir con un procedimiento de tres pasos:

1.- Para cada ranura del chasis que contenga un módulo se debe anotar sus corrientes máximas de 5 V y 24 V. También el consumo de potencia de los dispositivos periféricos que estén conectados al procesador.

2.- Se deben sumar las corrientes de carga de todos los dispositivos del sistema en 5 y 24 VCC para determinar la Corriente total.

3.- Seleccionar la fuente de alimentación eléctrica de la lista de números de catálogo que se muestra a continuación. Comparar la corriente total que se requiere para el chasis con la capacidad de corriente interna de las fuentes de alimentación eléctrica. Se debe asegurar que el consumo de corriente total del chasis sea menor que la capacidad de corriente interna de la fuente de alimentación eléctrica, tanto para las cargas de 5 V como para las de 24 V.

Tabla 3.10: Tabla de selección de fuentes de alimentación

Número de catálogo	Capacidad de corriente interna		Número de catálogo	Capacidad de corriente interna	
	5 VCC	24 VCC		5 VCC	24 VCC
1746-P1	2.0 A	0.46 A	1746-P1	2.0 A	0.46 A
1746-P2	5.0 A	0.96 A	1746-P2	5.0 A	0.96 A
1746-P3	3.6 A	0.87 A	1746-P3	3.6 A	0.87 A
1746-P4 (ver el paso 3)	10.0 A	2.88 A	1746-P4 (ver el paso 3)	10.0 A	2.88 A
1746-P5	5.0 A	0.96 A	1746-P5	5.0 A	0.96 A
1746-P6	5.0 A	0.96 A	1746-P6	5.0 A	0.96 A
1747-P7*	Entrada de 12 V	2.0 A	1747-P7*	Entrada de 12 V	2.0 A
	Entrada de 24 V	3.6 A		Entrada de 24 V	3.6 A

Para nuestro caso, se presenta la siguiente situación:

Tabla 3.11: Consumo de energía del PLC seleccionado

Nº de ranura	Descripción	Nº de Cat	Corriente para 5 V	Corriente para 24 V
0	Módulo del procesador	1747-L552	1000 mA	200 mA
1	Módulo escaner	1747-SN	600 mA	0
2	Módulo de entradas analógicas	1746-NI16I	125 mA	75 mA
3	Módulo de entradas analógicas	1746-NI16I	125 mA	75 mA
4	Módulo de entradas analógicas	1746-NI16I	125 mA	75 mA
5	Módulo de entradas analógicas	1746-NI16I	125 mA	75 mA
6	Módulo de entradas analógicas	1746-NI16I	125 mA	75 mA
7	Módulo de entradas analógicas	1746-NI16I	125 mA	75 mA
8	Módulo de entradas discretas	1746-IB16	85 mA	0
9	Módulo de salidas discretas	1746-OB16	280 mA	0
10	Módulo de salidas discretas	1746-OB16	280 mA	0
11	Ranura libre		280 mA	75 mA
12	Ranura libre		280 mA	75 mA
Corriente total			3555 mA	800 mA

Por lo que nos corresponderá usar una fuente de alimentación eléctrica **1746-P2** que posee capacidad de corriente interna de 5 A y 0.96 A para 5 VCC y 24 VCC respectivamente.



Figura 3.37: Fuente de alimentación eléctrica. [8]

Así queda conformado nuestro PLC. En el diagrama siguiente se muestra la unión de todos los módulos previamente seleccionados.

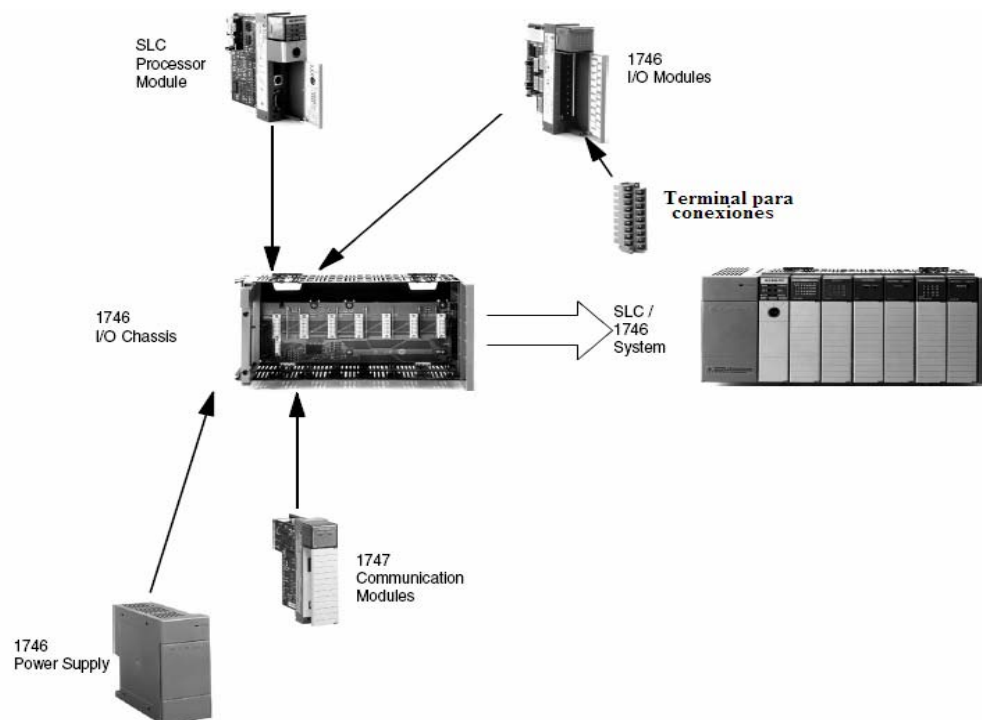


Figura 3.38: Conformación del PLC. [9]

3.3.8 Programación del PLC

Para realizar la tarea de supervisión y control, el autómata necesita de un software (programa) que le indique las acciones que debe llevar a cabo, para la creación de este programa se necesita de un software de programación, un lenguaje de programación y un hardware que permita crear y transferir el programa.

3.3.8.1 El software de programación

Los controladores lógicos programables de la serie SLC de Allen-Bradley, se diseñaron para ser programados con el software RSLogix500 creado por este mismo fabricante. La programación familiar de diagrama de lógica de escalera hace que la familia de SLC 500 resulte fácil de programar con una computadora personal y el software de programación RSLogix500. Este paquete de programación de lógica de escalera es compatible con programas creados con los paquetes de programación basados en DOS de Rockwell Software para las familias de procesadores SLC 500 y MicroLogix, lo que hace que el mantenimiento de programas entre plataformas de hardware sea conveniente y fácil. RSLogix 500 se puede usar con Windows 98®, Windows NT™ (4.0), Windows 2000 , Windows XP o superior.

Los editores de programas de este software permiten crear programas de aplicación sin tener que preocuparse por una sintaxis correcta al crear el programa, dado que, el mismo cuenta con un verificador de errores por el que el programador se puede desplazar para hacer las correcciones según sea necesario. La función de edición de arrastrar y colocar permite mover o copiar rápidamente instrucciones de un renglón a otro dentro de un proyecto, renglones de una subrutina o proyecto a otro o elementos de una tabla de datos de un archivo de datos a otro.

Se puede acceder rápidamente a los menús contextuales con herramientas comunes de software haciendo clic con el botón derecho del mouse en direcciones, símbolos, instrucciones, renglones u otros objetos de la aplicación. Esto proporciona todas las funciones necesarias para llevar a cabo una tarea dentro de un solo menú. Esta es una característica que ahorra tiempo, porque no hay que recordar donde se encuentran las opciones de funciones en la barra de menús.

Para la comunicación entre el hardware de programación y el PLC, se necesita del software RSlinx, este software es un paquete servidor de comunicaciones que proporciona conectividad a los dispositivos.

3.3.8.2 El lenguaje de programación

Como se mencionó anteriormente el software de programación RSlogix 500, es un editor de programas en lenguaje de escalera (LADDER), este lenguaje permite representar gráficamente el circuito de control de un proceso dado mediante el uso simbólico de contactos N.A. y N.C., temporizadores, contadores, registros de desplazamiento, relés, etc. Este tipo de lenguaje debe su nombre a su similitud con los diagramas eléctricos de escalera.

El programa en lenguaje LADDER, es realizado y almacenado en la memoria del PLC por un individuo (programador). El PLC lee el programa LADDER de forma secuencial (hace un escán o barrido), siguiendo el orden en que los renglones (escalones de la escalera) fueron escritos, comenzando por el renglón superior y terminando con el inferior. En este tipo de programa cada símbolo representa una variable lógica cuyo estado puede ser verdadero o falso. Dispone de dos barras verticales que representan a la alimentación eléctrica del diagrama; la barra vertical izquierda corresponde a un conductor con tensión y la barra vertical derecha corresponde a la tierra o masa.

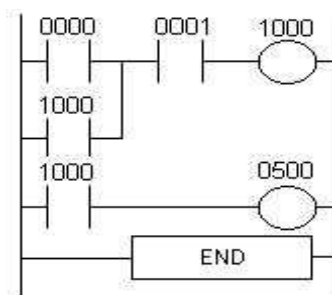


Figura 3.39: Gráfica de lenguaje de programación escalera. [1]

3.3.8.3 Instrucciones de programación

Los procesadores SLC cuentan con los siguientes grupos de instrucciones de programación:

3.3.8.3.1 Instrucciones básicas

Estas instrucciones, cuando se usan en programas de escalera, representan circuitos de lógica cableados usados para el control de una máquina o equipo. Las instrucciones básicas se dividen en dos grupos:

3.3.8.3.1.1 Instrucciones de bit

Estas instrucciones operan en un solo bit de datos. Durante la operación, el procesador puede establecer o restablecer el bit, según la continuidad lógica de los renglones de escalera.

3.3.8.3.1.2 Instrucciones de contador/temporizador

Estas instrucciones son de gran importancia en el desarrollo de aplicaciones, dado que permiten contabilizar eventos, retardar acciones y realizar maniobras donde se apliquen este tipo de criterios y con esto sincronizar el funcionamiento de un sistema.

3.3.8.3.2 Instrucciones de comparación

Las instrucciones de comparación se usan para probar parejas de valores para establecer condiciones de la continuidad lógica de un renglón. Como ejemplo, digamos que una instrucción LES se presenta con dos valores. Si el primer valor es menor que el segundo, la instrucción de comparación es verdadera.

3.3.8.3.3 Instrucciones matemáticas

La mayor parte de las instrucciones toman dos valores de entrada, realizan la función matemática y colocan el resultado en un lugar de memoria asignado. Por ejemplo, las instrucciones ADD y SUB toman un par de valores de entrada, los añaden o los restan y colocan el resultado en el destino especificado. Si el resultado de la operación excede el valor permitido, un bit de “overflow” o “underflow” se establece. En estas instrucciones se utilizan los términos de fuente y destino, los cuales se definen a continuación:

La fuente: es la dirección del valor o los valores con los que se realiza una operación matemática, lógica o de movimiento. Estos pueden ser direcciones de palabra o constantes de programa. Las instrucciones que tienen dos operandos de fuente no aceptan constantes de programa en ambos operandos.

El destino: es la dirección de almacenamiento del resultado de la operación. Los enteros con signo se almacenan de formato “complemento a dos” y se aplican a los parámetros de fuente y destino.

3.3.8.3.4 Instrucciones de manejo de datos

Estas instrucciones se usan para convertir información, manejar datos en el controlador y realizar operaciones de lógica.

3.3.8.3.5 Instrucciones de flujo de programa

Estas instrucciones se utilizan para controlar la secuencia en que se ejecuta el programa. Las instrucciones de control permiten cambiar el orden en que el procesador realiza un escán de un programa de escalera. Estas instrucciones típicamente se usan para minimizar el tiempo de escán, crear un programa más eficiente y para localizar y corregir fallas en un programa de escalera.

3.3.8.3.6 Instrucciones específicas de aplicación

Estas instrucciones simplifican el programa de escalera permitiendo usar una sola instrucción o un par de instrucciones para efectuar operaciones complejas comunes.

En el anexo H se muestra la totalidad de las instrucciones de programación. Para la aplicación de estas instrucciones y el desarrollo de programas es necesario conocer la forma correcta en las que se deben archivar los datos en la memoria del controlador lógico programable para el correcto direccionamiento de los mismos.

3.3.8.4 Descripción de la organización del archivo del Procesador

Como se ha dicho antes, el procesador proporciona control por medio de un programa que el programador crea, llamado archivo de procesador. Este archivo contiene otros archivos que separan el programa en secciones que son más fáciles de manejar.

La mayor parte de las operaciones que se realizan con el dispositivo de programación involucran el archivo de procesador y los dos componentes creados con éste: los archivos de programa y los archivos de datos.

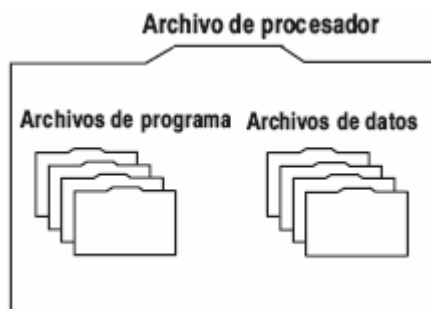


Figura 3.40: Archivos del procesador. [7]

Los archivos de procesador se crean en el modo fuera de línea usando el dispositivo de programación. Luego, estos archivos se restauran (se descargan) al procesador para la operación en línea.

3.3.8.4.1 Archivos de programa

Los archivos de programa contienen información del controlador, el programa de escalera principal, subrutinas de interrupción y programas de subrutina. Estos archivos son:

- **Programa de sistema** (archivo 0): Este archivo contiene información relativa al sistema e información programada por el usuario tal como el tipo de procesador, configuración de E/S, nombre del archivo de procesador y contraseña.
- **Reservado** (archivo 1): Este archivo está reservado para operaciones internas del controlador.
- **Programa de escalera principal** (archivo 2): Este archivo contiene instrucciones programadas por el usuario que definen cómo el controlador debe funcionar.
- **Programa de escalera de subrutina** (archivo 3-255): Estos archivos son creados por el usuario y accedidos según las instrucciones de subrutina que residen en el archivo de programa de escalera principal.

3.3.8.4.2 Archivos de datos

Los archivos de datos contienen la información de estado asociada con instrucciones de E/S y todas las otras instrucciones que se usan en los archivos de programa de escalera principal y de subrutina. Además, estos archivos almacenan información acerca de la operación del procesador. También se pueden usar los archivos para almacenar “recetas” y buscar tablas, si fuese necesario. Estos archivos están organizados según el tipo de datos que contienen. Los tipos de archivo de datos son:

- **Salida** (archivo 0): Este archivo almacena el estado de las terminales de salida para el controlador.
- **Entrada** (archivo 1): Este archivo almacena el estado de las terminales de entrada para el controlador.
- **Estado** (archivo 2): Este archivo almacena información de operación del controlador. Este archivo es útil para localizar y corregir fallas en la operación del controlador y programa.
- **Bit** (archivo 3): Este archivo se usa para el almacenamiento de la “lógica de relé” interna.
- **Temporizador** (archivo 4): Este archivo almacena los valores del acumulador de temporizador además de los bits de estado.
- **Contador** (archivo 5): Este archivo almacena los valores del acumulador de contador además de los bits de estado.
- **Control** (archivo 6): Este archivo almacena la longitud, posición de puntero y bits de estado para instrucciones específicas tales como registros de desplazamiento y secuenciadores.
- **Entero** (archivo 7): Este archivo se usa para almacenar valores numéricos o información de bit.
- **Punto (coma) flotante** (archivo 8): Este archivo almacena los números de 32 bits no extendidos de precisión única.

3.3.8.4.2.1 Direccionamiento de datos en los archivos salida y entrada

Estos representan salidas y entradas externas. Los bits en el archivo 1 se usan para representar las entradas externas. En la mayoría de los casos, una sola palabra de 16 bits en estos archivos corresponderá a una ubicación de ranura en el controlador con los números de bit correspondientes a números de terminal de entrada o salida. Los bits de la palabra no usados no están disponibles para su uso. La tabla a continuación explica el formato de direccionamiento para salidas y entradas.

Tabla 3.12: Direccionamiento de entradas y salidas

Formato	Explicación		
O:e.s/b I:e.s/b	O	Salida	
	I	Entrada	
	:	Delimitador del elemento	
	e	Número de la ranura (decimal)	Ranura 0, adyacente a la fuente de alimentación eléctrica en el primer chasis, se aplica al módulo de procesador. Las ranuras posteriores son ranuras de E/S, numeradas desde 1 hasta un máximo de 30.
	.	Delimitador de palabra. Requerido sólo si es necesario un número de palabra según lo indicado a continuación.	
	s	Número de palabra	Requerido si el número de entradas o salidas exceden 16 para la ranura. Rango: 0-255 (el rango acepta "tarjetas especiales" de palabras múltiples)
	/	Delimitador de bit	
	b	Número de terminal	Entradas: 0- 15 Salidas: 0- 15

Ejemplos:

- O:3/15** Salida 15, ranura 3.
- I:7/8** Entrada 8, ranura 7.
- I:2.1/3** Entrada 3, ranura 2, palabra 1.
- O:5.1** Palabra de salida 1, ranura 5

3.3.8.4.2.2 Direccionamiento de datos en el archivo de estado (archivo S2:)

No se puede añadir ni eliminar elementos del archivo de estado. Se pueden direccionar varios bits y palabras según lo siguiente:

Tabla 3.13: Direccionamiento de datos en el archivo de estados

Formato	Explicación		
S:e/b	S	Archivo de estado	
	:	Delimitador de elemento	
	e	Número de elemento	Rangos de 0-15 en un controlador fijo o SLC 5/01, 0-32 en un procesador SLC 5/02, 0-83 en un SLC 5/03 OS300, 0-96 en un SLC 5/03 OS301 y posterior y 5/04 OS400 y 0-164 en un SLC 5/04. Estos son elementos de 1 palabra. 16 bits por cada elemento
	/	Delimitador de bit	
	b	Número de bit	Ubicación del bit dentro del elemento. Rangos de 0-15.
Ejemplos:			
	S:1/15	Elemento 1, bit 15. Este es el bit de "primer paso" que puede usar para iniciar instrucciones en su programa.	
	S:3	Elemento 3. El byte inferior de este elemento es el tiempo de escán actual. El byte superior es el tiempo de escán de control (watchdog).	

3.3.8.4.2.3 Direccionamiento de datos en el archivo de datos de bit (B3:)

El archivo 3 constituye el archivo de bit, usado principalmente para instrucciones de bit (lógica de relé), registros de desplazamiento y secuenciadores. El tamaño máximo del archivo es 256 elementos de 1 palabra, un total de 4096 bits. Se pueden direccionar los bits especificando el número de elemento (0 a 255) y el número de bit (0 a 15) dentro del elemento. También se pueden direccionar los bits numerándolos secuencialmente, 0 a 4095. Además, se pueden direccionar los elementos de este archivo.

Tabla 3.14: Direccionamiento de datos en el archivo de bits

Formato	Explicación		Ejemplos
Bf:e/b	B	Archivo de tipo de bit	
	f	Número de archivo. Número 3 es el archivo predeterminado. Un número de archivo entre 10-255 se puede usar si se requiere almacenamiento adicional.	
	:	Delimitador de elemento	
	e	Número de elemento	Rangos de 0-255. Estos son elementos de 1 palabra. 16 bits por cada elemento.
	/	Delimitador de bit	
	b	Número de bit	Ubicación del bit dentro del elemento. Rangos de 0-15.
			B3:3/14 Bit 14, elemento 3
			B3:252/00 Bit 0, elemento 252
			B3:9 Bits 0-15, elemento 9
Formato	Explicación		Ejemplos
Bf/b	B	Idéntico a lo anterior.	
	f	Idéntico a lo anterior.	
	/	Idéntico a lo anterior.	
	b	Número de bit	Ubicación numérica del bit dentro del archivo. Rangos de 0-4095.
			B3/62 Bit 62
			B3/4032 Bit 4032

3.3.8.4.2.4 Direccionamiento de datos en el archivo de datos enteros (N7:)

Estas direcciones se pueden utilizar (al nivel de bit) según las requiera el programa. Estos son elementos de 1 palabra, direccionables al nivel de elemento y bit. Las direcciones de enteros se asignan según lo siguiente:

Tabla 3.15: Direccionamiento de datos en el archivo de enteros

Formato	Explicación	
Nf:e/b	N	Archivo de enteros
	f	Número de archivo. Número 7 es el archivo predeterminado. Un número de archivo entre 10-255 se puede usar si se requiere almacenamiento adicional.
	:	Delimitador de elemento
	e	Número de elemento Rangos de 0-255. Estos son elementos de 1 palabra. 16 bits por cada elemento.
	/	Delimitador de bit
	b	Número de bit Ubicación del bit dentro del elemento. Rangos de 0-15.
Ejemplos:		
	N7:2	Elemento 2, archivo de enteros 7
	N7:2/8	Bit 8 en elemento 2, archivo de enteros 7
	N10:36	Elemento 36, archivo de enteros 10 (archivo 10 designado como un archivo de enteros por el usuario)

Para hacer llamado a información guardada en los archivos de programa se puede utilizar la siguiente tabla como referencia para el direccionamiento:

Tabla 3.16: Tabla de referencia para el direccionamiento

Para especificar la dirección de:	Use estos parámetros: ^①
Una palabra dentro de un archivo entero	<div style="text-align: right; margin-bottom: 0;">N 7 : 2</div> Tipo de archivo _____ No. de archivo _____ Delimit. archivo _____ No. de palabra _____
Una palabra dentro de un archivo de estructura (por ej., un archivo de temporizador)	<div style="text-align: right; margin-bottom: 0;">T 4 : 7 . ACC</div> Tipo de archivo _____ No. de archivo _____ Delimit. archivo _____ No. de estructura _____ Delimitador _____ Palabra _____
Un bit dentro de un archivo entero	<div style="text-align: right; margin-bottom: 0;">N 7 : 2 / 5</div> Tipo de archivo _____ No. de archivo _____ Delimit. archivo _____ No. de palabra _____ Delimitador bit _____ No. de bit _____
Un bit dentro de un archivo de bit	<div style="text-align: right; margin-bottom: 0;">B 3 / 31</div> Tipo de archivo _____ No. de archivo _____ Delimitador bit _____ No. de bit _____ Los archivos de bit son archivos de flujo de bit continuo y, por lo tanto, puede direccionarlos de dos maneras: por palabra y por bit, o por bit solamente.
Bit dentro de un archivo de estructura (por ej., un archivo de control)	<div style="text-align: right; margin-bottom: 0;">R 6 : 7 / DN</div> Tipo de archivo _____ No. de archivo _____ Delimitador archivo _____ No. de estructura _____ Delimitador _____ Mnemónico _____

3.3.8.5 Instrucciones comunes en el desarrollo de nuestro programa

A continuación se define la estructura, modo de operación, funcionamiento y aplicación de las instrucciones más usadas en el desarrollo de nuestro programa de supervisión.

3.3.8.5.1 Examine si cerrado (XIC)

La instrucción XIC en nuestro programa de escalera se utiliza para determinar si un bit está activado. Cuando la instrucción se ejecuta, si la dirección de bit está activada (1), la instrucción es evaluada como verdadera, en caso contrario la instrucción es evaluada como falsa. De esta manera, utilizaremos la instrucción para detectar cuando los equipos del sistema de aire comprimido se encuentran encendidos o apagados, así como para detectar condiciones verdaderas o falsas generadas dentro del programa de aplicación.



Figura 3.41: Instrucción XIC en lenguaje escalera

3.3.8.5.2 Examine si abierto (XIO)

La instrucción XIO se utiliza en el programa de escalera para determinar si un bit está desactivado. Cuando la instrucción se ejecuta, si el bit direccionado está desactivado (0), la instrucción es evaluada como verdadera, en caso contrario es evaluada como falsa. Esta instrucción se utiliza en nuestro programa, para determinar cuando se cumplen o no se cumplen condiciones de programa.



Figura 3.42: Instrucción XIO en lenguaje escalera

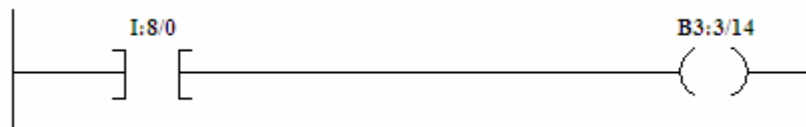
3.3.8.5.3 Active la salida (OTE)

La instrucción OTE se utiliza para activar/desactivar un bit cuando las condiciones de renglón son evaluada como verdaderas/falsas respectivamente. En nuestro programa utilizamos esta instrucción para activar/desactivar salidas discretas de nuestro controlador al cumplirse condiciones en el sistema de supervisión, así como para asignar estados a bits con funciones específicas en el programa.



Figura 3.43: Instrucción OTE en lenguaje escalar

Un ejemplo de aplicación de estas instrucciones en nuestro programa se muestra a continuación:



La función de este renglón de programa se interpreta de la siguiente manera: Si el sensor de estado conectado al pin 0 del módulo de entrada ubicado en la ranura N° 8, se encuentra en estado alto (el contacto de relé esta cerrado), entonces el bit número 14 del elemento 3 del archivo de datos de bit (B3) debe colocarse en estado alto (uno lógico), en caso contrario debe colocarse en estado bajo (cero lógico). Esta condición le indicará al programa y a los dispositivos de interacción, en este caso al PanelView, en qué estado de operación (on/off) se encuentra el equipo que contiene el sensor conectado al pin 0 del módulo de entrada instalado en la ranura N° 8 del rack del controlador lógico programable.

3.3.8.5.4 Escalar con parámetros (SCP)

La instrucción SCP se utiliza para producir un valor de salida escalado que tiene una relación lineal entre los valores de entrada y escalados. Esta instrucción tiene capacidad para valores de entero y punto (coma) flotante y Utiliza la fórmula siguiente para convertir los datos de entrada analógicos en unidades de ingeniería:

$$Y = mX + b \quad \text{Ec.3.11}$$

Donde:

y = salida escalada

m = pendiente (escala máx. – escala mín.) / (Entrada máx. – entrada mín.)

x = valor de entrada

b = offset (intersección y) = escala mín. – (entrada mín. × inclinación)

La entrada mínima, entrada máxima, escala mínima y escala máxima se usan para determinar los valores de inclinación y offset.

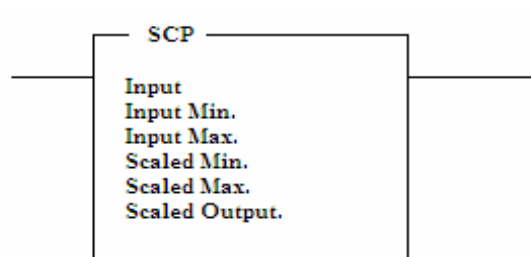


Figura 3.44: Instrucción SCP en lenguaje escalar

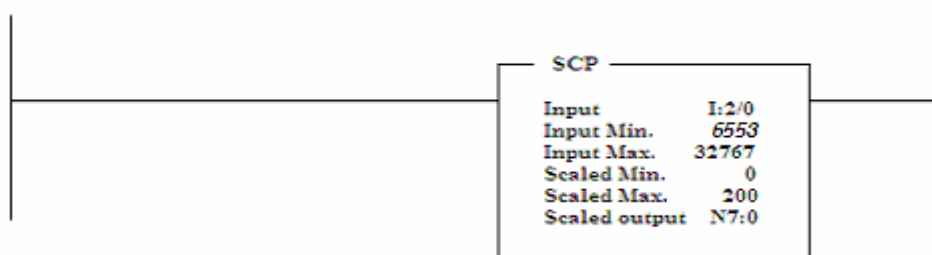
3.3.8.5.4.1 Cómo introducir parámetros

Al programar esta instrucción se deben introducir los siguientes parámetros:

- **El valor de entrada** puede ser una dirección de palabra o una dirección de elementos de datos de punto (coma) flotante.

- **Los valores mínimos y máximos de entrada** determinan el rango de datos que aparece en el parámetro de valor de entrada. El valor puede ser una dirección de palabra, una constante de entero, elemento de datos de punto (coma) flotante o una constante de punto (coma) flotante.
- **Los valores mínimos y máximos escalados** determinan el rango de datos que aparece en el parámetro de salida con escala. El valor puede ser una dirección de palabra, una constante de entero, elemento de datos de punto (coma) flotante o una constante de punto (coma) flotante.
- **El valor de salida escalado** puede ser una dirección de palabra o una dirección de elementos de punto (coma) flotante.

Esta instrucción es ampliamente utilizada en nuestro programa para transformar las señales de las entradas analógicas a unidades de ingeniería (psi, °C, A, etc.) fácilmente interpretables por los operadores. Un ejemplo de aplicación de esta instrucción en nuestro programa es la utilización de la misma para transformar los valores de corriente (4-20 mA) proveniente de los sensores de presión a unidades de medida (0-200 psi), como se muestra a continuación:



La función de este renglón de programa se interpreta de la siguiente manera: Escalar el valor de la señal analógica conectada al terminal 0, del módulo de entrada ubicado en la ranura 2, del rack del controlador, esta entrada puede tomar valores digitales entre 6553 y 32767 correspondientes a 4 y 20 mA (esto debido a la resolución del convertidor análogo digital del módulo de entradas analógico) y a la salida mostrar un resultado escalado entre 0 y 200, este valor debe ser guardado en la dirección de archivo de números enteros en el elemento 0.

La instrucción trabaja de la siguiente manera:

Calcula la pendiente:

$$m = \frac{\text{Scaled Max} - \text{Scaled Min}}{\text{Input Max} - \text{Input Min}} = \frac{200 - 0}{32767 - 6553} = \frac{200}{26214} = 0.00763$$

Calcula el valor “offset”

$$b = \text{Scaled Min} - (\text{Input Min} \times m) = 0 - (6553 \times 0.00763) = -49.99$$

Evalúa el valor de entrada en la ecuación

$$Y = mX + b$$

Así pues para cualquier valor de entrada ubicado dentro de los límites 4-20 mA, la ecuación entregará a la salida el valor de presión correspondiente entre 0-200 psi.

Ejemplo:

Para una presión de 127 psi el sensor convierte esta energía en una señal analógica de corriente de la siguiente manera:

$$m = \frac{20 - 4}{200 - 0} = \frac{16}{200} = 0.08 \text{ mA} / \text{psi}$$

$$b = 4 - (0 \times 12.5) = 4$$

Entonces:

$$Y = (0.08 \times 127) + 4 = 14.16 \text{ mA}$$

Luego el convertidor analógico digital del módulo de entradas analógicas entregará el siguiente resultado digital a su salida:

$$\frac{14,16mA \times 32767}{20mA} = \frac{463980.72}{20} = 23199 \dots\dots\dots(0101101010011111 \text{ en binario})$$

La instrucción SCP luego tomará este valor y lo convertirá a un valor digital de salida equivalente a 127 psi al evaluarlo en la ecuación

$$Y = mX + b = (0.00763 \times 23199) - 49.99 = 12 \dots\dots\dots(0000000001111111 \text{ en binario})$$

El valor se almacenará en la posición 0 del archivo de datos enteros N7.

3.3.8.5.5 Mayor que (GRT)

La instrucción GRT se utiliza para probar si un valor (fuente A) es mayor que otro (fuente B). Si la fuente A es mayor que el valor en la fuente B, la instrucción es lógicamente verdadera. Si el valor en la fuente A es menor o igual que el valor en la fuente B, la instrucción es lógicamente falsa.

La fuente A debe ser una dirección. La fuente B puede ser un constante de programa o una dirección. Los enteros negativos se almacenan de forma complementaria de dos.

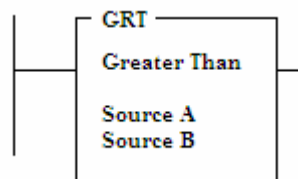


Figura 3.45: Instrucción GRT en lenguaje escalera

3.3.8.5.6 Menor que (LES)

La instrucción LES se utiliza para probar si un valor (fuente A) es menor que otro (fuente B). Si la fuente A es menor que el valor en la fuente B, la instrucción es lógicamente verdadera. Si el valor en la fuente A es mayor o igual

que el valor en la fuente B, la instrucción es lógicamente falsa. La fuente A debe ser una dirección. La fuente B puede ser una constante de programa o una dirección. Los enteros negativos se almacenan de forma complementaria de dos.

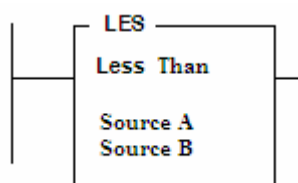


Figura 3.46: Instrucción LES en lenguaje escalera

En nuestro programa estas instrucciones se utilizarán para determinar cuando una de las variables supervisadas se sale de sus límites normales de funcionamiento, al ocurrir esta situación el programa debe activar un bit que indique a los dispositivos periféricos el accionamiento del sistema de advertencia y ubicación de la falla.

A continuación se muestra un ejemplo de aplicación en nuestro programa:



Este renglón de programa se puede interpretar de la siguiente manera: Sí el valor de la variable almacenada en el elemento 0 del archivo de de números enteros, correspondiente a la presión en la línea de electropunto IMV es menor que 95 psi, entonces encienda el indicador visual conectado a la salida 0 del módulo de salida insertado en la ranura 10 del rack del controlador, ubicado en ese punto de la planta para detener la labor y evitar daños en el proceso de soldadura.

Mediante estas instrucciones, el software le da la capacidad a nuestro sistema de supervisar las 96 entradas analógicas y las 32 entradas discretas conectadas al procesador y almacenar sus valores correspondientes en posiciones consecutivas de los archivos de datos enteros y de bit correspondientemente, lo que permite que los dispositivos de interacción hombre-máquina (PanelView y PC en este caso) conectados al procesador puedan tomar estos valores de las posiciones de memoria correspondiente y representarlos de manera visual.

El programa de lógica de escalera completo para nuestra aplicación junto al diagrama de flujo del mismo se muestra en el anexo J de este trabajo. La identificación de cada variable, con toda su información incluyendo la posición de memoria donde se encuentra ubicada se ilustra en la tabla de trabajo suministrada en el anexo H.

3.3.9 Interacción Hombre-Máquina

3.3.9.1 El Panel View

Es un equipo utilizado como interfaz para el desarrollo de aplicaciones en las que se necesita de la interacción entre operadores y sistema. Constituido por una pantalla gráfica con superficie táctil, son ampliamente utilizables para la operación de procesos y la supervisión de variables. Para el funcionamiento e integración de estos dispositivos a los sistemas de control antes deben ser programados, asignándosele de esta manera la labor a realizar, para este fin se utiliza el software de desarrollo de aplicaciones para PanelView estándar, PanelBuilder de Allen-Bradley

3.3.9.2 El software PanelBuilder

El PanelBuilder es un paquete basado en Windows de Microsoft que permite diseñar las aplicaciones del panel de control para el terminal PanelView.

Para simplificar el diseño de aplicación, el PanelBuilder usa menús, cuadros de diálogo y herramientas que son estándares en Windows.

Para descargar aplicaciones al terminal PanelView, el “driver” de comunicación apropiado debe ser configurado en el sistema. Se puede configurar un “driver” usando el software RSLinx Lite o el software INTERCHANGE.

3.3.9.3 ¿Qué es una aplicación?

Una aplicación de PanelBuilder, es una serie de pantallas que contienen objetos tales como pulsadores, alarmas, indicadores, listas del control y gráficos de barra. El operador actúa recíprocamente con estos objetos en el terminal tocando la pantalla del terminal. Luego de crear una aplicación, ésta puede ser transferida desde la computadora al terminal PanelView utilizando una conexión serial, Pass-Through, o una tarjeta de memoria.

Las aplicaciones de PanelBuilder comunican datos a controladores lógicos en una variedad de redes inclusive: DH-485, DH+, DF1, Remoto de E/S, DeviceNet y ControlNet. Los puertos en el terminal PanelView determinan el protocolo de comunicaciones a utilizar.

3.3.9.4 Creación de una aplicación

La creación de una aplicación incluye:

3.3.9.4.1 Creación de las pantallas

Para crear una pantalla nueva en la aplicación el software ofrece la opción “crear pantalla nueva” en la barra de herramienta. El PanelBuilder asigna un número y nombre de inicio predeterminado para cada pantalla (Pantalla 1, Pantalla 2, Pantalla 3,...). El número máximo de pantallas en un archivo es 255. El número permitido depende

de la memoria disponible en el terminal. Luego de crear una pantalla el paso siguiente es el de crear los objetos en las pantallas.

El siguiente diagrama muestra las diferentes pantallas de las que consta nuestra aplicación y el flujo de la navegación entre las mismas. La documentación técnica de cada pantalla (objetos utilizados, direcciones del controlador a las que están relacionados, etc.) se muestra en el anexo I de este trabajo.

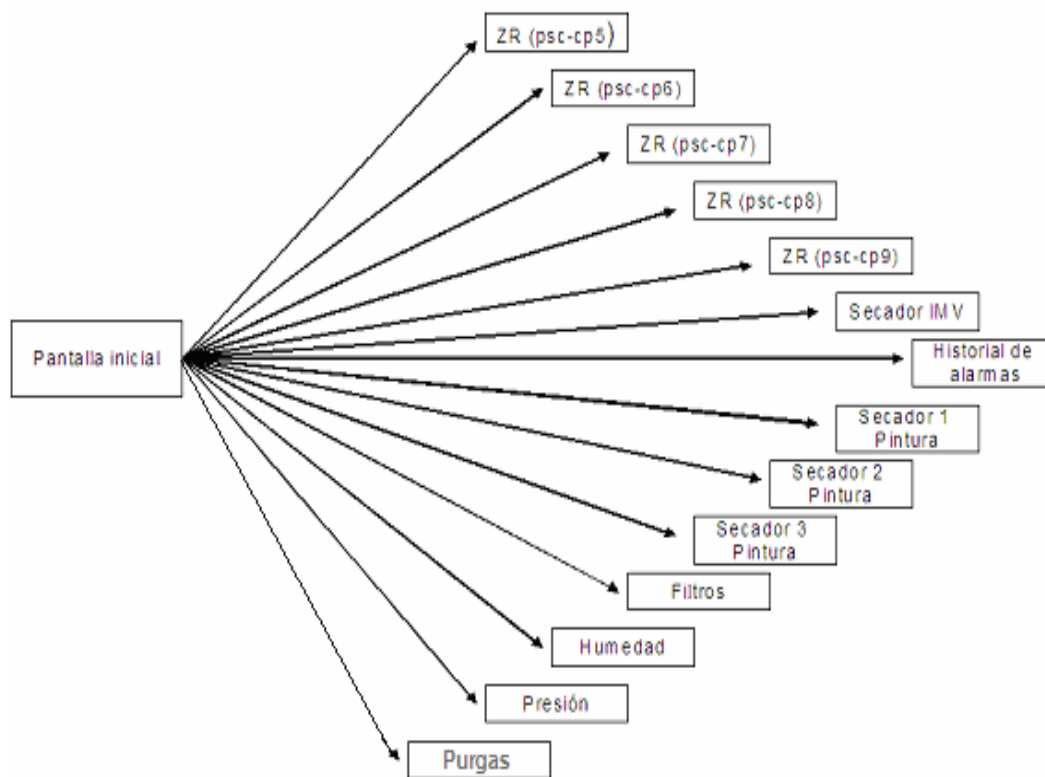


Figura 3.47: Pantallas de la aplicación. [El autor]

3.3.9.4.2 Descripción de las pantallas

Pantalla principal: En esta pantalla se muestran todas las opciones a las que el operador podrá acceder en cualquier momento.

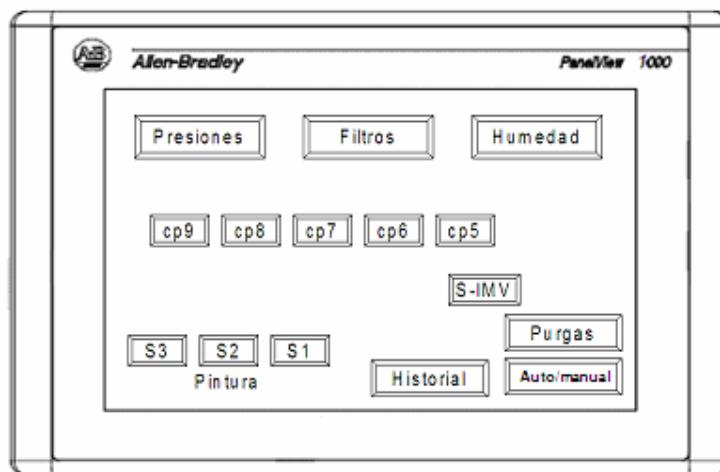


Figura 3.48: Pantalla principal

A continuación se describe la función de cada objeto en la pantalla.

- **Pulsador Presiones:** al presionar el pulsador, éste nos llevará desde la pantalla principal a la pantalla de presiones, donde se muestra la magnitud de la presión a lo largo de todo el sistema neumático.
- **Pulsador Humedad:** al igual que el anterior, éste pulsador nos llevará a la pantalla donde se muestra la magnitud del parámetro humedad en todo el sistema neumático.
- **Pulsador Filtros:** este pulsador nos lleva a la pantalla donde se muestra la información referente a las caídas de presión en los filtros conectados al sistema neumático para el diagnóstico del funcionamiento de los mismos.
- **Pulsador Auto/manual:** este pulsador define el estado del sistema de operación de las purgas electromecánicas.
- **Pulsadores cp9, cp8, cp7, cp6, cp5:** estos pulsadores nos llevan a las pantallas correspondientes a cada compresor, estas pantallas muestran la información referente a las magnitudes de los parámetros de operación de cada compresor.

- **Pulsadores S1, S2, S3, S-IMV:** estos pulsadores nos llevarán desde la pantalla principal a la pantalla correspondiente a cada secador instalado en el sistema neumático, en las que se muestran los parámetros de operación de los mismos.
- **Pulsador Purgas:** este pulsador nos lleva a la una pantalla específica para la operación de las purgas ubicadas en el sistema neumático. Desde esta pantalla se pueden operar manualmente las purgas electromecánicas encargadas de expulsar el condensado generado dentro de la tubería de distribución de aire comprimido.
- **Pulsador Historial:** este pulsador nos lleva a una pantalla donde se muestra un listado de los últimos eventos reportados por el sistema. Esta pantalla tiene la función de registrar y mostrar las fallas ocurridas que han sido detectadas por el sistema.

Todas las pantallas de nuestra aplicación, con toda la documentación correspondiente, se muestran en el anexo I de nuestro trabajo

3.3.9.4.3 Creación de pulsadores

Al crear controles de pulsador se debe considerar que en terminales de pantalla táctil cada pulsador se alinea con un valor predeterminado de 4 (2 alto x 2 ancho) células táctiles. Y si el mismo botón aparecerá en una o más pantallas, se recomienda usar un objeto global, dado que, el terminal PanelView sólo almacena una copia de un botón global a pesar del número de vínculos de éste. Los pulsadores pueden tener texto interior único y/o un gráfico para cada estado. Pueden funcionar como pulsadores mecánicos. Un valor lógico de 0 representa contactos abiertos, un valor lógico de 1 representa contactos cerrados. Los pulsadores también pueden tener un valor numérico para pulsadores por número de pulsos, sueltos o de estado múltiple. El terminal envía el valor al controlador para cada cambio de estado. Cada estado del pulsador puede tener características

visuales únicas tal como texto interior o gráfico, relleno fondo y tipo de línea. PanelBuilder ofrece los siguientes tipos de pulsadores:

Pulsadores momentáneos: cambian de estado (cierran o abren los contactos) cuando se pulsan y vuelven a cambiar a su estado inicial (0) cuando se sueltan. Se dispone de pulsadores N/A y N/C.

Pulsadores mantenidos: cambian de estado (cierran o abren los contactos) cuando se pulsan y permanecen en el estado cambiado cuando se sueltan. Pulsar y soltar el pulsador una segunda vez regresa el pulsador al estado inicialmente seleccionado.

Pulsadores enclavados: cambian de estado (cierran o abren los contactos) cuando se pulsan y permanecen en el estado cambiado cuando se sueltan. El botón no regresa a su estado inicial (0) hasta que es desenclavado por un bit o valor en el controlador.

Pulsadores de Estado Múltiple: tienen entre 2 y 16 estados. Cada estado pone un bit o valor en una dirección del controlador. Cada vez que el pulsador se pulsa y se suelta, cambia al próximo estado. Después del último estado, el pulsador regresa a su estado inicialmente seleccionado.

3.3.9.4.4 Creación de indicadores

Los indicadores y visualizadores de datos numéricos muestran un valor numérico o una representación gráfica de datos almacenados en una dirección de etiqueta del controlador. Para indicadores de estado múltiple o lista, se debe usar sólo el número de estados o entradas requeridos por la aplicación. Los indicadores de estado múltiple incluyen un estado de error (Estado E) que notifica a un operador que los datos leídos no están dentro de los rangos supuestos.

Los visualizadores de datos numéricos pueden mostrar un valor real o un valor escalado. Además, los visualizadores numéricos pueden tener punto decimal fijo o flotante, opciones de completar con ceros, mostrar texto, hora o fecha. Aquí se presentan algunos ejemplos:

Presión es PSI → Valor sin relleno de cero

Presión es PSI → Valor con relleno de cero

Presión es PSI → Valor con punto decimal

Para crear un visualizador de datos numéricos, PanelBuilder ofrece la herramienta de datos numéricos en la caja de herramientas. Luego de ubicar el visualizador se tiene opciones para ajustar el tamaño del mismo, especificar el número máximo de caracteres que pueden aparecer en el visualizador y especificar el nombre de la dirección de etiqueta de la cual leerá los datos. Si la etiqueta no existe se debe crear en ese momento. Los tipos de datos válidos para la etiqueta de lectura son entero sin signo/con signo, 4BCD y coma flotante.

3.3.9.4.5 Creación de un indicador de estados múltiples

Los indicadores de estado múltiple pueden mostrar hasta 500 estados (inclusive el estado de error). Cada estado puede tener un texto interior único y/o un gráfico con diferentes fondos.



Figura 3.49: Indicador de estados múltiples

El texto interior y/o gráficos para indicadores de estado múltiple se entran al igual que pulsadores de estado múltiple. Uno de 3 tipos de datos puede activar el visualizador de un indicador de estado:

- Bit singular
- Bit menos significativo
- Valor

En nuestra aplicación utilizaremos la modalidad de bit singular para indicar cuando un equipo se encuentra encendido o apagado, así como para mostrar cuando se cumplen o no condiciones. El bit singular sólo es válido para indicadores de estado múltiple con 2 estados. El estado del indicador es controlado por el estado del bit singular. El activar/desactivar el bit de la dirección de etiqueta, conmuta el visualizador entre un estado de 0 y un estado de 1.

3.3.9.4.6 Crear un objeto global

Un objeto global es un objeto singular al que se puede hacer referencia en múltiples pantallas de una aplicación. Un objeto global es creado y almacenado una vez, sin importar el número de veces que sea usado. Por ejemplo, si se quiere usar el mismo pulsador para volver a la pantalla de inicio desde varias pantallas, se puede definir el objeto como un objeto global. Así podremos hacer referencia al objeto global desde cualquier pantalla (sin volver a crearlo). Los beneficios de usar un objeto global son:

- **Reducir el tiempo de desarrollo:** Referencia a un objeto global en pantallas múltiples sin tener que volver a crear el objeto.
- **Tamaño de aplicación reducido:** Los objetos globales reducen el espacio de memoria utilizado, porque se almacenan una sola vez, sin importar el número de vínculos a éste. Sólo se descarga al terminal una copia del objeto global.

El siguiente diagrama muestra como un objeto es usado globalmente.

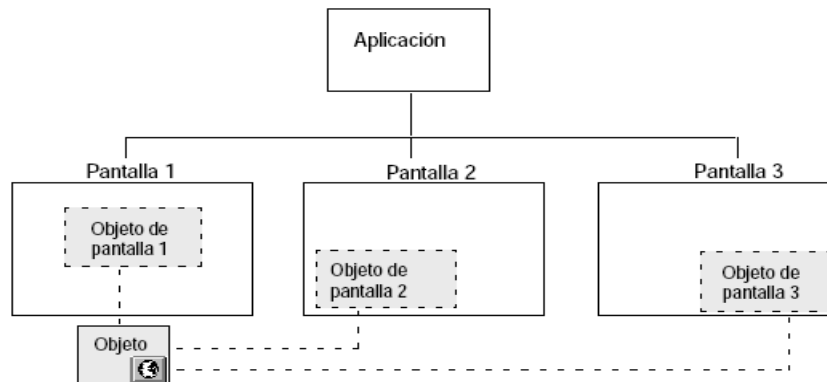


Figura 3.50: Objeto global. [6]

3.3.9.4.7 Crear alarmas

El sistema de alarma del PanelView le notifica al operador cuando los valores específicos de disparo aparecen en direcciones específicas del controlador. Antes de que el terminal pueda mostrar las alarmas, se debe definir las alarmas en la aplicación y programar el controlador lógico para generarlas. En PanelBuilder, se puede definir una serie de alarmas. Para cada alarma, se debe definir un mensaje y un valor de disparo. También se debe especificar si la alarma se debe reconocer, debe ser mostrada y/o impresa. Es necesario definir el marcador del disparo que vincula los mensajes de alarma y el programa de controlador. El programa monitoriza los valores para condiciones de alarma. Cuando el programa discierne una condición de alarma, establece el bit o valor en la dirección definida, por el marcador del disparo. El terminal lee este valor y provoca la alarma correspondiente.

3.3.9.4.7.1 La bandera de alarma

Es un visualizador opcional que emerge sobre la pantalla actual cuando se provoca una alarma. La bandera contiene un mensaje que describe la condición de

alarma y los botones de alarma (Reconocer alarma, Borrar alarma, etc.) que permiten al operador responder a la alarma. Cuando se provocan alarmas, estas son añadidas a la Lista de Alarmas. Cuando se reconoce la alarma en la bandera, o se borra la bandera, la próxima alarma se muestra. La bandera muestra los mensajes en orden cronológico.

La Bandera de alarma es un visualizador global que se crea una vez en una aplicación, pero aparece en el mismo lugar en cada pantalla. Sólo las alarmas configuradas para ser mostradas aparecen en este menú emergente, al ser provocadas.

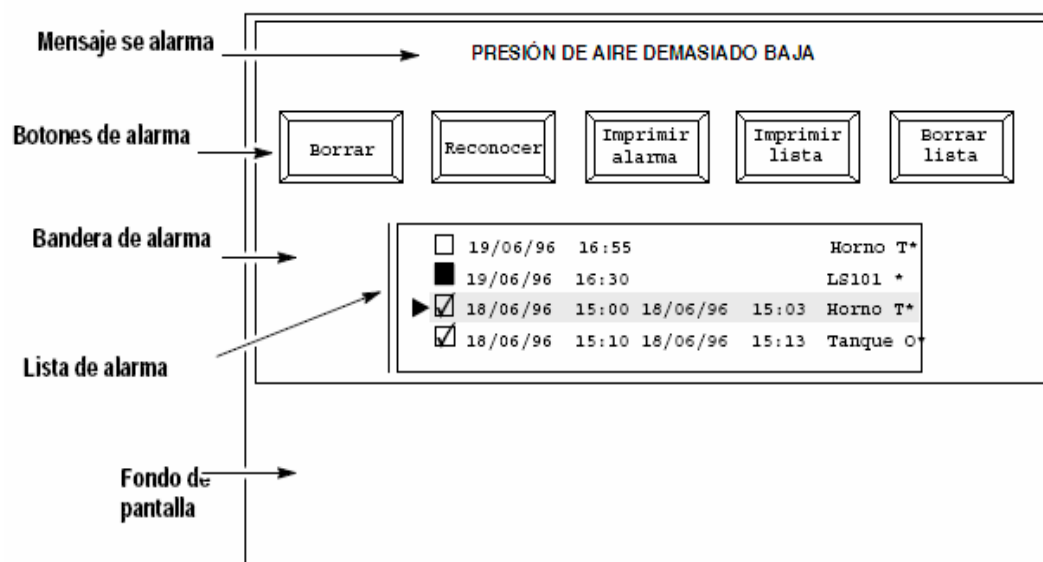


Figura 3.51: Bandera de alarma. [6]

3.3.9.4.7.2 Botones de alarma

Los botones en la bandera de alarma permiten al operador responder a las alarmas generadas por el sistema. Por ejemplo el botón reconocer, reconoce el recibo de la alarma actualmente mostrada en la bandera. Al pulsar el botón reconocer, se elimina la bandera de alarma del visualizador del terminal pero no elimina las condiciones de alarma. La alarma es marcada reconocida en la lista de alarmas.

3.3.9.4.7.3 Lista de alarma

La Lista de alarma registra la información de las alarmas provocadas. Se pueden almacenar cuantas alarmas el terminal puede tener en la RAM no volátil. Se puede establecer el número de alarmas almacenadas en la lista. La lista de alarma se puede usar múltiples veces en una aplicación. Puede aparecer en la bandera de alarma y en otras pantallas de la aplicación. Cada vez que se provoca una alarma, se agrega a la lista de alarma, la alarma más reciente se muestra a la cabeza de la lista. Si la lista de alarma está llena cuando se provoca una alarma, la alarma más reciente se añade a la parte superior de la lista y la más antigua que no requiere reconocimiento se elimina de la lista.

3.3.9.4.7.4 Disparos de alarmas

Para cada disparo, se debe definir una etiqueta de disparo, que es una dirección de controlador que el terminal monitoriza para un valor de disparo de alarma y el tipo de disparo puede ser por bit o por valor. Cada valor de disparo es asignado a una alarma específica.

Para nuestra aplicación utilizamos el tipo de disparo por valor. Este tipo de disparo provoca una alarma según ocurre. El programa del controlador asegura que el valor correspondiente a la alarma que se debe indicar sea llevado a la posición de la etiqueta de disparo de alarma. En el anexo H, se muestra la lista de alarmas que deben ser programadas con su correspondiente valor de disparo.

3.3.9.4.8 Como vincular objetos en las pantallas con datos en el controlador

Cada objeto dinámico en la pantalla del terminal se debe vincular a una tabla de datos del controlador. El terminal PanelView lee los datos para indicadores tal como gráficos de barra, o escribe los datos para controles, tal como pulsadores. Los valores en la tabla de datos del controlador lógico son

actualizados regularmente. Este proceso se llama examinar. En cada examen el controlador lógico y el terminal leen y escriben datos a direcciones específicas.

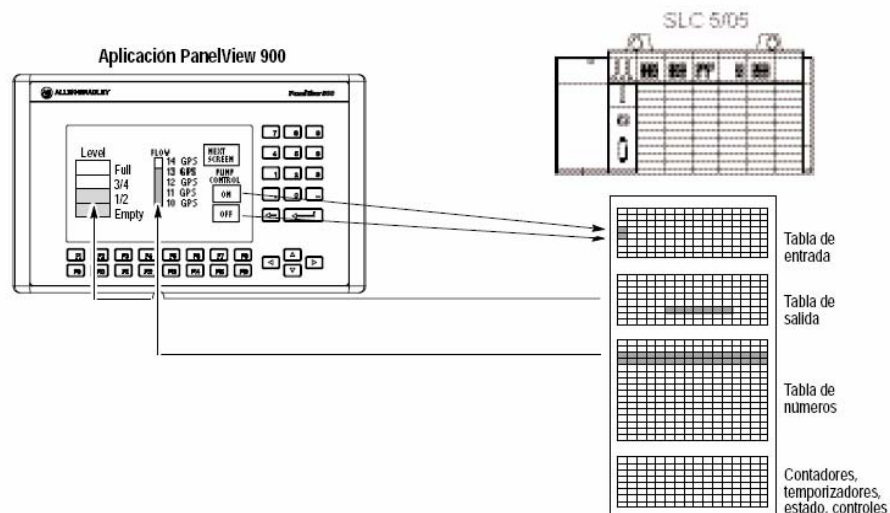


Figura 3.52: Vínculo de objetos a direcciones de memoria. [6]

PanelBuilder usa etiquetas de lectura y escritura para vincular objetos con direcciones de controlador específicas. Cada etiqueta tiene un nombre único y especifica los atributos tal como, ubicación y tamaño de dirección, el tipo de datos para leer o para escribir a la dirección y parámetros de escala.

3.3.9.4.8.1 Datos de Bit

Los datos de bit ocupan un sólo bit y representan una condición de activado (cerrado) o desactivado (abierto).

Dirección B3/10 1 = Activado 0 = Desactivado

3.3.9.4.8.2 Datos de valor

Los datos de valor ocupan una palabra (2 bytes o 16 bits) que representan el valor numérico de una variable.

Dirección	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	
N7:2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	Valor = 277

El terminal PanelView reconoce y transfiere 6 formatos de datos.

Tabla 3.17: Formatos de datos

Formato de datos	Rango
Bit	0 ó 1
Número sin signo	0 a 65535
Número con signo	-32768 a +32767
Flotante IEEE	-99.999.997.952 a 999.999.995.904
4BCD	0 a 9999
Matriz de bits	0 a 65535

3.3.9.4.9 Definir etiquetas

Las etiquetas de lectura/escritura que definen las direcciones de controlador para los objetos, son entradas en el editor de etiquetas del software PanelBuilder. Una etiqueta tiene los siguientes atributos:

- **Nombre de la etiqueta:** nombre único que identifica la dirección de la etiqueta.
- **Tipo de dato:** define el formato del dato relacionado a la etiqueta (Bit, 4BCD, número (entero) con signo / sin signo, Arreglo de caracteres, Matriz de Bits, Float.)
- **Descripción:** muestra una descripción general de la etiqueta.
- **Nombre de nodo:** muestra el nombre del controlador asociado con la etiqueta.

- **Dirección de etiqueta:** especifica la ubicación de la tabla de los datos de palabra o de bit.
- **Frecuencia de actualización:** Frecuencia a la cual el valor de la dirección de la etiqueta es actualizado.

Aparte de estos atributos, algunas etiquetas contienen atributos adicionales que dependen del objeto al cual se encuentra asociado. Se puede asignar una etiqueta a cualquier tipo de archivo soportado por controladores SLC.

Tabla 3.18: Tabla de referencia para la definición de etiquetas

Tipo de archivo	Lectura/Es- critura	Identifi- cador	Número de archivo	Elemento	Número Sub-Elemento.	Numero de Bit
Salida	Lectura	O	0	1-31	0-255	0-15
Entrada	Lectura	I	1	1-31	0-255	0-15
Estado	Lect./Eschr.	S	2	①	NA	0-15
Bit (Binario)	Lect./Eschr.	B	3, 9-255	0-255	NA	0-4095
Tempori- zador	Lect./Eschr.	T	4, 9-255	0-255	PRE, ACC, 1, 2	13-15, EN, TT, DN
Contador	Lect./Eschr.	C	5, 9-255	0-255	PRE, ACC, 1, 2	11-15, CU, CD, DN, OV, UN
Control	Lect./Eschr.	R	6, 9-255	0-255	LEN, POS, 1, 2	8-15, EN, EU, DN, EM, ER, UL, IN, FD
Número	Lect./Eschr.	N	7, 9-255	0-255	NA	0-15
Float	Lect./Eschr.	A	8-255	0-255	NA	NA
ASCII	Lect./Eschr.	F	9-255	0-255	NA	0-15
Cadena	Lect./Eschr.	ST	9-255	0-255	LEN, 0-41	0-15

3.3.9.4.10 Comunicaciones PLC-PanelView

Los terminales PanelView tienen puertos que soportan una variedad de opciones de comunicación. Para nuestro sistema utilizaremos el protocolo de comunicación de entradas y salidas remotas (RIO) para establecer comunicación entre el controlador y el terminal PanelView.

En una red remota de E/S, los terminales remotos de E/S PanelView aparecen como un rack remoto de E/S. El terminal PanelView puede ocupar todo,

o parte del rack (128 I/O). Se pueden asignar 2 tipos de direcciones a objetos en la red remota de E/S:

- Discreta: una sola dirección de bit de entrada o salida
- Transferencia de bloque: una serie de direcciones de palabras.

Los datos son transferidos en la red remota de E/S como:

- Lectura o Entrada: datos al PLC desde PanelView
- Escritura o Salida: datos desde el PLC al PanelView

El procesador continuamente examina el terminal PanelView para actualizaciones de entradas y salidas. Esta comunicación se logra mediante el uso del escáner 1747-SN, del cual se ha descrito previamente el funcionamiento.

3.3.10 El software RSVIEW

RSVIEW es un programa de software basado en Windows para la creación y ejecución de aplicaciones de adquisición de datos, monitoreo y aplicaciones de control, diseñado por Rockwell Software para el uso en ambientes Windows de Microsoft. RSVIEW contiene las herramientas necesarias para la creación de todos los aspectos de una interface máquina-operador, incluyendo las pantallas de gráficos animados en tiempo real, tendencias, y resúmenes de alarma. Por estas características y la compatibilidad con los equipos utilizados en el desarrollo de nuestro sistema se recomienda utilizar este software para manejo de datos a nivel de SCADA. El hardware y software a usar con RSVIEW dependen de lo que el proyecto le exigirá al sistema.

3.3.10.1 RSVIEW Works

RSVIEW Works contiene los editores necesarios para generar una aplicación completa de interfaz operador-máquina y contiene el software requerido para ejecutar las aplicaciones generadas. Contiene editores para crear aplicaciones tan

simples o sofisticadas como se necesite. Luego de desarrollar la aplicación, se puede cambiar al modo de ejecución o utilizar RSVIEW Runtime para ejecutar la aplicación. Dentro de las ventajas de utilizar este software podemos hacer referencia a que el mismo permite:

- Utilizar la capacidad del contenedor RSVIEW ActiveX y OLE para aprovechar la tecnología avanzada. Por ejemplo, puede incrustar RSTools™, Visual Basic® u otros componentes ActiveX en las pantallas gráficas de RSVIEW para ampliar las capacidades de éste.
- Crear y editar pantallas con las herramientas propias de los programas de Microsoft que estemos utilizando. Mediante sofisticados gráficos y animaciones basados en objetos, más las técnicas simples de arrastrar, colocar y cortar-pegar, que simplifican la configuración de la aplicación.
- Utilizar gráficos de las bibliotecas de gráficos RSVIEW o importar archivos de otros paquetes de dibujo tales como CorelDRAW™ y Adobe® Photoshop®.
- Utilizar las funciones de alarmas de RSVIEW para monitorear incidentes ocurridos en el proceso con varios niveles de gravedad. Se pueden crear resúmenes para obtener datos específicos sobre las alarmas en lugar de examinar las alarmas de la totalidad del sistema.
- Crear tendencias que muestren variables del proceso graficadas en relación al tiempo. Permite mostrar datos en tiempo real o datos históricos hasta con 16 plumas (tags) en cada tendencia lo que nos permitirá estudiar las condiciones de operación de los equipos con mayor eficiencia.

3.3.10.2 Como funciona RSView

De manera similar al funcionamiento del PanelView, el software RSView toma los datos almacenados en la memoria del controlador lógico programable, a los cuales se les han asignado etiquetas previamente, y los representa de manera visual en el computador, el software permite la interacción entre el operador y el sistema, se deben crear las respectivas pantallas para la aplicación las cuales se diseñan a conveniencia del operador y en las cuales se pueden representar gráficamente variables y procesos que interactúan con el sistema físico que se pretende supervisar, luego de crear la aplicación se debe configurar la comunicación con los controladores, para nuestro caso, utilizamos un controlador Allen-Bradley y por la compatibilidad de los equipos se establece una conexión directa donde solo se debe configurar un canal y un nodo. El software permite importar cualquier base de datos desde cualquier dispositivo Allen-Bradley, por lo que no será necesario crear nuevas etiquetas para referirnos a las mismas variables monitoreadas por el PanelView. Se debe configurar el registro de actividades, alarmas y datos para tener un registro permanente de lo que está sucediendo cuando el sistema está activo. Toda la información registrada se almacena en el formato dBASE IV® (.DBF) y puede verse con el software de otros fabricantes tales como Microsoft Excel.

3.3.10.3 Creación de una tendencia

Una tendencia es una representación visual de valores de tags (variables identificadas con una etiqueta) en tiempo real o histórico, la cual proporciona a los operadores una manera de registrar las actividades de la planta a medida que suceden. Con las tendencias RSView se puede:

- Graficar datos para un máximo de dieciséis tags en cada objeto de tendencia.
- Graficar valores constantes así como valores de tags.

- Utilizar sombreado para enfatizar cuando un tag cruza un valor de referencia.
- Utilizar datos en tiempo real de tags o utilizar datos históricos de archivos de registros.

3.3.10.4 Creación de un resumen de alarmas

Un resumen de alarmas muestra la información sobre alarmas registrada en la memoria de la computadora. El resumen es completamente configurable, de manera que se puede determinar cuál información aparecerá en la pantalla y cómo aparecerá. El resumen puede enumerar hasta 1.000 entradas de alarmas. A medida que se producen nuevas alarmas, éstas aparecen en la parte superior de la lista. Cuando el resumen está lleno, una alarma desaparece de la parte inferior de la lista por cada alarma nueva que aparece en la parte superior. Las alarmas también desaparecen en condiciones de fuera de alarma y de confirmación.

3.3.11 Comunicación PC-PLC

Desde el inicio del diseño de nuestro sistema nos planteamos la posibilidad de utilizar una red de comunicación local basada en el protocolo Ethernet TCP/IP por su capacidad de soportar futuras integraciones de nuevas RTU (unidades terminales remotas) sin necesidad de modificar la red utilizada. Este protocolo de comunicación nos permitirá integrar continuamente áreas de la planta de producción de la empresa al sistema de supervisión y control sin tener que realizar grandes cambios en el mismo. Cabe resaltar que el hecho de utilizar este protocolo de comunicación influyó considerablemente en el proceso de selección del controlador lógico programable.

3.3.11.1 Protocolo TCP/IP

El Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet (TCP/IP) es un protocolo de capa de transporte (TCP) y un protocolo de capa de red (IP) generalmente usado para comunicarse al interior de las redes y entre redes. TCP/IP es el protocolo seleccionado por Allen-Bradley para la comunicación Ethernet.

3.3.11.2 Modelo de referencia ISO/OSI

La Organización de Estándares Internacionales (ISO) ha desarrollado un modelo de conexión en red llamado Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) para proporcionar una estructura común alrededor de la cual construir nuevos estándares de protocolo.

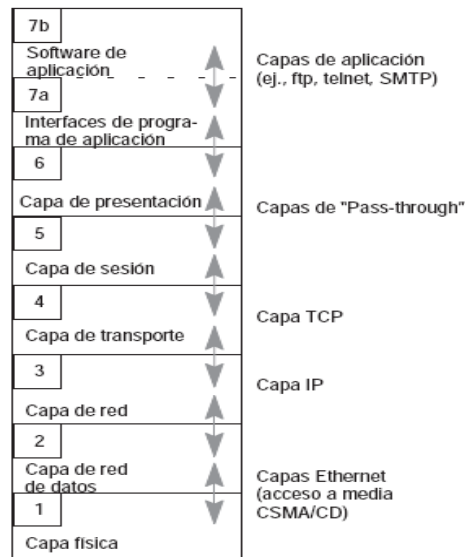


Figura 3.53: Modelo de referencia ISO/OSI de TCP/IP

La figura muestra cómo el Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet (TCP/IP) en una red Ethernet encaja en este modelo. Cada capa del modelo usa los servicios de las capas que están debajo de ella.

Capas Ethernet

La capa física (1) y la capa de red de datos (2) hacen la capa Ethernet. Este es el cable físico y el método de acceso para usar el cable.

Capa TCP/IP

La capa de red o IP (3) maneja el encaminamiento y conversión de datos entre dos entidades conectadas en red; la capa de transporte o TCP (4) maneja la integridad de los datos, la transmisión sin errores de paquetes de información. TCP divide los paquetes en tamaños aceptables para el transporte y los coloca juntos otra vez cuando llegan a su destino.

Capas de “Pass-through”

A la capa de sesión (5) y a la capa de presentación (6) se les denomina las capas de “pass through” puesto que no se implementan específicamente en una red TCP/IP.

Capa de aplicación

La séptima capa del modelo de referencia ISO/OSI es la capa de aplicación, la cual incluye el interface de programación de aplicación (7a) y el software de aplicación (7b). Esta capa controla funciones tales como la transferencia de archivos (ftp), emulación de terminal (telnet), y correo electrónico (SMTP). Proporciona el interface de usuario y el interface de programación de aplicación (API) a las aplicaciones de red.

Control de acceso a media

El control de acceso determina “quién habla y cuándo”. La capa de red de datos, capa 2 del modelo de referencia ISO/OSI, maneja el control de acceso. Ethernet usa acceso múltiple detector de portadora, con detección de colisiones (CSMA/CD), como método de acceso. Los dispositivos en la red Ethernet pueden detectar si el canal está ocupado y pueden mantener sus transmisiones hasta que el canal esté disponible. Estos dispositivos pueden monitorizar el canal durante la

transmisión para determinar si otras estaciones están intentando transmitir. Debido al retardo en el cable, dos o más estaciones pueden detectar un canal disponible y tratar de transmitir simultáneamente. Esto resulta en una colisión. Después de una colisión, cada nodo espera un momento de duración aleatoria antes de transmitir otra vez.

Dado que el controlador lógico programable a utilizar (SLC 5/05) posee un puerto específico para comunicación Ethernet 10BaseT, a continuación se describe este tipo de comunicación Ethernet.

3.3.11.3 Ethernet 10BaseT

El estándar 10BaseT para redes Ethernet utiliza el conductor AWG N° 24 en pares trenzados (UTP) para conectar los nodos. La topología física de este estándar es estrella con los nodos conectados a un concentrador conocido comúnmente como “HUB”. Los conductores tienen un límite de distancia máxima de 100 metros para la conexión de un nodo al HUB, consiste en dos pares de conductores para transmisión y recepción conectados vía terminales RJ-45. La figura muestra un esquema del estándar de comunicación.

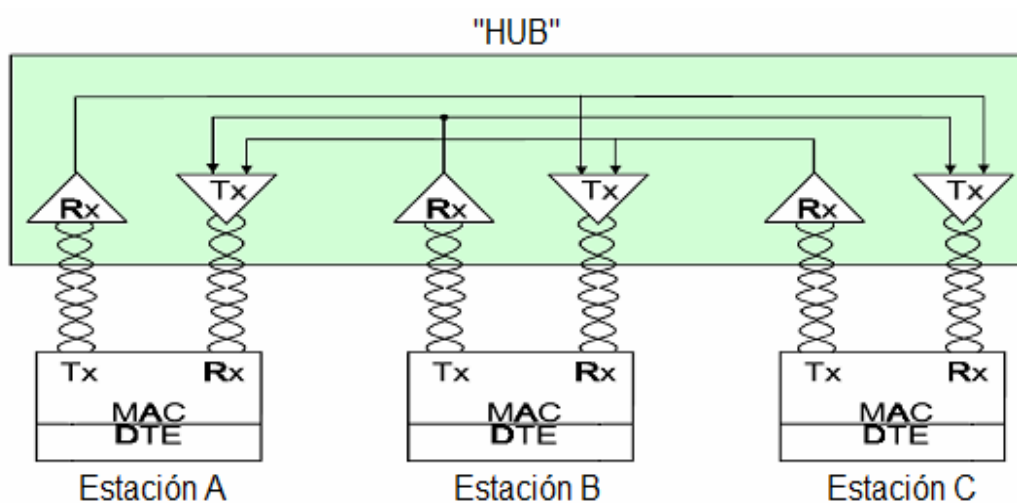


Figura 3.54: Funcionamiento de Ethernet 10BaseT. [10]

3.3.11.4 Componentes de la red

El sistema básico Ethernet TCP/IP está formado por unidades de conexión de media (MAU), también llamadas transceivers, e interfaces de unidades de conexión (AUI), también llamados cables de derivación de transceivers. Esta figura muestra los componentes tradicionales de la red Ethernet y sus conexiones.

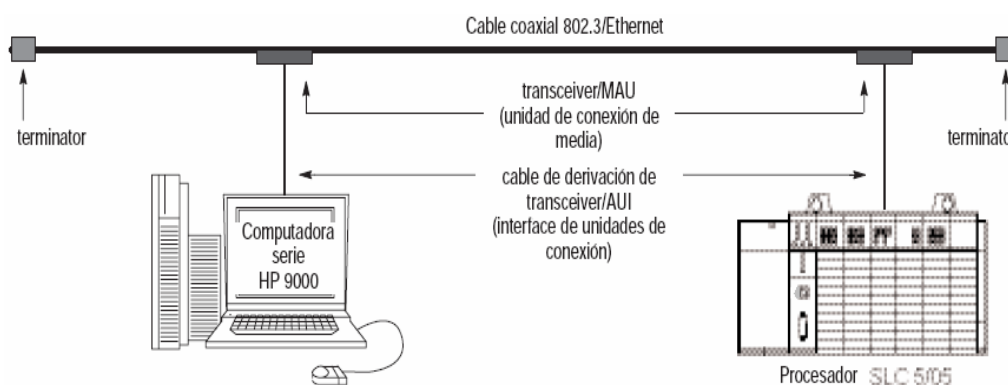


Figura 3.55: Red Ethernet

Las unidades MAU deben ser compatibles con el tipo de cable. Los interfaces AUI deben ser compatibles con el tipo de interface de comunicación Ethernet. El usar un tipo incorrecto puede funcionar, pero debido a las diferencias en las conexiones a tierra del cableado de AUI, es posible que existan problemas de ruido.

3.4 Control automático/manual de actuadores

La implementación de un sistema que admita los modos de operación automático y manual, le da la libertad al operador de controlar la humedad y los niveles de condensado cuando considere deban ser manipulados. El operador puede acceder al modo de operación manual desde la pantalla principal del sistema de supervisión y control al presionar el botón de selección de estado correspondiente. El estado en el que se encuentre el bit relacionado al selector

definirá el modo de operación del sistema activando y desactivando funciones dentro del programa del controlador.

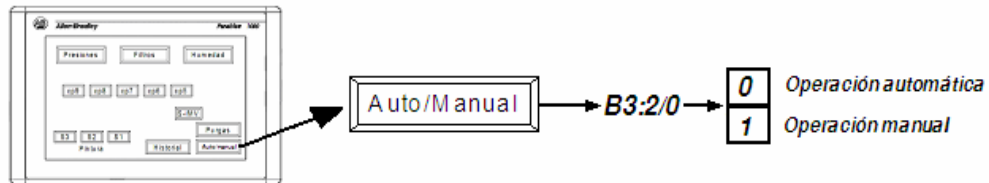


Figura 3.56: Control automático/manual

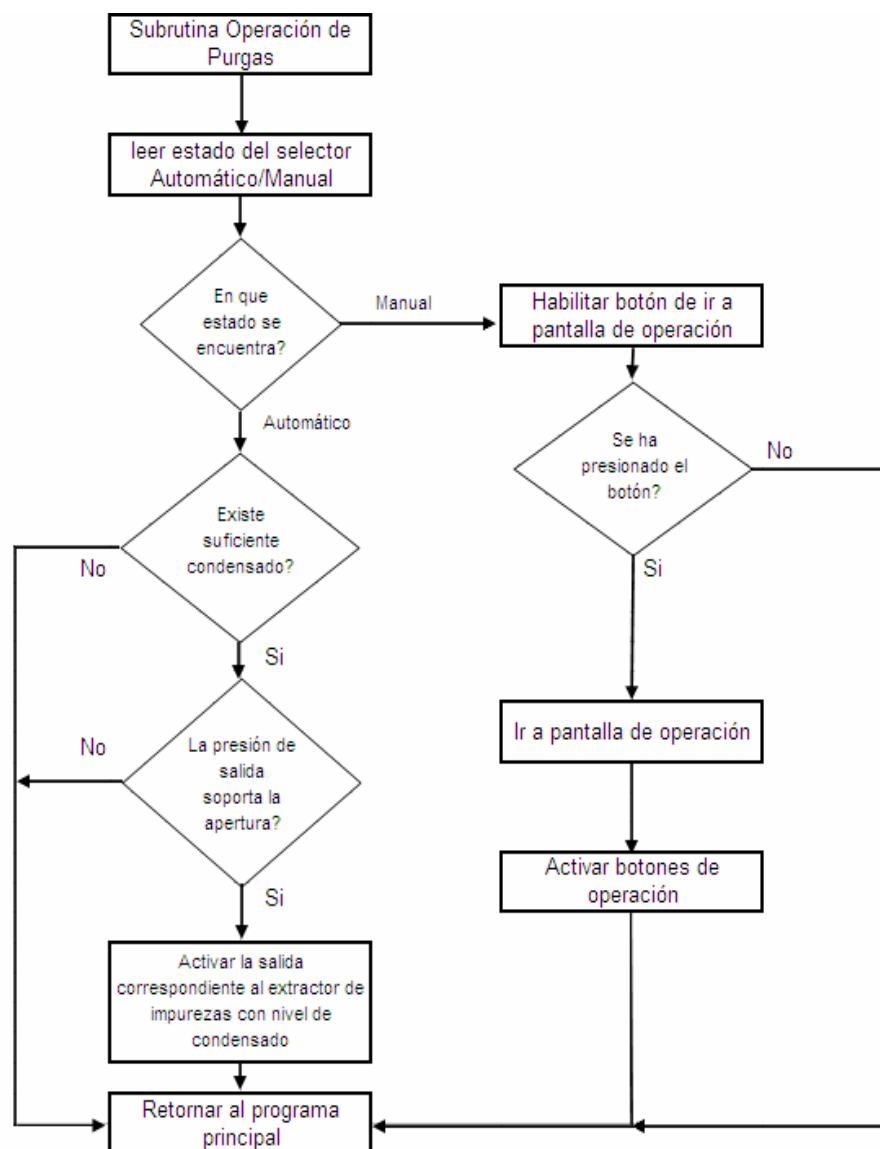


Figura 3.57: Funcionamiento del control automático/manual

3.4.1 Funcionamiento

El eslabón principal del sistema lo constituye el selector identificado como Auto/manual en la pantalla principal del sistema de supervisión y control. Este pulsador se encuentra relacionado a una posición de memoria en el controlador, dependiendo del estado en el que se encuentre el bit asociado al pulsador se define el modo de operación. El pulsador será del tipo mantenido, cambiará de estado al ser pulsado y regresará a su estado inicial solo al ser pulsado nuevamente. El programa del controlador se encargará de supervisar el estado del bit asociado al modo de operación y realizar las operaciones correspondientes a cada estado.

3.4.2 Operación automática

En cada scan, el controlador supervisa el estado del pulsador utilizado para definir el modo de operación, al detectar que el sistema se encuentra en modo de operación automático, procederá entonces a ejecutar la sección de programa correspondiente. En esta sección de programa, el controlador se encarga de extraer el condensado almacenado en las respectivas cámaras de retención, pero debe asegurar que la apertura de la electroválvula no afectará el normal desempeño del sistema neumático, por lo cual debe realizar, antes de ordenar la ejecución de apertura, una revisión de los parámetros que garantizan una ejecución exitosa. Como primer requisito, el Controlador, en conjunto con las purgas electromecánicas, debe asegurarse de que existe el nivel de condensado suficiente para requerir de una apertura de la electroválvula, al cumplirse esta condición el controlador debe proseguir a determinar si la presión en la sección del sistema que requiere la operación, es suficiente para tolerar la caída de presión generada por la apertura de la electroválvula. De ser cierta esta condición el controlador activará la salida correspondiente a la electroválvula que presenta la necesidad de ser operada.

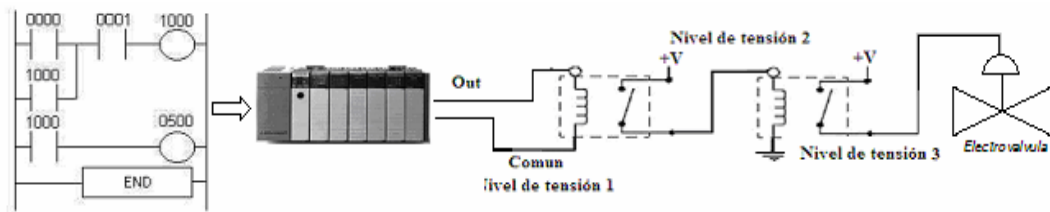


Figura 3.58: Operación automática de los actuadores.

3.4.3 Operación manual

Si en el ciclo de scan, el controlador detecta que el pulsador de modo de operación se encuentra en la posición manual, procederá entonces a ejecutar la sección de programa correspondiente. En esta sección de programa el software del controlador asegura que el operador pueda acceder a la pantalla de operación manual, en esta pantalla se encuentran pulsadores momentáneos (cambian de estado al ser pulsados y regresan a su estado inicial al ser liberados) del tipo normalmente abiertos, relacionados directamente a las salidas del controlador responsables de activar/desactivar los dispositivos de expulsión de impurezas, de esta manera el estado de estos pulsadores determinará el estado abierto/cerrado de las electroválvulas encargadas de la labor. Así pues, el operador tendrá la libertad de operar la purga electromecánica que considere deba ser operada, en el momento y por el tiempo que el disponga, con lo que se logra operación manual de estos actuadores. Una vez ejecutada la acción, se debe volver a la pantalla principal y colocar el sistema en el modo de operación automática, dado que permanecerá en el modo manual hasta que el pulsador de selección se encuentre en este estado.

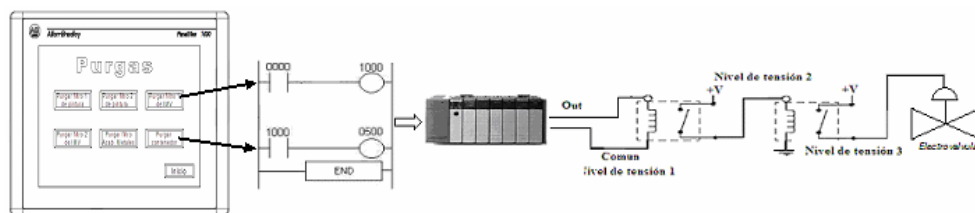


Figura 3.59: Operación manual de los actuadores.

Los planos de conexión eléctrica entre los actuadores y el controlador se muestran en el anexo E. Las secciones del programa de operación de los actuadores se muestran en el anexo J del presente trabajo.

3.4.4 Selección de la fuente de alimentación del sistema

Dado que nuestro sistema utiliza el nivel de tensión de 24 VDC para alimentación de sensores y transmisión de señales, es de gran importancia utilizar una fuente de alimentación que entregue a su salida este nivel de tensión y con capacidad suficiente para alimentar esta carga. Basándonos en las hojas de datos de los dispositivos utilizados, tenemos:

Tabla 3.19: Referencia de consumo para la selección de la fuente de alimentación

Dispositivo	Consumo de corriente	Cantidad	Total
Sensores de presión	5 mA.	36	180
Sensores de corriente	20 mA	9	180
Sensores de humedad	0,5 mA	25	12,5
Transmisores de humedad	4,5 mA	25	112,5
Transmisores de temperatura	20 mA	22	440
Total			925 mA

Considerando un 20% de reserva para ampliaciones futuras y por la corriente que consumen los relevadores al operar, tenemos entonces una corriente total de:

$$I = 1.2 * 925 = 1110 \text{ mA} \quad \text{Ec.3.12}$$

Se debe utilizar una fuente capaz de suministrar esta corriente. Para nuestro sistema utilizaremos la fuente **S82K** de **OMRON**, número de catálogo **S82K-03024**, capaz de suministrar hasta 1.3 A a 24 VDC y con alimentación de 100

hasta 240 VAC, montable en riel DIN, lo que facilita su ubicación dentro del tablero del sistema.



Figura 3.60: Fuente de alimentación S82K

3.4.5 Selección del cofre

Para la elección del cofre a utilizar se deben tomar en cuenta las dimensiones más críticas basándonos en la forma en que se ubicaron los dispositivos. En el plano número 15, anexo F se puede observar la conformación del panel. La altura crítica viene dada por la sumatoria de las 96 celdas portafusibles de bloques terminales de 10 mm, lo que nos da una altura de 960 mm (0.96 m). Para el ancho del cofre, la longitud crítica la representa el dimensión del chasis con capacidad para 13 módulos mas la fuente de alimentación que se conecta a su extremo izquierdo, de el catálogo del fabricante se sabe que esta dimensión es 502 + 74 mm, lo que nos da una longitud de 576 mm (0,576 m), a esta última se le deben agregar las dimensiones de los relés y bloques terminales lo cual es aproximadamente 150 mm (0.15 m). En cuanto a la profundidad, la longitud crítica es la del controlador, esta longitud es 175 mm (0.175 m). Finalmente a estas dimensiones le agregamos un 10% de su proporción para la comodidad de instalación, obteniendo las siguientes dimensiones:

- Altura: 1.11 m
- Ancho: 0.79 m
- Profundidad: 0.20 m

De los catálogos ofrecidos por los fabricantes de estos equipos, se selecciono el cofre **DE2-HC1174** de **TELEMECANIQUE**, con placa de fondo perforada para facilidad de instalación de los dispositivos, el cofre cuenta con las dimensiones siguientes:

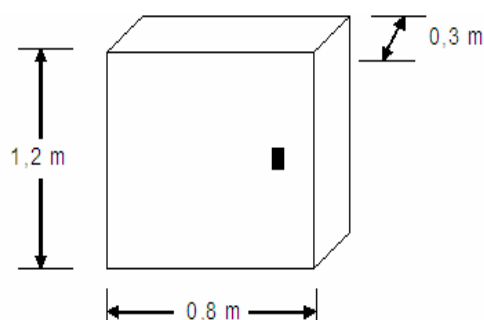


Figura 3.61: Cofre para ubicación de los dispositivos

3.5 Instrumentación propuesta para la construcción del sistema

Para la construcción del sistema se propone utilizar la instrumentación que se seleccionó a lo largo del desarrollo del diseño, dado que el mismo se acopla a las características constructivas de cada dispositivo seleccionado. En caso de remodelación o adición de elementos al sistema, se deben emplear dispositivos compatibles con los seleccionados, estos deben ser lo mas similar posible, en cuanto a sus características constructivas y de operación a los empleados en el diseño original.

Para facilitar la adquisición de los elementos a emplear en la construcción, a continuación se presenta una tabla con la totalidad de ellos, en la misma se especifica la cantidad, el fabricante y el número de parte, además de el criterio de selección por el cual se propone utilizar el dispositivo como parte de una breve justificación de su empleo en el diseño de nuestro sistema de supervisión y control.

Tabla 3.20: Instrumentación propuesta para la implementación del diseño

Instrumentación propuesta para la implementación del proyecto				
Equipo	Fabricante	Cantidad	Nº de Cat.	CRITERIOS
Sensores de presión	Honeywell	36	ST200PG1SPGF	Excelente soporte y Stock local, Adecuación a los requerimientos, Antigüedad de relación con los proveedores
Sensores de corriente	Honeywell	5	CSLF3EJ	Excelente soporte y Stock local, Adecuación a los requerimientos, Antigüedad de relación con los proveedores
		4	CSLF3DC	
Sensores de humedad	Honeywell	25	HIH-4031	Soporta ambientes con condensación, Adecuación a los requerimientos, Antigüedad de relación con los proveedores
Sensores de Temperatura	Honeywell	22	R300	Adecuación a los requerimientos, Antigüedad de relación con los proveedores
		4	por contacto	
Procesador SLC 5/05	Allen-Bradley	1	1747-I552	Adecuación a los requerimientos, Antigüedad de relación con los proveedores, gran capacidad de integración, equipo conocido e instalado en la empresa, software de programación sencillo, se adapta de a las premisas de ingeniería asumidas para el diseño
Módulos de entradas analógicas	Allen-Bradley	6	1746-NI16I	Se adapta al sistema 1746 del procesador SLC 5/05, adecuación a los requerimientos
Módulos de entradas discretas	Allen-Bradley	1	1746-IB16	Se adapta al sistema 1746 del procesador SLC 5/05, adecuación a los requerimientos
Módulos de salidas discretas	Allen-Bradley	2	1746-OB16	Se adapta al sistema 1746 del procesador SLC 5/05, adecuación a los requerimientos
Módulos de Scanner 1747-SN	Allen-Bradley	1	1746-OB17	Se adapta al sistema 1746 del procesador SLC 5/05, adecuación a los requerimientos
Chasis modular para SLC	Allen-Bradley	1	1746-A13	Se adapta al sistema 1746 del procesador SLC 5/05, adecuación a los requerimientos
Fuente de alimentación para SLC	Allen-Bradley	1	1746-P2	Se adapta al sistema 1746 del procesador SLC 5/05, adecuación a los requerimientos
Software RSLogix500	Allen-Bradley	1	9324-RL0300ENE	Software adecuado para programar los equipos SLC
Software RSview32	Allen-Bradley	1	9301-2SE2500	Software Scada de Allen-bradley, adecuación a los requerimientos, contiene Rslinx
Software PanelBuilder	Allen-Bradley	1	2711-ND3ES	Software adecuado para programar los terminales PanelView
PanelView 1000	Allen-Bradley	1	2711T10C1	Terminal touch a color, puerto de comunicaciones RIO
Controlador de presión	Allen-Bradley	16	836-A2	Adecuación a los requerimientos
Indicador luminoso de alarma	Allen-Bradley	16	855BS-S10RH4	Adecuación a los requerimientos
Indicador sonoro de alarma	Allen-Bradley	16	855P-B10ME22	Adecuación a los requerimientos
Luces piloto	Allen-Bradley	32	Naranja	Adecuación a los requerimiento, antigüedad de relación con los proveedores
		16	Verde	
		16	Rojo	
Pulsadores N/A	Allen-Bradley	16	800T-B6D1	Excelente soporte y Stock local, Adecuación a los requerimientos, Antigüedad de relación con los proveedores
Switches de tres posiciones	Allen-Bradley	16	800T-J2A	Excelente soporte y Stock local, Adecuación a los requerimientos, Antigüedad de relación con los proveedores
Relés	Allen-Bradley	120	700-HK36Z24	Excelente soporte y Stock local, Adecuación a los requerimientos, Antigüedad de relación con los proveedores
		30	700-HK36A1	
Zócalos para relés	Allen-Bradley	150	700-HN121	Adecuación a los requerimientos
Bloques terminales con fusibles	Allen-Bradley	100	1492-H5	Adecuación a los requerimientos
Fuente de alimentación	Omron	1	S82K-03024	Adecuación a los requerimientos, facilidad de montaje en panel.
Interruptor electromecánico	Telemecanique	4	DF6-AB10	Adecuación a los requerimientos
Páneles	Telemecanique	1	DE2-HC1174	Adecuación a los requerimientos
		16	DE2-HC2151	
Transmisores de temperatura	Delta-OHM	28	HD 988TR1	Adecuación a los requerimientos, facilidad de montaje, compatibilidad con el sensor utilizado
Bloques terminales para alimentación	Allen-Bradley	1	1492-PDM3141	Adecuación a los requerimientos

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Enfocándonos en el hecho de que nuestro sistema fue diseñado para el departamento de mantenimiento de la empresa Toyota de Venezuela dentro de su criterio filosófico de mejoramiento continuo, podemos con facilidad hacer referencia a los beneficios que aportará éste a la efectividad del departamento. La misión de este departamento dentro de la empresa es la de velar por el perfecto funcionamiento de los equipos en la planta y con esto garantizar la producción continua de la empresa mediante la organización y aplicación de jornadas de mantenimiento. Como ya sabemos, a nivel profesional el mantenimiento se divide en dos ramas, mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

La aplicación del mantenimiento correctivo o mantenimiento causado por fallas o crisis, implica el requerimiento de inventarios elevados de partes y materiales, baja confiabilidad en los equipos, interrupciones operacionales no programadas y la utilización ineficiente del personal de mantenimiento. Por otra parte la aplicación del mantenimiento preventivo eleva la efectividad del departamento de mantenimiento y garantiza la producción continua. Este mantenimiento se aplica de dos maneras, mantenimiento programado y mantenimiento predictivo. El mantenimiento programado representa la aplicación del mantenimiento en forma planificada. Las ventajas de aplicar este tipo de mantenimiento consisten en la planificación previa de las inspecciones y reparación previa de los equipos, en intervalos de tiempo predeterminados en forma arbitraria, para intentar reducir o eliminar las fallas de los mismos; sin

embargo, su aplicación tiene la desventaja en la poca flexibilidad de modificar los intervalos en función de las condiciones ambientales y operacionales de los equipos.

Con el mantenimiento predictivo, llamado también “mantenimiento basado en condiciones”, se intenta reemplazar los intervalos arbitrarios del mantenimiento programado, mediante el monitoreo de las condiciones de operación de los equipos y ejecutar las labores específicas de mantenimiento que resulten ser necesarias. La aplicación del mantenimiento predictivo tiene la ventaja de poder determinar el tipo de reparación y el momento en que lo requiere el equipo, antes de que ocurra una falla, lo cual causaría una parada no planificada del equipo y con esto afectar la producción. Las desventajas de su aplicación consisten en la necesidad de invertir en equipos de medición y análisis de resultados así como de disponer de personal altamente tecnificado, pero esto obviamente se verá recompensado con la ininterrupción de la producción.

Hoy por hoy el mantenimiento aplicado a los equipos en la planta de producción de la empresa se centra solo en mantenimiento correctivo y mantenimiento programado y se puede observar diariamente la alta necesidad que tiene la empresa de aplicar mantenimiento correctivo para cumplir con la meta de producción diaria. Como objetivo principal en la construcción de nuestro sistema está la introducción del mantenimiento predictivo para mejorar la eficiencia del departamento de mantenimiento. El sistema permitirá la supervisión continua de los parámetros que rigen el buen funcionamiento de los equipos del sistema neumático que garantizan la producción de la planta y puede graficar el comportamiento de estas variables para determinar el momento preciso en el que necesitarán de mantenimiento preventivo. Con esto se pretende reducir el número de fallas promedio en el sistema neumático y disminuir la aplicación del mantenimiento correctivo.

Haciendo referencia a las pérdidas causadas por la ineficiencia del sistema neumático de la empresa, podemos citar algunos datos estadísticos recopilados por Rosales, Grace en su tesis titulada “OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO DE LA PLANTA ENSAMBLADORA AUTOMOTRIZ TOYOTA DE VENEZUELA” C.A. De la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, en el año 2006. Donde expresa que la pérdida más importante, la constituye el tiempo perdido por paralizaciones de las líneas productivas debido a fallas ligadas al suministro del aire comprimido cuya valoración de acuerdo con la contabilidad de la empresa alcanza una elevada cifra. De acuerdo con las estadísticas de la planta desde abril de 2005 hasta abril de 2006, se produjeron importantes paralizaciones derivadas de las fallas en el suministro de aire las cuales se muestran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1: Tiempo de paralización de producción debido al sistema neumático

Área	Tiempo de paralización de producción al año (h)
Soldadura	137
Pintura	221
Ensamblaje	185

Por otro lado, las pérdidas generadas por la presencia excesiva de condensado en el sistema, lo que origina que las herramientas neumáticas y los elementos de control trabajen en forma errática y su vida útil se vea afectada, causan que el departamento de mantenimiento incurra en gastos excesivos. El condensado presente en las tuberías del sistema arrastra el lubricante de las herramientas, ocasionando pérdida de torque y oxidación prematura de las mismas. De acuerdo a los registros de costos del Departamento de Mantenimiento, entre los meses de Octubre de 2005 y Enero de 2006, se incurrieron en los siguientes gastos de reparación de herramientas neumáticas:

Tabla 4.2: Gasto en reparaciones de herramientas neumáticas

Mes	Gasto en reparación de herramientas neumáticas
Oct-05	695.333 (Bs)
Nov-05	3.591.704 (Bs)
Ene-06	846.274 (Bs)

Es preciso resaltar que estos costos representan solo los gastos en reparaciones menores tales como cambio de lubricante, ajuste de torque, limpieza de mordazas, cambio de piezas, entre otros. Quedando fuera de estos los gastos en reemplazo de herramientas neumáticas y cambio de la unidad de pulso.

Aparte de las pérdidas y gastos antes mencionadas podemos también adicionar que existe una gran cantidad de situaciones ligadas al sistema de aire comprimido, que afectan tanto la producción como la calidad de la misma, entre ellas podemos mencionar:

- En el área de soldadura por electropunto, la presión de aire que reciben las pinzas de soldadura, determinan la calidad del punto de unión producido. Si la presión en esta área es insuficiente se producen perforaciones en el material, las cuales deben rectificarse, implicando gastos adicionales en cuanto a material y mano de obra así como incremento en el tiempo de producción de la unidad.
- En el área de pintura la presión determina el ángulo de expansión de la palma expulsada por la pistola, una disminución en la presión disminuye el área cubierta por la palma, lo que implica que deban aplicarse un mayor número de palmas que las que normalmente se aplican para cubrir la superficie a pintar, incrementando el tiempo de producción de la unidad. En esta misma área un nivel excesivo de humedad genera condensado en los ductos, el cual se mezcla con la pintura y disminuye la calidad de la misma.

- En el área de ensamblaje las llaves de impacto y pistolas de ensamblar no alcanzan el torque requerido para la unión de las piezas al presentarse disminución en la presión, afectando la calidad de las unidades. De igual manera las máquinas de calibración producen medidas erróneas y los cilindros utilizados para suspender las unidades no soportan el peso de la misma.
- De manera general, basándonos en estadísticas presentadas por empresas especialistas en aire comprimido, se conoce que una caída de 7,25 PSI (0,5 bar) genera:
 - Un aumento de 19 % en el tiempo de esmerilado
 - Un aumento en 62% en el tiempo de taladrado.
 - Un aumento en 7% en el tiempo para alcanzar el apriete de las llaves de impacto.

Y que la humedad es el factor que determina el tiempo de vida útil de las herramientas neumáticas empleadas en el proceso de producción, por lo que son parámetros que influyen directamente en el tiempo empleado, calidad del producto y costo de la producción.

Estando nuestro sistema en capacidad de supervisar tanto estos parámetros como otros estrechamente ligados a estos, representa una herramienta ampliamente utilizable por el departamento de mantenimiento y proporciona las siguientes ventajas:

- Supervisa de manera constante los parámetros de operación de los compresores y advierte de cualquier anomalía que se presenten en ellos, hecho que permitirá corregir defectos antes de que se presenten situaciones que dejen fuera de funcionamiento a los equipos y afecten el suministro de energía a la planta.

- Supervisa continuamente y está en capacidad de presentar gráficamente la eficiencia de los equipos encargados de acondicionar el aire comprimido, con lo que se garantiza que los mismos cumplan su función en el sistema y aplicarles mantenimiento basándonos en las condiciones de operación de los mismos.
- Representa una herramienta para calibrar los parámetros presión y humedad a lo largo del sistema de distribución de energía neumática, permitiendo al departamento tomar medidas para controlar estos parámetros a su conveniencia.
- Advierte cuando la presión en una rama es menor a la requerida por los procesos que se llevan a cabo en esta área. Lo que permite a los operarios y supervisores de calidad y producción tomar medidas apropiadas que vayan conforme a los principios de la empresa.
- El sistema es capaz de ubicar y advertir el área específica de la planta de producción donde se presente una situación anormal en los parámetros que el mismo supervisa, con lo que agiliza la actuación del personal de mantenimiento, resumiendo los tiempos de corrección de la falla.
- El sistema está en la capacidad de extraer el condensado que recogen los equipos de acondicionamiento de aire comprimido de manera automática y adicionalmente ofrece una interfaz a los operarios para operar los sistemas de extracción de condensado desde el panel de control del sistema.
- Mediante la calibración de los parámetros humedad y presión y el incremento de la confiabilidad y estabilidad del sistema neumático generado por el nuevo sistema de supervisión, permitirá disminuir los tiempos empleados por las herramientas neumáticas para realizar una labor y alargar el tiempo de vida útil de las mismas, disminuyendo los gastos en mantenimiento.

- Brinda una herramienta para llevar un control de la energía eléctrica que consumen los equipos que conforman el sistema neumático.

4.2 CONCLUSIONES

- Mediante el estudio del funcionamiento de los equipos que conforman el sistema neumático y la tarea de cada uno de ellos en la conformación del mismo, se logró describir el funcionamiento actual del sistema de generación y distribución de energía neumática en la planta de producción de la empresa. Para alcanzar este objetivo fue necesario relacionarnos con el área de neumática y los equipos existentes.
- Luego de analizar el funcionamiento del sistema neumático de la planta fue posible identificar los puntos críticos del mismo que bajo fallas detienen el proceso de producción.
- La estructura de producción en cadena de la empresa trae como consecuencia que cualquier falla en el sistema neumático afecte el proceso de producción debido a la dependencia que guarda cada paso del proceso de ensamblaje con el anterior, lo que generó la necesidad de supervisar el funcionamiento de todo el sistema de generación y distribución de energía neumática de la planta.
- Al relacionarnos con los equipos que conforman el sistema neumático, se lograron identificar los parámetros que rigen el buen funcionamiento de los mismos, siendo estos parámetros las variables a supervisar por nuestro sistema para garantizar el buen funcionamiento de los equipos.

- Se diseñó un sistema cuya arquitectura permite supervisar los parámetros de operación del sistema neumático, este sistema está en la capacidad de determinar cuando una variable se encuentra fuera de sus rangos normales de operación.
- Al identificar alguna anomalía en los parámetros de operación de los equipos, el sistema está en capacidad de presentar advertencias y alarmas mediante el terminal PanelView y los módulos locales de señalización.
- Dado que, el sistema es capaz de almacenar información relacionada a las variables que supervisa, puede perfectamente presentar en forma escrita la ubicación de la anomalía que se presenta.
- El hardware y el software de nuestro sistema están perfectamente acoplados para que el mismo pueda operar los sistemas de extracción de condensado de manera automática o darle a el operador la libertad de activar/desactivar estos sistemas manualmente desde el terminal PanelView.
- Se propuso el controlador lógico programable a utilizar, tomando en cuenta los requerimientos del sistema. Así mismo la instrumentación necesaria para la obtención de las medidas de los parámetros, el acondicionamiento, transmisión y presentación de manera visual de esta información.
- Los equipos seleccionados cumplen con todas las premisas de Ingeniería así como políticas de la Empresa.
- El sistema propuesto es abierto para aceptar diferentes dispositivos de campo lo cual lo hace sumamente flexible.

- Los planos de interconexión facilitan la labor de cableado, así como para la detección de errores y posterior cambio de los diferentes módulos, dado que, cada sensor, módulo y actuador seleccionado se describe ampliamente en lo que se refiere a su interconexión e instalación.
- El sistema propuesto puede ser fácilmente ampliado sin tener que hacer grandes cambios en cuanto a hardware y software, permitiendo fácilmente la integración de nuevas áreas y procesos al sistema de supervisión.
- Las políticas de la empresa, las relaciones de estas con las casas fabricantes de equipos y la tendencia de la misma a la estandarización limita la selección de la instrumentación.

4.3 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la instrumentación propuesta o similar para la construcción del sistema, mientras se mantengan los principios de funcionamiento del mismo.
- Se recomienda utilizar el software SCADA RSView de Allen-Bradley, por la compatibilidad del mismo con el controlador lógico programable propuesto en el diseño y los equipos en la planta de producción.
- Para aprovechar al máximo el sistema, resultaría muy útil crear gráficos de tendencias de todos los parámetros que estén relacionados al mantenimiento y eficiencia de los equipos.
- Para simplificar la construcción del sistema, sería de gran ayuda, consultar otras casas fabricantes de sensores, con la finalidad de utilizar dispositivos para los parámetros humedad y temperatura, que entreguen a su salida una señal eléctrica normalizada entre 4 y 20 mA.

- Antes de ensamblar el sistema, se recomienda estudiar si existen medios que permitan simular y con esto garantizar el perfecto funcionamiento del mismo.
- El ensamblaje y puesta en marcha del sistema de supervisión y control debe ser llevada a cabo por personal con conocimientos sólidos sobre instrumentación y programación de controladores.
- Se recomienda dividir la implementación del diseño en varias etapas, para ir comprobando su funcionamiento a medida que se desarrolla el mismo.
- Una vez que se haya puesto en marcha el sistema se deben dictar charlas de capacitación al personal encargado de operarlo, con la finalidad de que conozcan plenamente su funcionamiento.
- Para garantizar la eficiencia y durabilidad del sistema debe considerarse la programación de jornadas de mantenimiento en las que se realice una revisión minuciosa de la calibración de los sensores y pérdidas en el procesamiento de los datos.
- Resultaría interesante evaluar los beneficios y prestaciones que brindaría la construcción del sistema utilizando nuevas tecnologías en lugar de la existente en la planta. Como ejemplo podemos mencionar la utilización de un controlador de la familia CompactLogix de Allen-Bradley.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Navarro, D. **“Controlador Lógico Programable (PLC), curso tutorial”** UDO. Escuela de Ingeniería Eléctrica, 2001.
- [2] Yun, W. **“Desarrollo de un sistema de supervisión remoto para los sistemas de respaldo de energía de una refinería, usando microcontroladores y herramientas de software libre”** UDO. Escuela de Ingeniería Eléctrica, 2008.
- [3] Colla, I. **“Diseño de un prototipo supervisor microcontrolado de pruebas hidrostáticas para la empresa SKANSKA, S.A.-El Tigre”** UDO. Escuela de Ingeniería Eléctrica, 2007.
- [4] Coto, J. **“Propuesta de diseño integral para la automatización de una planta procesadora de cítricos”**. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Electrónica. Cartago, 2001.
- [5] Allen-Bradley, Rockwell Automation. **“Guía de resultados con RSView32”**. Impreso en USA, Diciembre de 1999.
- [6] Allen-Bradley, Rockwell Automation. **“PanelBuilder, manual de usuario”**. Publicación 2711-6.0ES. USA, Diciembre de 1998.
- [7] Allen-Bradley, Rockwell Automation. **“Juego de instrucciones de SLC 500 y MicroLogix 1000, Manual de referencia”**. Publicación 1747-6.15ES. USA, Enero de 1996.
- [8] Allen-Bradley, Rockwell Automation. **“Sistemas SLC 500, guía de selección”**. Publicación 1747-SG001B-ES-P. USA, Marzo de 2005.

- [9] Allen-Bradley, Rockwell Automation. **“Módulos de E/S y Controladores programables SLC 500”**. Publicación 1747-SO001B-ES-P. USA, Enero de 2001.
- [10] Bayley, D.; Wright, E. **“Practical SCADA for Industry”**. Impreso en Gran Bretaña. Primera publicación, 2003.
- [11] Allen-Bradley, Rockwell Automation. **“Integración de productos Allen-Bradley a una red Ethernet TCP/IP”**. Publicación 1785-2.31ES. USA, Septiembre de 1994.
- [12] Allen-Bradley, **“Student Manual”**. Impreso en U.S.A, Junio de 1995.
- [13] Atlas-Copco, **“Curso de mantenimiento de compresores y secadores”**. Caracas, Junio de 1991.
- [14] <http://WWW.Honeywell.com/Sensing>
Tema: Sensores analógicos. Consulta: Agosto de 2008. USA.

ANEXOS

ANEXO A: “HOJAS DE DATOS DE LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS”

Honeywell

Stainless Steel Pressure Sensors

ST Series

FEATURES

- Amplified output which eliminates the cost of external amplifiers
- Reverse polarity protection prevents damaged from reversed excitation
- Less than 500 μ s response time for accurate high speed measurements
- Exceeds CE Heavy Industrial EMC
- High value with outstanding performance

TYPICAL APPLICATIONS

- Pneumatic equipment
- Air compressors
- Air filtration monitoring
- Industrial controls



The Model ST pressure transducer combines Honeywell's proven silicon pressure sensing with the latest in ASIC technology in a rugged, industrial package. High value, coupled with outstanding performance, make this an ideal transducer for industrial control applications such as air compressors and pneumatic equipment. Temperature compensated, calibrated, and amplified, the ST has pressure ranges from 0 psi to 5.0 psi to 0 psi to 250 psi.

The ST offers three standard output options for user flexibility, which are as follows: a 0.50 Vdc to 4.50 Vdc ratiometric output from 5.0 Vdc excitation, a 0.50 Vdc to 4.50 Vdc regulated output from 7.0 Vdc to 35.0 Vdc excitation, or a 4 mA to 20 mA output from 9.5 Vdc to 35.0 Vdc. The ST transducer delivers $\pm 1.0\%$ full scale accuracy (BFSL) over a wide temperature range of $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ [$-40\text{ }^{\circ}\text{F}$ to $212\text{ }^{\circ}\text{F}$] and utilizes a proven industry standard connector for high reliability.

⚠ WARNING

PERSONAL INJURY
DO NOT USE these products as safety or emergency stop devices or in any other application where failure of the product could result in personal injury.

Failure to comply with these instructions could result in death or serious injury.

⚠ WARNING

MISUSE OF DOCUMENTATION

- The information presented in this product sheet is for reference only. Do not use this document as a product installation guide.
- Complete installation, operation, and maintenance information is provided in the instructions supplied with each product.

Failure to comply with these instructions could result in death or serious injury.

Stainless Steel Pressure Sensors

ST Series

SPECIFICATIONS

Pressure Ranges ¹		
psig	0 to 5.0, 10.0, 15.0, 25.0, 50.0, 100, 150, 200, and 250	
bar	0 to 0.4, 0.6, 1.0, 1.6, 2.5, 4.0, 6.0, 10.0, and 16.0	
Physical		
Proof Pressure	≤150 psi [6.0 bar], 3 X rated range >150 psi [6.0 bar], 2 X rated range	
Burst Pressure	≤100 psi [6.0 bar], 5 X rated range >100 psi [6.0 bar], 3 X rated range	
Material in contact with media	300 series stainless steel or brass, internal seal, silicon, polyetherimide	
Weight	2.0 oz [57.0 gm]	
Environmental ²		
Shock	50 g's peak [5 milliseconds]	
Vibration	Figure 514.2-5, Curve AK, Table 514.2-V, Random Vibration Test [Overall g rms = 20.7 minimum]	
Electrical ³		
	Voltage	Current
Null Offset	0.5 Vdc	4.0 MA
Span	4.0 Vdc [0.50 Vdc to 4.50 Vdc]	16 mA [4 mA to 20 mA]
Excitation Ratiometric Regulated	5.0 Vdc ±250 mV [7.0 Vdc max.] 7.0 Vdc to 35.0 Vdc	9.5 Vdc to 35.0 Vdc
Supply Current	5.0 mA typical [7.0 mA max.]	N/A
Source (nominal)	2.0 mA	N/A
Sink (nominal)	20 µA @ zero output	N/A
Supply Rejection Ratio	90 decibels	N/A
Output Impedance	25 Ω max.	N/A
Performance ³		
Response Time	< 500 µs	
EMI/RFI	Exceeds CE heavy industrial [30v/m radiated 150 kHz to 1 GHz]	
Electrical Connection	Packard Metri-Pack™ requires mating connector P/N3685901 (order separately)	
Accuracy	±1.0% F.S.O. best fit straight line includes: non-linearity, hysteresis, non-repeatability. Thermal errors are not included.	
Total Error Band	±2% F.S.O. Includes: zero offset error, span error, thermal effect on zero and thermal effect on span, non-linearity, hysteresis, non-repeatability	
Compensated Operating and Storage Temperature Range	Range -40 °C to 100 °C [-40 °F to 212 °F]	

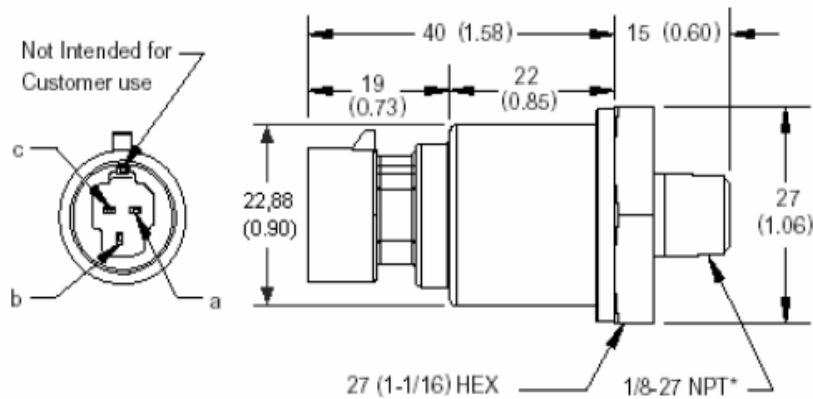
Notes:

1. Contact the factory to discuss other pressure ranges.
2. Meets IEC-68-2 or MIL-STD 810C.
3. All specifications are measured at 25 °C [77 °F] and at rated excitation unless otherwise specified.

Stainless Steel Pressure Sensors

ST Series

DIMENSIONS (for reference only) mm (in)



* 1/4-18 NPT and G1/4-19 BSP configurations are both optional.
Contact Honeywell to discuss other pressure port options.

PIN AND WIRE CODES

Pins	Voltage	Current
a	+ Excitation	+ Excitation
b	Output	- Excitation
c	Common	No Connection

WARRANTY/REMEDY

Honeywell warrants goods of its manufacture as being free of defective materials and faulty workmanship. Contact your local sales office for warranty information. If warranted goods are returned to Honeywell during the period of coverage, Honeywell will repair or replace without charge those items it finds defective. **The foregoing is Buyer's sole remedy and is in lieu of all other warranties, expressed or implied, including those of merchantability and fitness for a particular purpose.**

Specifications may change without notice. The information we supply is believed to be accurate and reliable as of this printing. However, we assume no responsibility for its use.

While we provide application assistance personally, through our literature and the Honeywell web site, it is up to the customer to determine the suitability of the product in the application.

For application assistance, current specifications, or name of the nearest Authorized Distributor, contact a nearby sales office. Or call:

1-800-537-6945 USA
1-800-737-3360 Canada
1-815-235-6847 International
FAX

1-815-235-6545 USA

INTERNET

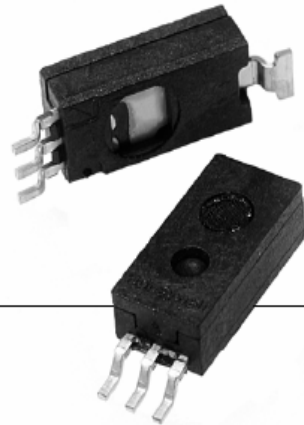
www.honeywell.com/sensing
info.sc@honeywell.com

Honeywell

Sensing and Control

Honeywell
11 West Spring Street
Freeport, Illinois 61032
008083-1-EN ILS0 GLO 803 Printed in USA
Copyright 2003 Honeywell International Inc.

www.honeywell.com/sensing



HIH-4030/31 Series Humidity Sensors

DESCRIPTION

Honeywell has expanded our HIH Series to include an SMD (Surface Mount Device) product line: the new HIH 4030/4031. The HIH 4030/4031 complements our existing line of non-SMD humidity sensors. SMD packaging on tape and reel allows for use in high volume, automated pick and place manufacturing, eliminating lead misalignment to printed circuit board through-hole.

The HIH-4030/4031 Series Humidity Sensors are designed specifically for high volume OEM (Original Equipment Manufacturer) users.

Direct input to a controller or other device is made possible by this sensor's near linear voltage output. With a typical current draw of only 200 μ A, the HIH-4030/4031 Series is often ideally suited for low drain, battery operated systems.

Tight sensor interchangeability reduces or eliminates OEM production calibration costs. Individual sensor calibration data is available.

FEATURES

- Tape and reel packaging allows for use in high volume pick and place manufacturing (1,000 units per tape and reel)
- Molded thermoset plastic housing
- Near linear voltage output vs %RH
- Laser trimmed interchangeability
- Low power design
- Enhanced accuracy
- Fast response time
- Stable, low drift performance
- Chemically resistant

The HIH-4030/4031 Series delivers instrumentation-quality RH (Relative Humidity) sensing performance in a competitively priced, solderable SMD.

The HIH-4030 is a covered integrated circuit humidity sensor. The HIH-4031 is a covered, condensation-resistant, integrated circuit humidity sensor that is factory-fitted with a hydrophobic filter allowing it to be used in condensing environments including industrial, medical and commercial applications.

The RH sensor uses a laser trimmed, thermoset polymer capacitive sensing element with on-chip integrated signal conditioning.

The sensing element's multilayer construction provides excellent resistance to most application hazards such as condensation, dust, dirt, oils and common environmental chemicals.

Sample packs are available. See order guide.

POTENTIAL APPLICATIONS

- Refrigeration equipment
- HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) equipment
- Medical equipment
- Drying
- Metrology
- Battery-powered systems
- OEM assemblies

HIH-4030/31 Series

TABLE 1. PERFORMANCE SPECIFICATIONS (At 5 Vdc supply and 25 °C [77 °F] unless otherwise noted.)

Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Unit	Specific Note
Interchangeability (first order curve)	-	-	-	-	-
0% RH to 59% RH	-5	-	5	% RH	-
60% RH to 100% RH	-8	-	8	% RH	-
Accuracy (best fit straight line)	-3.5	-	+3.5	% RH	1
Hysteresis	-	3	-	% RH	-
Repeatability	-	±0.5	-	% RH	-
Settling time	-	-	70	ms	-
Response time (1/e in slow moving air)	-	5	-	s	-
Stability (at 50% RH in a year)	-	±1.2	-	% RH	2
Stability (at 50% RH in a year)	-	±0.5	-	% RH	3
Voltage supply	4	-	5.8	Vdc	4
Current supply	-	200	500	µA	-
Voltage output (1 st order curve fit)	$V_{OUT} = (V_{SUPPLY})(0.0062(\text{sensor RH}) + 0.16)$, typical at 25 °C				
Temperature compensation	True RH = (Sensor RH)/(1.0546 - 0.00216T), T in °C				
Output voltage temp. coefficient at 50% RH, 5 V	-	-4	-	mV/°C	-
Operating temperature	-40[-40]	See Figure 1.	85[185]	°C[°F]	-
Operating humidity (HIH-4030)	0	See Figure 1.	100	% RH	5
Operating humidity (HIH-4031)	0	See Figure 1.	100	% RH	-
Storage temperature	-50[-58]	-	125[257]	°C[°F]	-
Storage humidity	See Figure 2.			% RH	5

Specific Notes:

- Can only be achieved with the supplied slope and offset. For HIH-4030/31-003 catalog listings only.
- Includes testing outside of recommended operating zone.
- Includes testing for recommended operating zone only.
- Device is calibrated at 5 Vdc and 25 °C.
- Non-condensing environment. When liquid water falls on the humidity sensor die, output goes to a low rail condition indicating no humidity.

General Notes:

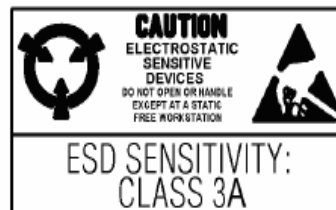
- Sensor is ratiometric to supply voltage.
- Extended exposure to ≥90% RH causes a reversible shift of 3% RH.
- Sensor is light sensitive. For best performance, shield sensor from bright light.

FACTORY CALIBRATION DATA

HIH-4030/31 Sensors may be ordered with a calibration and data printout. See Table 2 and the order guide on the back page.

TABLE 2. EXAMPLE DATA PRINTOUT

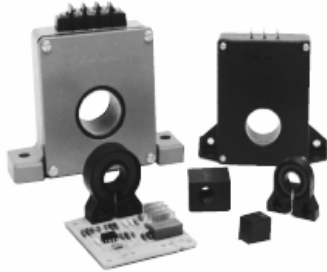
Model	HIH-4030-003
Channel	92
Wafer	030996M
MRP	337313
Calculated values at 5 V	
V _{OUT} at 0% RH	0.958 V
V _{OUT} at 75.3% RH	3.268 V
Linear output for 3.5% RH accuracy at 25 °C	
Zero offset	0.958 V
Slope	30.680 mV/%RH
Sensor RH	$(V_{OUT} - \text{zero offset})/\text{slope}$ $(V_{OUT} - 0.958)/0.0307$
Ratiometric response for 0% RH to 100% RH	
V _{OUT}	V _{SUPPLY} (0.1915 to 0.8130)



Solid State Sensors

Current Sensors

CS Series



FEATURES

- Digital or linear output
- AC or DC current sensing
- Through-hole design
- Fast response time
- Output voltage isolation from input
- Minimum energy dissipation
- Maximum current limited only by conductor size
- Adjustable performance and built-in temperature compensation assures reliable operation
- Accurate, low cost sensing
- Operating temperature range -25 to 85°C

APPLICATION

- Variable speed motor controls
- Automotive diagnostics (battery drain detector)
- Ground fault detectors
- Motor overload protection
- Current monitoring of electric welders
- Energy management systems
- Protection of power semiconductors
- Control system diagnostics
- Burnt-out light bulb detection

OPERATION

MICRO SWITCH CS series solid state current sensors monitor either alternating (AC) or direct (DC) current. This series includes a wide assortment of devices ranging from digital output current detectors capable of sensing a few hundred milliamps to linear sensors capable of monitoring over one thousand amps. The entire family of CS current sensors provides a means of accurate low-cost current sensing.

Current sensors monitor current flow. Digital sensors produce a digital output signal. Linear sensors produce an analog output signal. When these signals have reached a predetermined level, the control system logic is instructed to perform a function. The digital signal with its logic level output may sound an alarm, start a motor, open a valve, or shut down a pump. The linear signal duplicates the waveform of the current being sensed and is ideal for use as a feedback element to control a motor or regulate the amount of work being done by a machine.

Some CS current sensors utilize a through-hole design. This feature insures that there will not be any DC insertion loss in the conductor. In addition, the through-hole design simplifies installation by eliminating the need for direct connection, which minimizes energy dissipation, and provides output isolation at no extra cost. MICRO SWITCH CS through-hole current sensors cannot be damaged by overcurrent.

Current sensing is accomplished by measuring the magnetic field surrounding a current-carrying conductor. The conductor is passed through the flux collector which concentrates the magnetic field at the sensing element. The magnetic field is directly proportional to the current passing through the conductor. Thus, there is a direct relationship between the output voltage of the current sensor and

the level of input current. The waveform of this output voltage will track the waveform of the measured current. The through-hole design electrically isolates the sensor and insures that it will not be damaged by overcurrent or high voltage transients.

LINEAR CURRENT SENSORS

MICRO SWITCH CSL series linear current sensors incorporate our 91SS12-2 and SS94A1 linear output Hall effect transducer (LOHET™). The sensing element is assembled in a printed circuit board mountable housing. This housing is available in four configurations (as shown in mounting dimension Figures 1, 1a, 2, and 2a on page 59). Normal mounting is with 0.375 inch long 4-40 screw and square nut (not provided) inserted in the housing. The combination of the sensor, flux collector, and housing comprises the holder assembly.

When sensing zero current the output voltage of the current sensor is approximately equal to one half of the supply voltage (Voffset - 0.5 Vcc). CS series linear current sensors will sense current in both directions. Current flow in one direction will cause the output voltage to increase from its offset value. Current flow in the opposite direction will cause the output voltage to decrease from its offset value. The output voltage range is from 25% of the supply voltage to 75% of the supply voltage ($0.25 V_{cc} < V_o < 0.75 V_{cc}$).

While sensing either AC or DC current, the linear output voltage will track the waveform of the sensed current.

The output of these devices can be adjusted by varying the supply voltage, varying the gap cut in the flux collector, or increasing the number of turns of the conductor passing through the center of the flux collector. Devices on page 56 are ratiometric.

ADJUSTABLE LINEAR CURRENT SENSORS

MICRO SWITCH offers two families of linear current sensors with adjustable offset voltage and sensitivity. Both families utilize the previously described linear current sensors mounted to a small printed circuit board containing additional circuitry. The adjustable feature enables the user to define the exact range of operation. The offset voltage and sensitivity are controlled by two trimpots soldered to the printed circuit board. These sensors are ratiometric.

DIGITAL CURRENT SENSORS

Each MICRO SWITCH CSD series digital current sensor provides a logic level output that changes from approximately Vcc to 0.4 volts when the sensed current exceeds the operate point. Each digital sensor will operate on AC or DC current, but the output will turn off at every zero crossing when sensing AC current.

Note: Operate and release currents are specified in Amps-Peak. When monitoring AC current using a digital sensor, peak values should be used. Multiply the RMS values by 1.414 to obtain the peak value.

INDUSTRIAL OUTPUT CURRENT SENSORS

Current sensors with industrial outputs easily interface with programmable controllers and other industrial control and monitoring devices. They have 4 to 20 mA or 1 to 5 VDC outputs and are packaged in a low-cost open PC board configuration or enclosed housings. These devices include a regulator. Therefore, they are not ratiometric.

Solid State Sensors

Current Sensors

CS Series

CATALOG NUMBER SYSTEM

PLEASE NOTE: This matrix is intended only to aid you in identifying sensor catalog listings. It is not all-inclusive, and must not be used to form new listings.

Example: CSLA1CD

CS Current Sensors
Linear L
Digital D

- A1 Holder – 9SS
- A2 Holder – SS9
- B1 9SS DC-DC Ratiometric Unregulated
- B2 9SS AC-DC Ratiometric Unregulated
- B3 9SS AC-AC Ratiometric Unregulated
- B4 ALC DC-DC Ratiometric Unregulated
- B5 ALC AC-DC Ratiometric Unregulated
- B6 ALC AC-AC Ratiometric Unregulated
- C2 9SS AC-DC 1-5 V Unregulated
- E1 9SS DC-DC 1-5 V Regulated
- E2 9SS AC-DC 1-5 V Regulated
- E3 9SS AC-AC 1-5 V Regulated
- E4 ALC DC-DC 1-5 V Regulated
- E5 ALC AC-DC 1-5 V Regulated
- E6 ALC AC-AC 1-5 V Regulated
- F1 9SS DC-DC 4-20 mA Regulated
- F2 9SS AC-DC 4-20 mA Regulated
- F3 9SS AC-AC 4-20 mA Regulated
- F4 ALC DC-DC 4-20 mA Regulated
- F5 ALC AC-DC 4-20 mA Regulated
- F6 ALC AC-AC 4-20 mA Regulated

- A PCB Small Holder
- B PCB Medium Holder
- C Small Holder
- D Medium Holder
- E Large Holder
- F PCB Large Holder
- G Small Sidemount
- H Plastic Housing Small Opening
- J Plastic Housing Large Opening
- K Metal Housing
- L PCB Small Sidemount

If 9SS		If SS9ALC	
		DC-DC Other	
A	14 Amps	C	24
B	16	D	57
C	33	E	92
D	57	F	114
E	75	G	148
F	100	H	245
G	120	J	250
H	150	K	400
J	225	L	490
K	325	M	604
L	625	N	950
		P	1208
		Q	1500

HOW TO INTERPRET CURRENT SENSOR SPECIFICATIONS

The following definitions will help the user understand the characteristics of the MICRO SWITCH current sensor line.

Adjustable Operating Range — The adjustable linear current sensors give the user the option of changing the sensitivity according to the maximum sensed current of the application. The on-board sensitivity adjustment allows the user to alter the amplification of the Hall effect sensor, thereby adjusting the amount of sensed current needed to achieve maximum output voltage.

Example $V_{cc} - 12V$
 $V_{offset} - V_{cc}/2 - 6V$
 $V_o \text{ maximum} - (75\%)V_{cc} - 9V$
 $V_{span \text{ available}} - 3V$

Assume a current maximum of 45 amps is determined. The user would then apply 45 amps through the toroid and adjust the sensitivity where indicated until a 9 volt output is achieved. The sensitivity is then determined as $(3V)/(45A) = 67mV/A$. This design allows for maximum sensor flexibility.

For best results, choose a sensor to operate toward its maximum operate range. Increased amplification occurs when the sensor is adjusted toward its minimum operate range. Any circuit noise is also amplified.

Offset Shift — The offset shift refers to the effect of temperature on the offset voltage. It is defined as a percentage of reading per degree Celsius. Example: Offset voltage is 6.0V at 25°C. The offset shift is $\pm 0.05\%/^{\circ}C$. Therefore, the offset voltage at 35°C is $6.0V \pm (0.05\%/^{\circ}C) (6.0V) (10^{\circ}C) = 6.0V \pm 0.03V$. The offset shift due to temperature increases as the device is operated toward the temperature extremes.

Offset Voltage — The offset voltage is the voltage output when no current is flowing through the current carrying conductor. This is also known as the null voltage.

Operate Current — The operate current is the level of current required to cause a change in logic state from the state at no current flow. For example, the logic output is high at no current flow. When the current level is increased to the operate point, the logic output goes low.

Ratiometric — Characteristics vary in proportion to supply voltage.

Release Current — The release current is the level of current required to cause a change in logic state as the current flow decreases from the operate point.

Response Time (linear) — Measured from the time the input current reaches 90% of its full scale value to the time when the sensor output reaches 90% of final value. This assumes rise time of 1 microsecond or less on input.

Response Time (digital) — The length of time it takes the output to switch to within ten percent of the supply voltage from the negative supply after the rated operate point is reached on the input. Measured time will vary proportionally with the overdrive current.

Sensed Current (Amps Peak) — The SS94A1 and 91SS12-2 linear output Hall effect sensors have a maximum sensed range. The toroid (flux collector) in each holder assembly has a gap in which the sensor is placed. By varying the width of the gap (lg), the level of current that produces the amount of gauss necessary to saturate the sensor is varied. In other words, the maximum/minimum output of the Hall element will always be obtained at rated gauss excitation. The current level needed to achieve that maximum/minimum output depends on the width of the gap in the flux collector. Max sensed current is also affected by number of times sensed current wire is looped thru sensor hole. If max sensed current is 100 amps and current wire is looped thru hole twice, max sensed current drops to 50 amps. Looped 4 times it drops to 25 amps, 5 times to 20 amps.

Sensitivity — The change in sensor output to 1 amp change in input. Units are in units/NI where N is number of times sensed current wire is looped thru sensor hole. For example, if sensed current wire is looped thru hole twice then sensitivity doubles; looped thru 3 times, sensitivity triples, etc.

Temperature Range — The -25° to $+85^{\circ}C$ specified is the operating temperature range that the current sensor has been rated. The performance specifications are not considered to be valid outside the specified temperature range.

Honeywell



R300 Series immersion temperature probe, RTD, 100 Ohm, 3.0 °C [5.4 °F] tolerance, 20 °C [68 °] accuracy, stainless steel, threaded body (M14x1.25), overmolded connector/AMP JPT/Bosch Jetronics

Actual product appearance may vary.

Features

Working temperature range: -40 °C to 275 °C [-40 °F to 527 °F], continuous, excursion to 300 °C [572 °F] for 10 min. max.
Response time: T63; at 10 m/s gas flow rate at 150 °C [302 °F] ~15s
Accuracy: better than ± 3 °C, -40 °C to 300 °C [-40 °F to 572 °F] typical
M14x1.5 mounting thread
Excellent reliability

Potential Applications

Exhaust gas temperature sensing systems on heavy duty, truck, agriculture and construction vehicle engines including in-line fluid temperature and cylinder head temperature sensing
High temperature industrial or commercial applications including bulk refrigeration, domestic heating and controls, hot tub and pool temperature controls and industrial ovens up to 300° C [572 °F]

Description

The R300 Series is a passive, resistive temperature device (RTD), high temperature probe. This product features a robust, stainless steel closed-tip design that enhances reliability in aggressive environments, while still providing excellent response time. This one-piece sensor with integral connector was designed for use in heavy duty vehicle engine exhaust gas recirculation (EGR) systems where temperature excursions to 300 °C [572 °F] can occur. Other potential applications for this harsh duty sensor may include fluid or air temperature sensing within the engine environment or in industrial applications such HVAC or refrigeration compressor equipment where this type of sensor packaging and temperature range is often ideal.

Supporting Documentation

None Available

Product Specifications

Thermistor Type	RTD
Temperature Sensing Type	Immersion
Nominal Resistance at 25 °C [77 ° F]	100 Ohm
Tolerance	3,0 °C [5,4 °F]
Accuracy	20 °C [68 °]
R-T Curve	IEC 751
Operating Temperature Range	-40 °C to 300 °C [-40 °F to 572 ° F]
Housing Material	Stainless steel
Mounting Method/Mechanical Interface	Threaded body (M14x1.25)
Electrical Interface/Connector Type	Overmolded connector/AMP JPT/Bosch Jetronics
Time Constant in Water at 0.914 m/s [3 ft/s]	10.0 s
Dissipation Constant in Water at 0.914 m/s [3 ft/s]	6,0 mW/°C
Availability	Global
Series Name	R300

DIN IEC 751
Temperature/Resistance Table for Platinum Sensors



°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω
-200	18.52	20	107.79	240	190.47	460	267.56
-195	20.68	25	109.73	245	192.29	465	269.25
-190	22.83	30	111.67	250	194.10	470	270.93
-185	24.97	35	113.61	255	195.91	475	272.61
-180	27.10	40	115.54	260	197.71	480	274.29
-175	29.22	45	117.47	265	199.51	485	275.97
-170	31.33	50	119.40	270	201.31	490	277.64
-165	33.44	55	121.32	275	203.11	495	279.31
-160	35.54	60	123.24	280	204.90	500	280.98
-155	37.64	65	125.16	285	206.70	505	282.64
-150	39.72	70	127.08	290	208.48	510	284.30
-145	41.80	75	128.99	295	210.27	515	285.96
-140	43.88	80	130.90	300	212.05	520	287.62
-135	45.94	85	132.80	305	213.83	525	289.27
-130	48.00	90	134.71	310	215.61	530	290.92
-125	50.06	95	136.61	315	217.38	535	292.56
-120	52.11	100	138.51	320	219.15	540	294.21
-115	54.15	105	140.40	325	220.92	545	295.85
-110	56.19	110	142.29	330	222.69	550	297.49
-105	58.23	115	144.18	335	224.45	555	299.12
-100	60.26	120	146.07	340	226.21	560	300.75
-95	62.28	125	147.95	345	227.96	565	302.38
-90	64.30	130	149.83	350	229.72	570	304.01
-85	66.31	135	151.71	355	231.47	575	305.63
-80	68.33	140	153.58	360	233.21	580	307.25
-75	70.33	145	155.46	365	234.96	585	308.87
-70	72.33	150	157.33	370	236.70	590	310.49
-65	74.33	155	159.19	375	238.44	595	312.10
-60	76.33	160	161.05	380	240.18	600	313.71
-55	78.32	165	162.91	385	241.91	605	315.31
-50	80.31	170	164.77	390	243.64	610	316.92
-45	82.29	175	166.63	395	245.37	615	318.52
-40	84.27	180	168.48	400	247.09	620	320.12
-35	86.25	185	170.33	405	248.81	625	321.71
-30	88.22	190	172.17	410	250.53	630	323.30
-25	90.19	195	174.02	415	252.25	635	324.89
-20	92.16	200	175.86	420	253.96	640	326.48
-15	94.12	205	177.69	425	255.67	645	328.06
-10	96.09	210	179.53	430	257.38	650	329.64
-5	98.04	215	181.36	435	259.08	655	331.22
0	100.00	220	183.19	440	260.78	660	332.79
5	101.95	225	185.01	445	262.48		
10	103.90	230	186.84	450	264.18		
15	105.85	235	188.66	455	265.87		

TRANSMISORES DE TEMPERATURA CONFIGURABLES 4÷20 mA PARA SENSORES Pt100

Descripción

Los modelos HD 788TR1, HD 786TR1, HD 988TR1 y HD 988TR2 son transmisores 4÷20 mA a microprocesador configurable para sensores de temperatura de Platino Pt100. Convierten la variación de temperatura medida por cualquier sensor Pt100 estándar (100Ω a 0°C) en una señal lineal de corriente a dos hilos de 4÷20 mA. La linealización con la técnica digital permite obtener excelente precisión y estabilidad. El usuario puede elegir la salida 4-20 mA (o 20-4 mA) en cualquier rango de temperatura comprendido entre -200 a +650°C con una magnitud mínima de 25°C; la reprogramación se realiza simplemente operando una tecla sin necesidad de hacer funcionar un jumper, potenciómetro, software, etc. Un led señala estado de alarma (temperatura fuera del rango seleccionado, sensor roto o en corto circuito) ayudando al usuario en la fase de programación. Los transmisores además están protegidos contra la inversión de polaridad. El modelo HD 788TR1 está específicamente proyectado para ser instalado en la cabeza de conexión del tipo DIN B, mientras que el HD 988TR1 y el HD 988TR2 son apropiados para ser insertados en conectores de barra DIN de 35 mm. El modelo HD 988TR2 además de la salida 4÷20 mA está dotado de un cómodo display de 3½ dígitos (altura 10 mm) que permite la visualización de la temperatura medida. El HD 786TR1 está indicado para instalación en pared.

Datos técnicos (20°C y 24Vcc)

ENTRADA	HD 788TR1 HD 786TR1 HD 988TR1	HD 988TR2
Sensor	Pt100 (100Ω)	
Conexión	3 (o 2) hilos	
Linealización	EN 60751, IEC 751 BS 1904 (α=-0,00385)	
Corriente en el sensor	<1 mA	
Rango de medida	-200...+650°C	
Rango de default	0...100°C	
Magnitud mínima de medida	25°C	
Influencia de los hilos de conexión	Irrelevante con hilos acoplados	
Velocidad de conversión	2 medidas por segundo	
Exactitud	±0,1°C ±0,1% de la lectura (-100...+500°C) ±0,2°C ±0,2% de la lectura (-200...+650°C)	
Sensibilidad a las variaciones de temperatura ambiental	0,01°C/°C	
Temperatura de funcionamiento	0...70°C	
Temperatura de almacenamiento	-40...+80°C	
SALIDA		
Salida	4...20 mA (o bien 20...4 mA) 22 mA en caso de error de programación o temperatura fuera de rango ver 1 y Fig. 2	
Resolución	4 μA	Salida analógica: 4 μA Display: 0,1°C hasta 200°C 1°C sobre 200°C
Voltaje de alimentación	7...30V CC (protección contra la inversión de polaridad)	
Sensibilidad a las variaciones del voltaje de alimentación Vcc	0,4 μA/V	
Resistencia de carga	$R_{Lmax} = \frac{V_{cc} - 9}{0,022} \Rightarrow R_{Lmax} = 680 \Omega @ V_{cc} = 24 V_{cc}$	
Led rojo	Se enciende en fase de programación y cuando la temperatura medida está fuera del rango seleccionado	

Nota 1) Si la temperatura medida T está fuera del rango seleccionado T1...T2 (T1<T2), los HD 788TR1, HD 988TR1 y HD 988TR2 mantienen 4 mA para T<T1 y 20 mA para T>T2 para una banda muerta de 10°C antes de ir a estado de error en 22 mA.

Instalación y conexión

La Fig. 1 muestra las dimensiones mecánicas del HD 788TR1. Evidencia orificios de diámetro 5 mm para fijarlo en la cabeza DIN y el agujero central para la entrada de hilos del sensor. La Fig. 1 se refiere a las dimensiones mecánicas del HD 786TR1, HD 988TR1 y del HD 988TR2. Se notan las reducidas dimensiones del HD 988TR1 (solo 17,5 mm de ancho) que permite la instalación de un número mayor de unidades en un menor espacio. Se recomienda al instalar

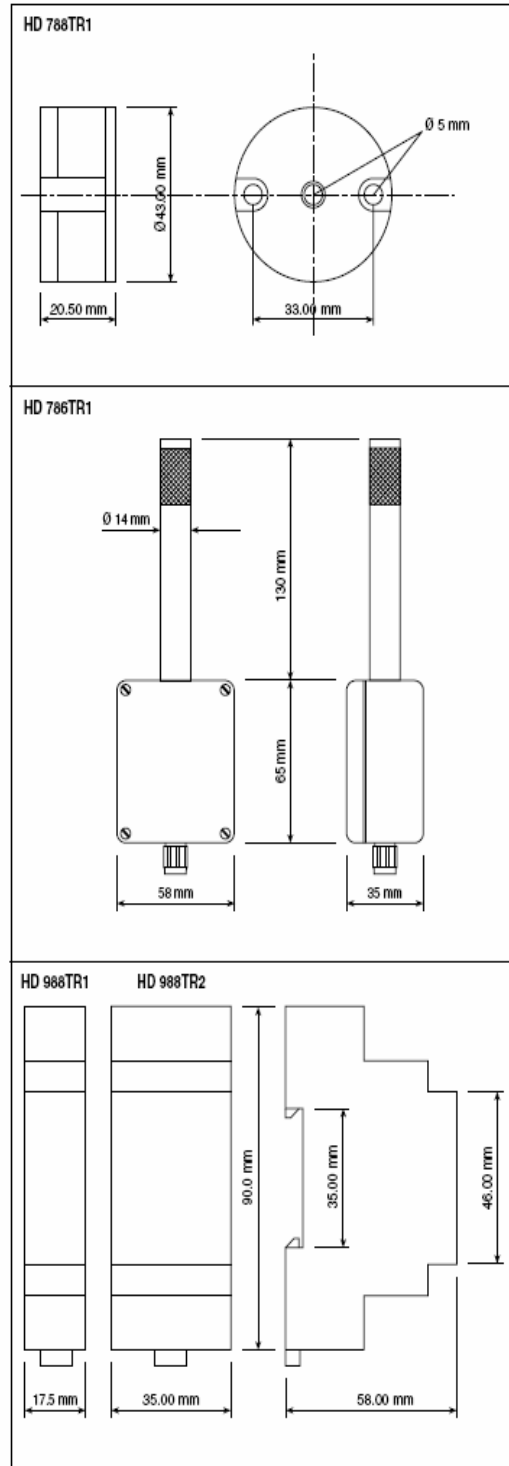


Fig. 1



Switching Power Supply	S82K
------------------------	-------------

DIN-Rail Mount Power Supply with a Wide Power Range of 3 to 240 W

- Universal voltage range: 100 to 240 VAC
- UL 508 listed on all models
- Class 2 approved on all models below 240-W, except dual-output types
- Undervoltage indicators on all. 90-W, 100-W and 240-W T-Models have indicator and output
- Meets EN61000-3-2 (limits for harmonic current emissions) with PFC on 240-W models
- Parallel operation capability (90-W, 100-W and 240-W)
- Finger-safe terminal block with cover according to VDE0106/P100
- Approvals: UL, CSA, VDE, and CE
- 3-year warranty



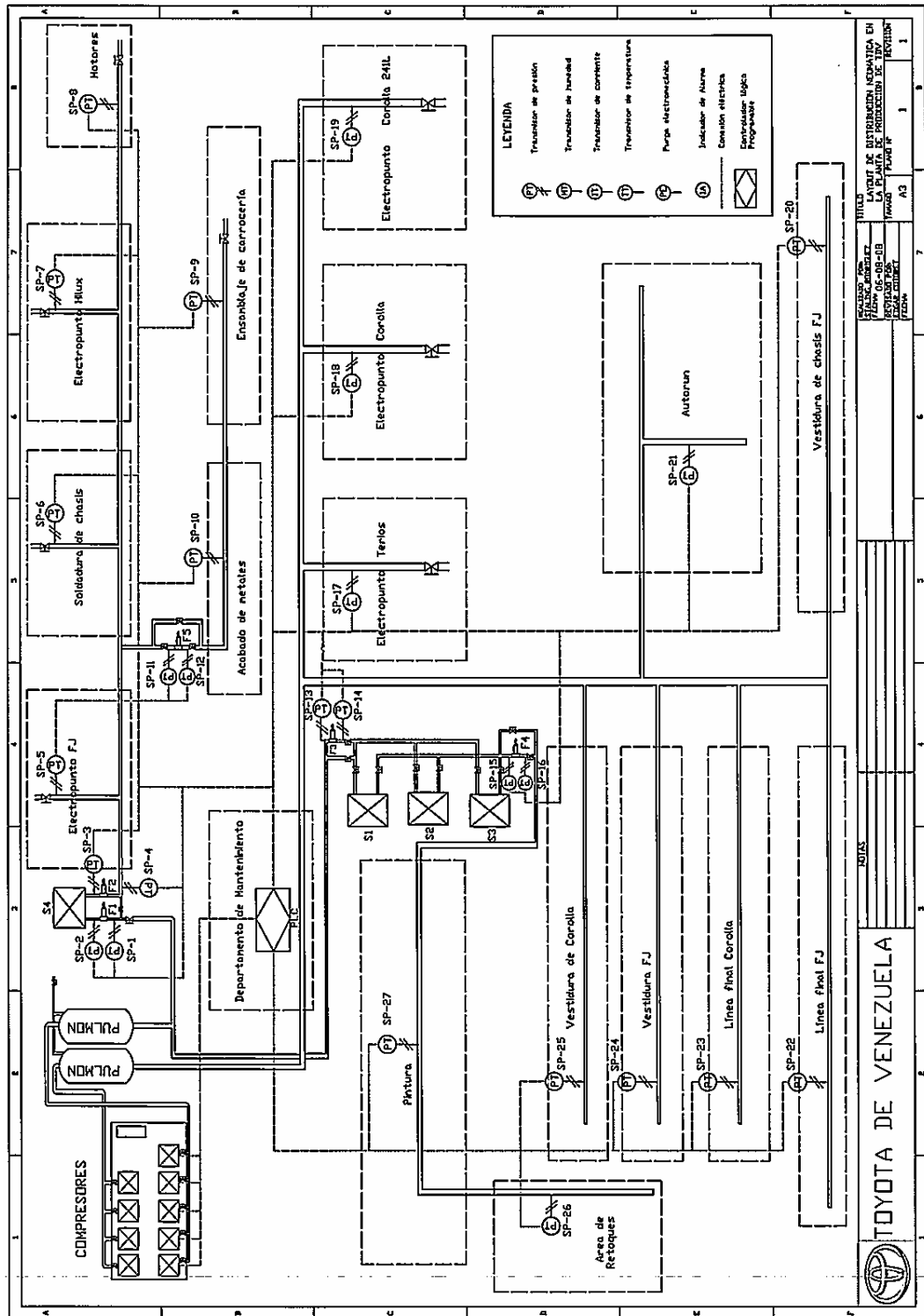
Ordering Information

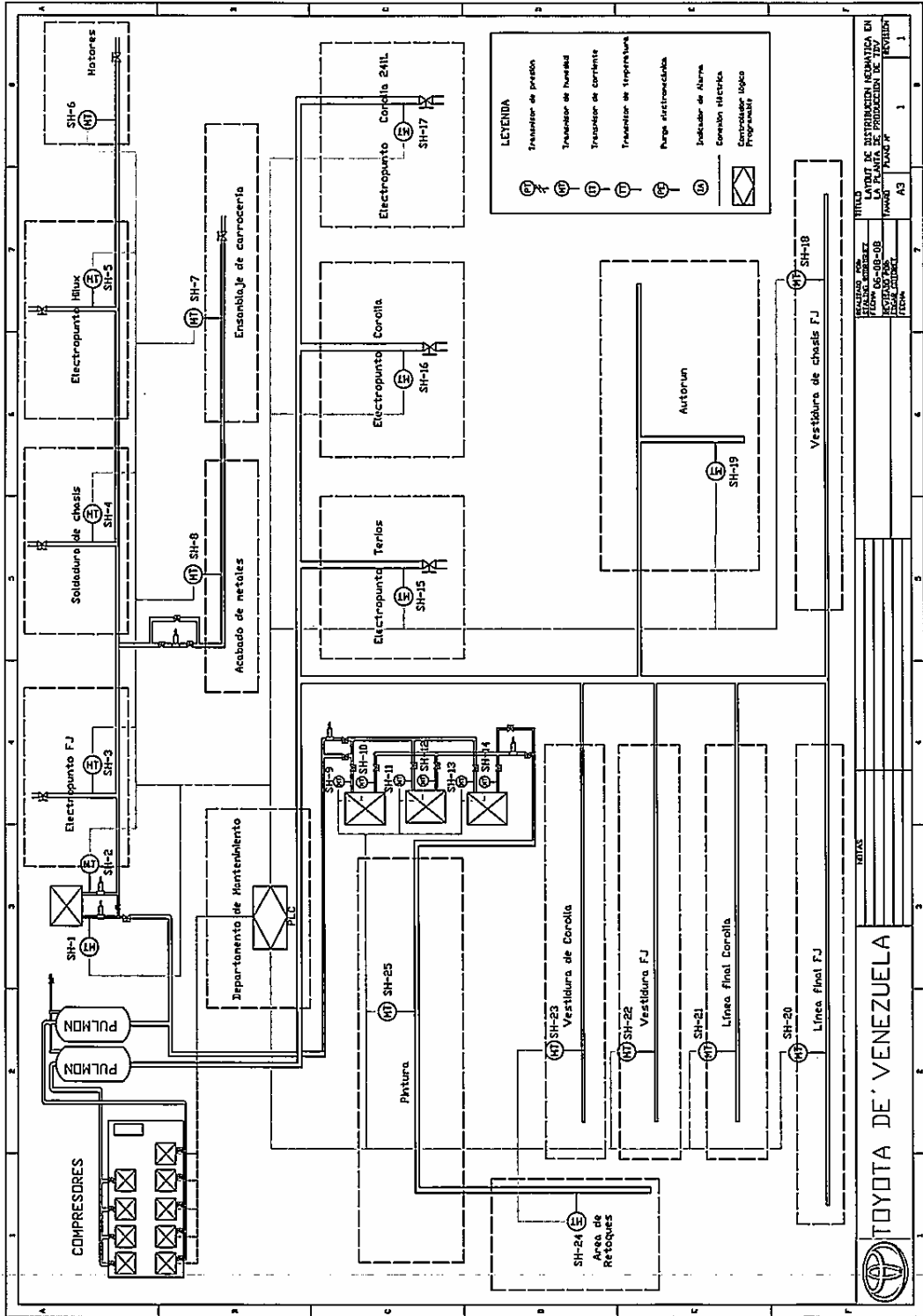
■ SWITCHING POWER SUPPLIES

Rated input voltage	Power ratings	Output voltage	Output current	Functional configuration	Part number
100 to 240 VAC	3 W	5 V	0.6 A	Single output	S82K-00305
		12 V	0.25 A		S82K-00312
		15 V	0.2 A		S82K-00315
		24 V	0.13 A		S82K-00324
	7.5 W	5 V	1.5 A		S82K-00705
		12 V	0.6 A		S82K-00712
		15 V	0.5 A		S82K-00715
		24 V	0.3 A		S82K-00724
		+12 V/-12 V	0.3 A/0.2 A	Dual output	S82K-00727
		+15 V/-15 V	0.2 A/0.2 A	S82K-00728	
	15 W	5 V	2.5 A	Single output	S82K-01505
		12 V	1.2 A		S82K-01512
		24 V	0.6 A		S82K-01524
	30 W	5 V	5.0 A		S82K-03005
		12 V	2.5 A		S82K-03012
		24 V	1.3 A		S82K-03024
	50 W	24 V	2.1 A	S82K-05024	

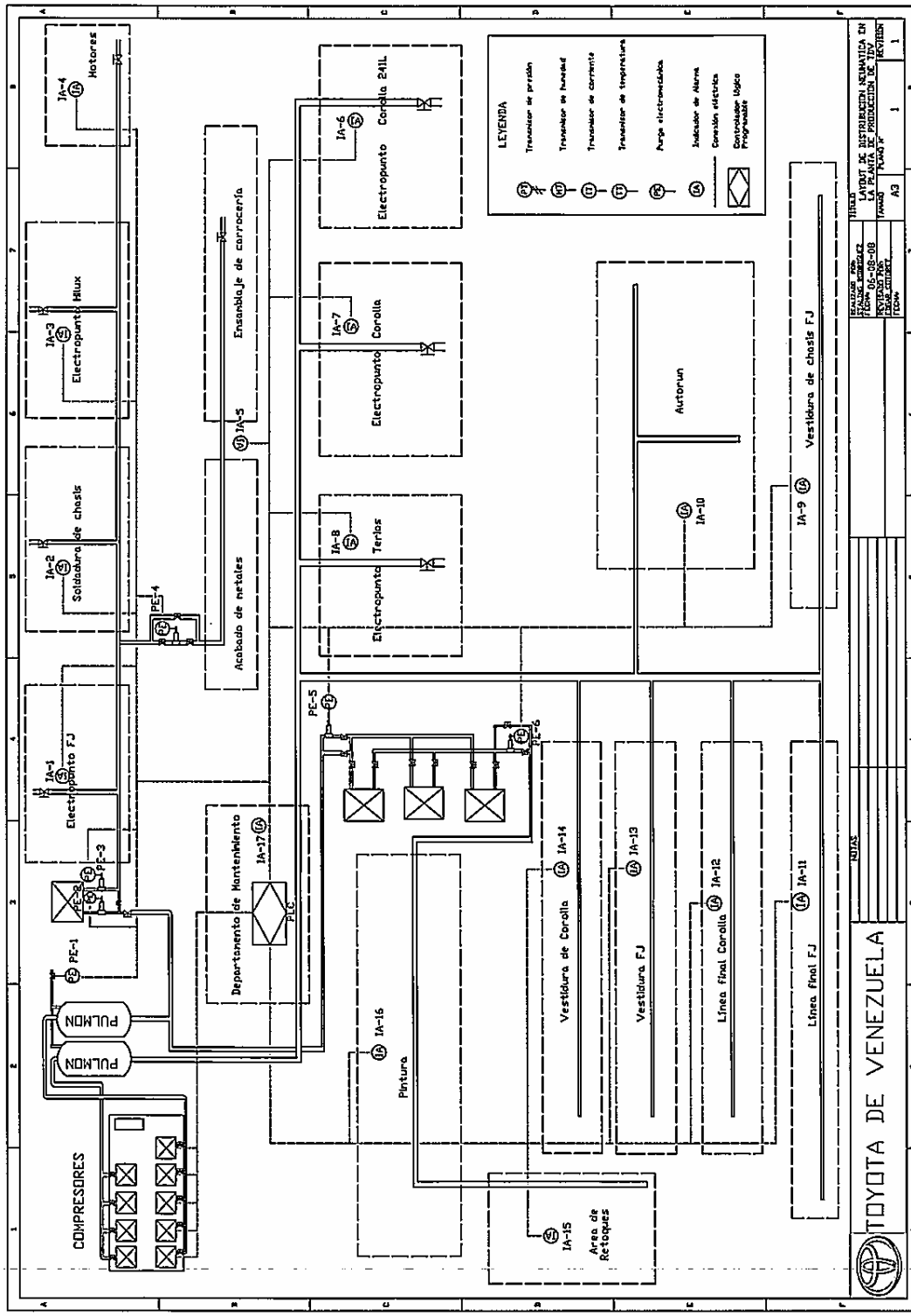
(This table continues on the next page.)

ANEXO C: "PLANOS DE UBICACIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES EN EL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA NEUMÁTICA DE LA PLANTA"





		TOYOTA DE VENEZUELA	
NIVEL DE INFORMACION TECNICA EN LA PLANTA DE PRODUCCION DE TRV		NIVEL DE INFORMACION TECNICA EN LA PLANTA DE PRODUCCION DE TRV	
REVISOR:	APROBADO POR:	FECHA:	REVISOR:
A3	A3	1	1



LEYENDA

	Transmisor de presión
	Transmisor de humedad
	Transmisor de corriente
	Transmisor de temperatura
	Purga electromecánica
	Indicador de Alarma
	Conexión eléctrica
	Controlador Lógico Programable

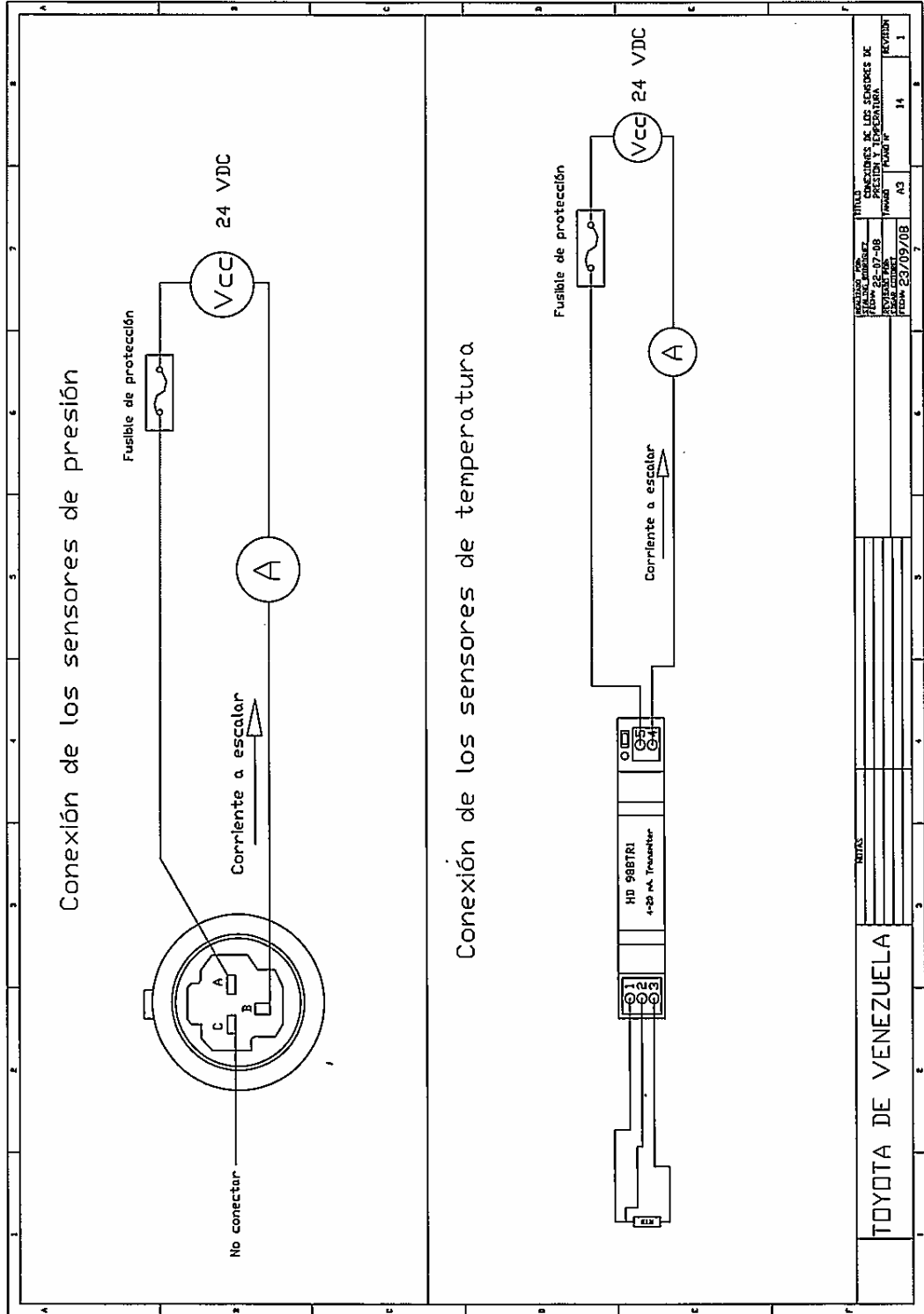
TITULO
 PLAN DE INSTALACION MECANICA EN
 LA PLANTA DE PRODUCCION DE FJ
 FECHA: 05-08-08
 AUTORIZADO: [Signature]
 REVISOR: [Signature]
 DISEÑADOR: [Signature]
 PUNTO N° 13

TOYOTA DE VENEZUELA

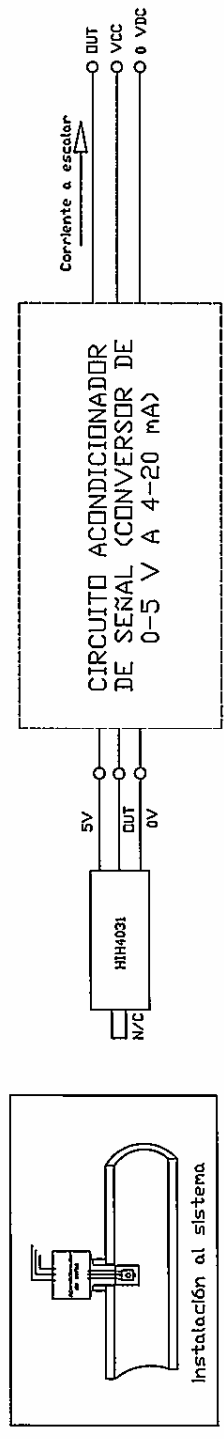
NOTAS

1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	28
29	29	29
30	30	30
31	31	31
32	32	32
33	33	33
34	34	34
35	35	35
36	36	36
37	37	37
38	38	38
39	39	39
40	40	40
41	41	41
42	42	42
43	43	43
44	44	44
45	45	45
46	46	46
47	47	47
48	48	48
49	49	49
50	50	50

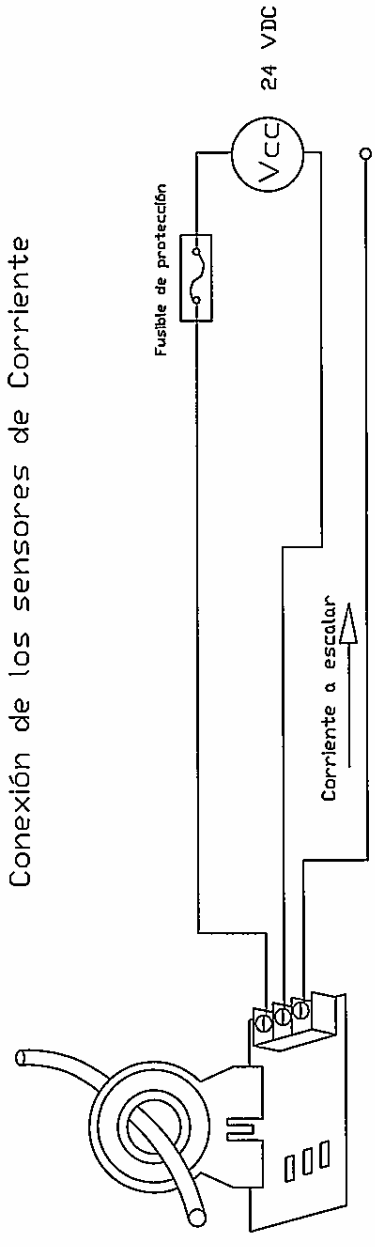
ANEXO D: "INSTALACIÓN DE LOS SENSORES Y DISPOSITIVOS DE ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES"



Conexión de los sensores de Humedad



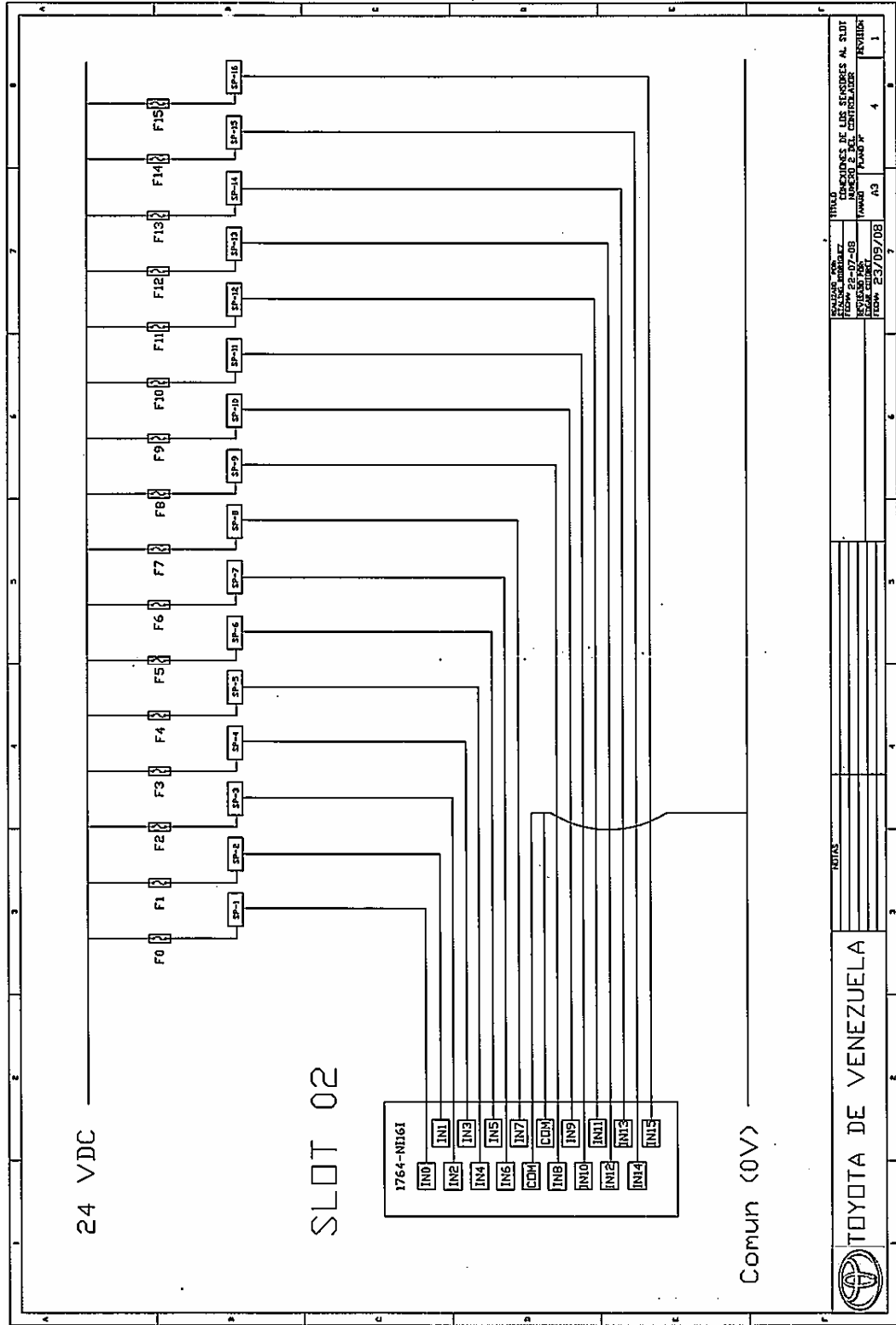
Conexión de los sensores de Corriente



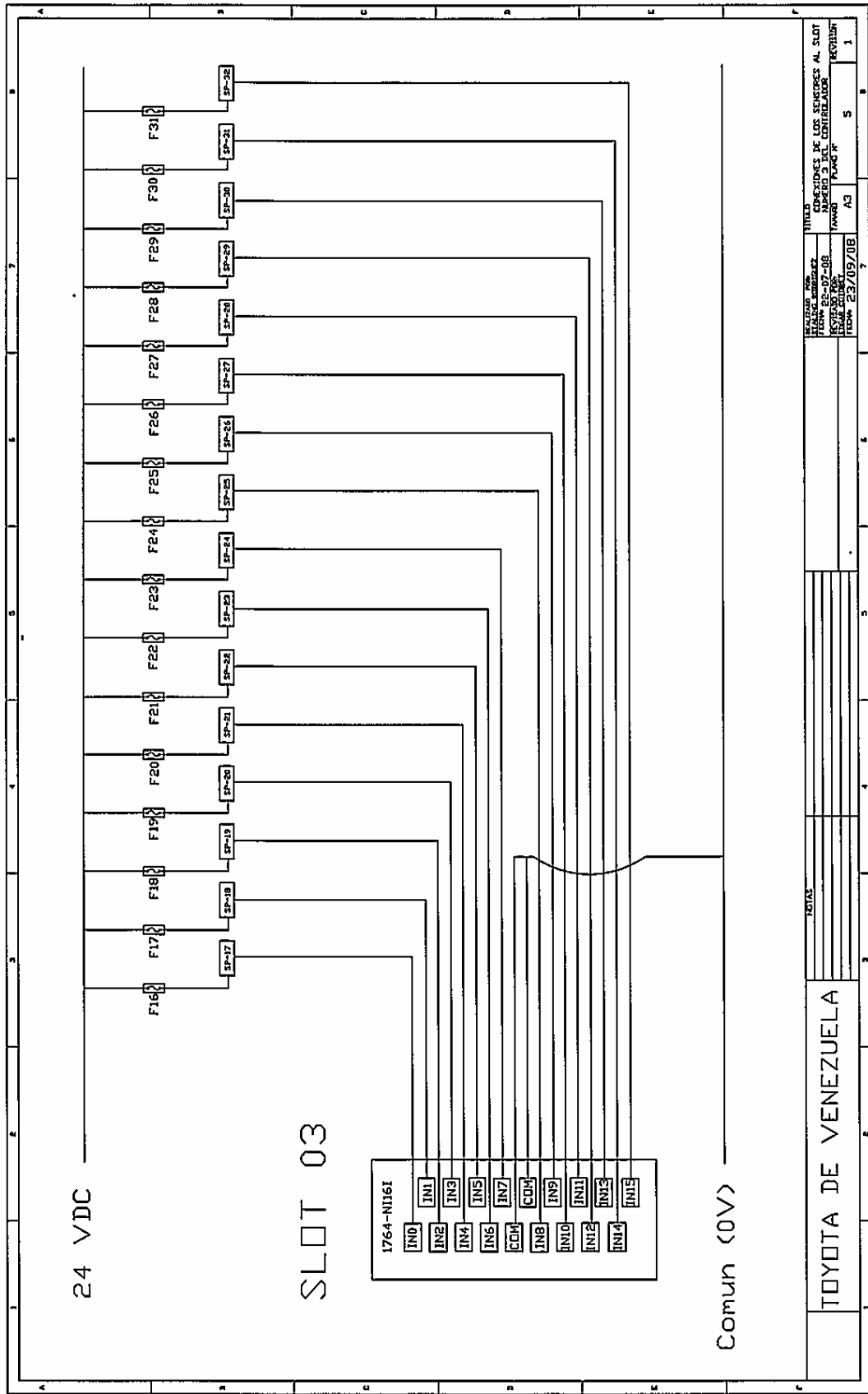
TOYOTA DE VENEZUELA

NOTAS		REVISIONES DE LOS DISEÑOS DE	
REVISOR	FECHA	PROYECTANTE	FECHA
ALVARO GONZALEZ	22-07-08	ALVARO GONZALEZ	23/09/08
PROYECTO	NOVEDAD Y MODIFICACIONES	PLANO N°	15
REVISION			1

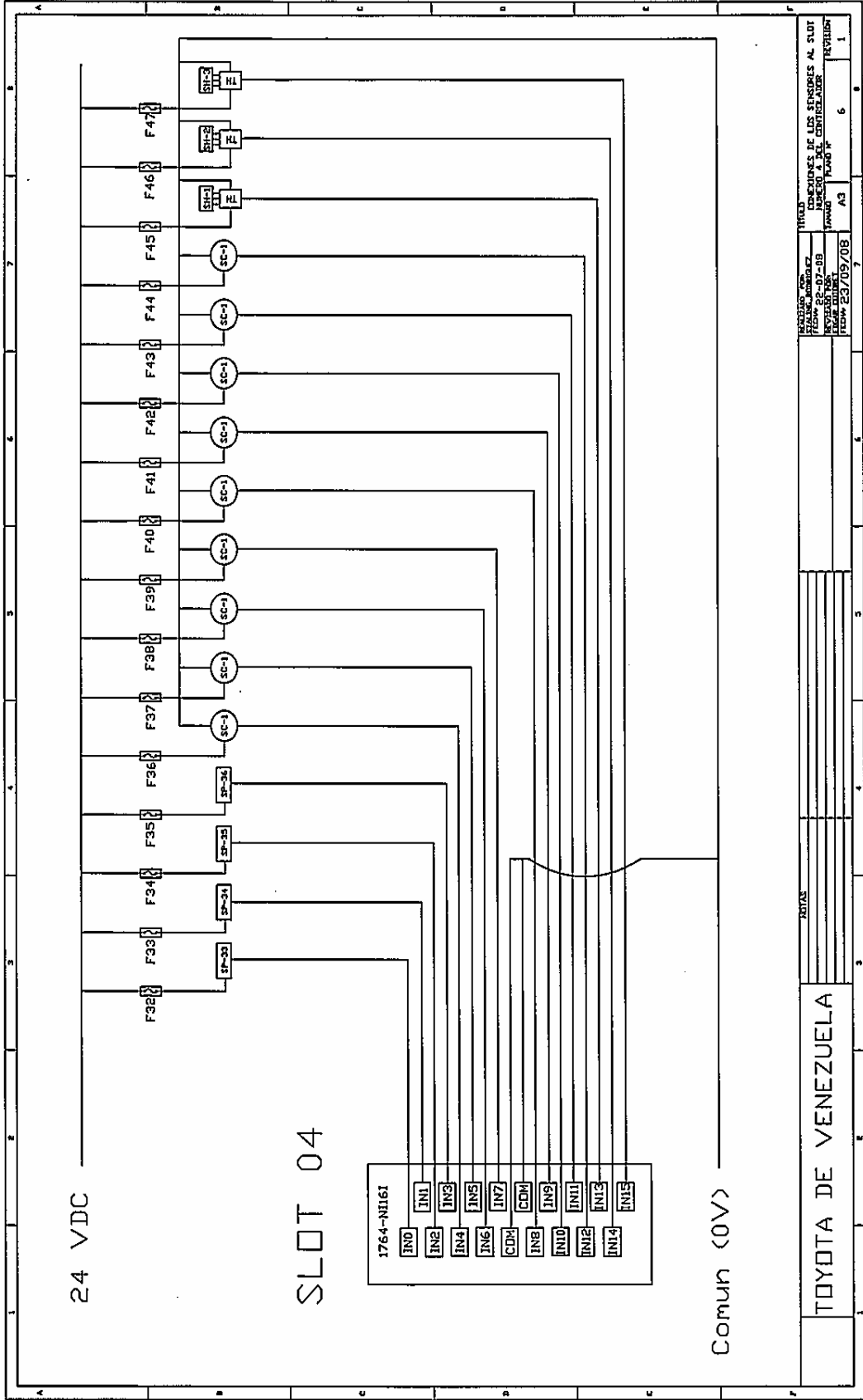
ANEXO E: “PLANOS DE CONEXIÓN DE LOS SENSORES A LOS MÓDULOS (SLOTS) DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE”



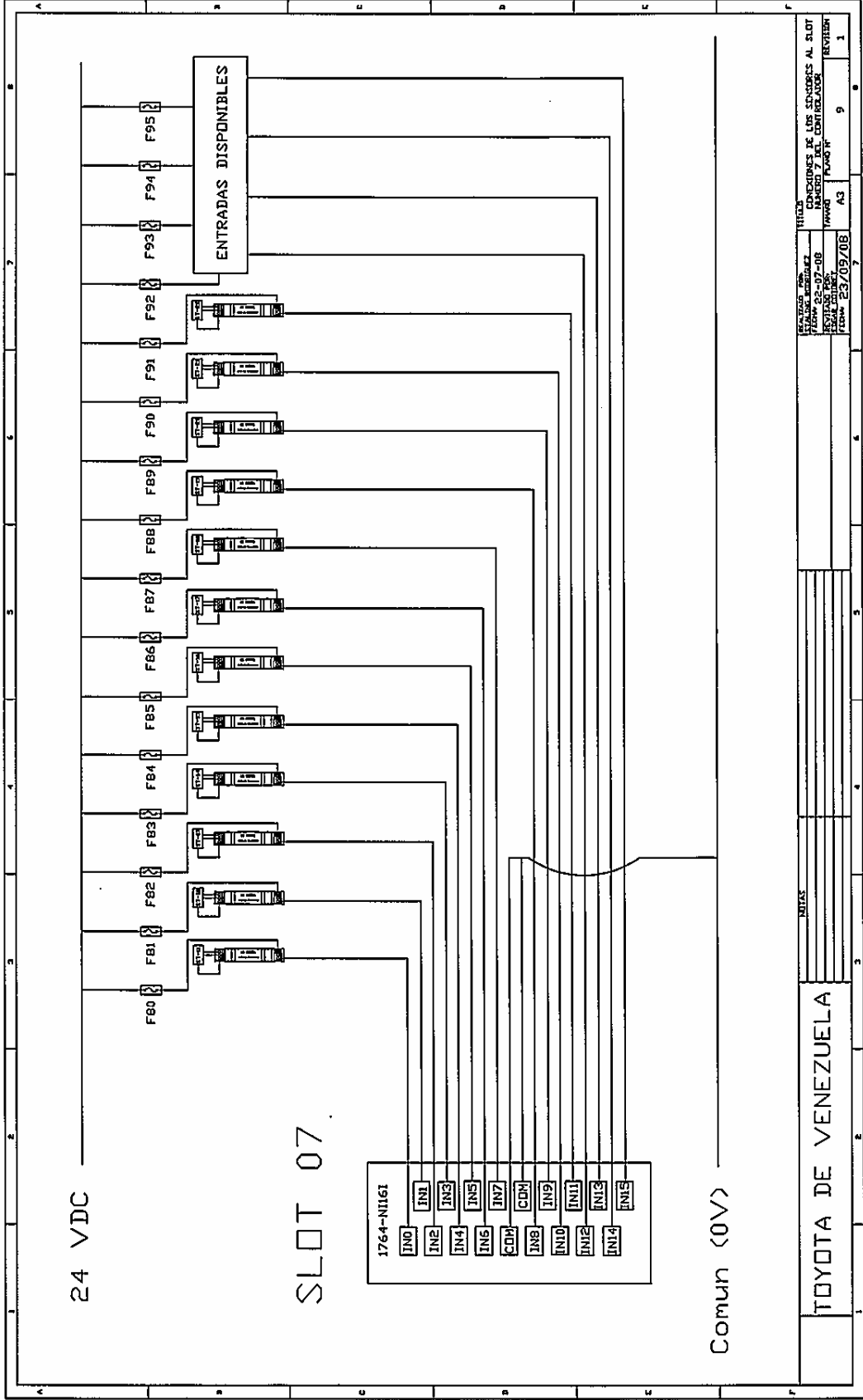
 TOYOTA DE VENEZUELA		NOTAS	
UNIDAD DE SENSORES DE LOS SENSORES AL SLOT NÚMERO DE DISEÑO: 22-07-08 NÚMERO DE REVISIÓN: 01 FECHA: 23/05/08		PLANO N°: 03	REVISIÓN: 1



NOTAS		TITULO		DIMENSIONES DE LOS SENSORES AL SLOT	
		REALIZADO POR		YANURI PLANAS P.	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		REVISOR		1	
		FECHA		23/09/08	
		PROYECTO		A3	
		FECHA		5	
		RE			



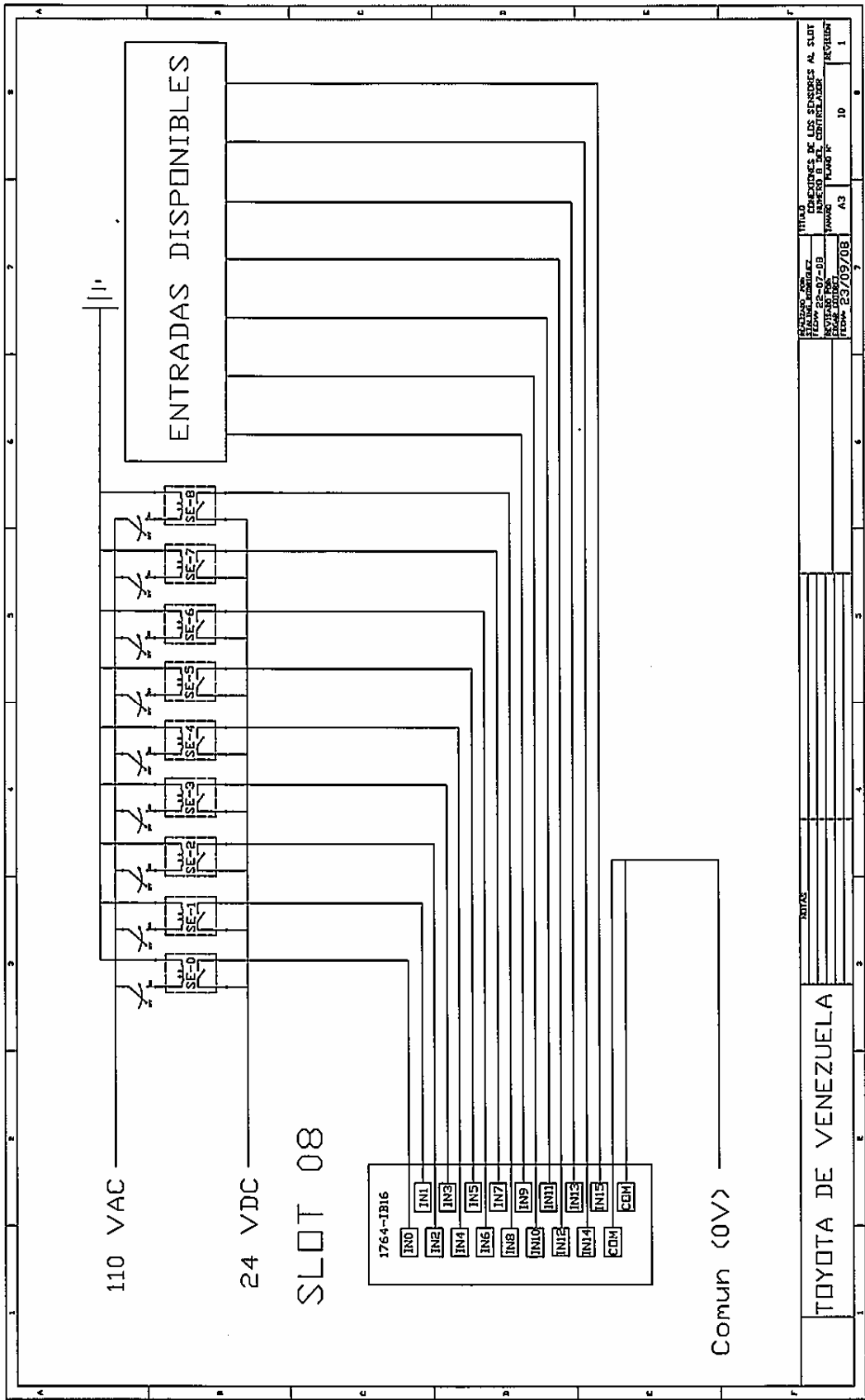
NOTAS		REVISOR		FECHA	
TOYOTA DE VENEZUELA		FUND 1°		FUND 2°	
TITULO: CONEXIONES DE LOS SENSORES AL SLOT		AUTOR: J. GARCIA		FECHA: 23/09/08	
OBJETO: INFORMAR A EL CENTRALIZADOR		PROYECTO: A3		FOLIO: 6	
FECHA: 23/09/08		AUTOR: J. GARCIA		FECHA: 23/09/08	



TITULO: DIRECCIONES DE LOS SENSORES AL SLOT
 ELABORADO POR: MANRIQUEZ
 FECHA: 22-07-08
 ESCALA: 1:1
 FOLIO: 9
 PLAN: A3
 FECHA: 23/09/08
 REVISOR: 1

NOTAS

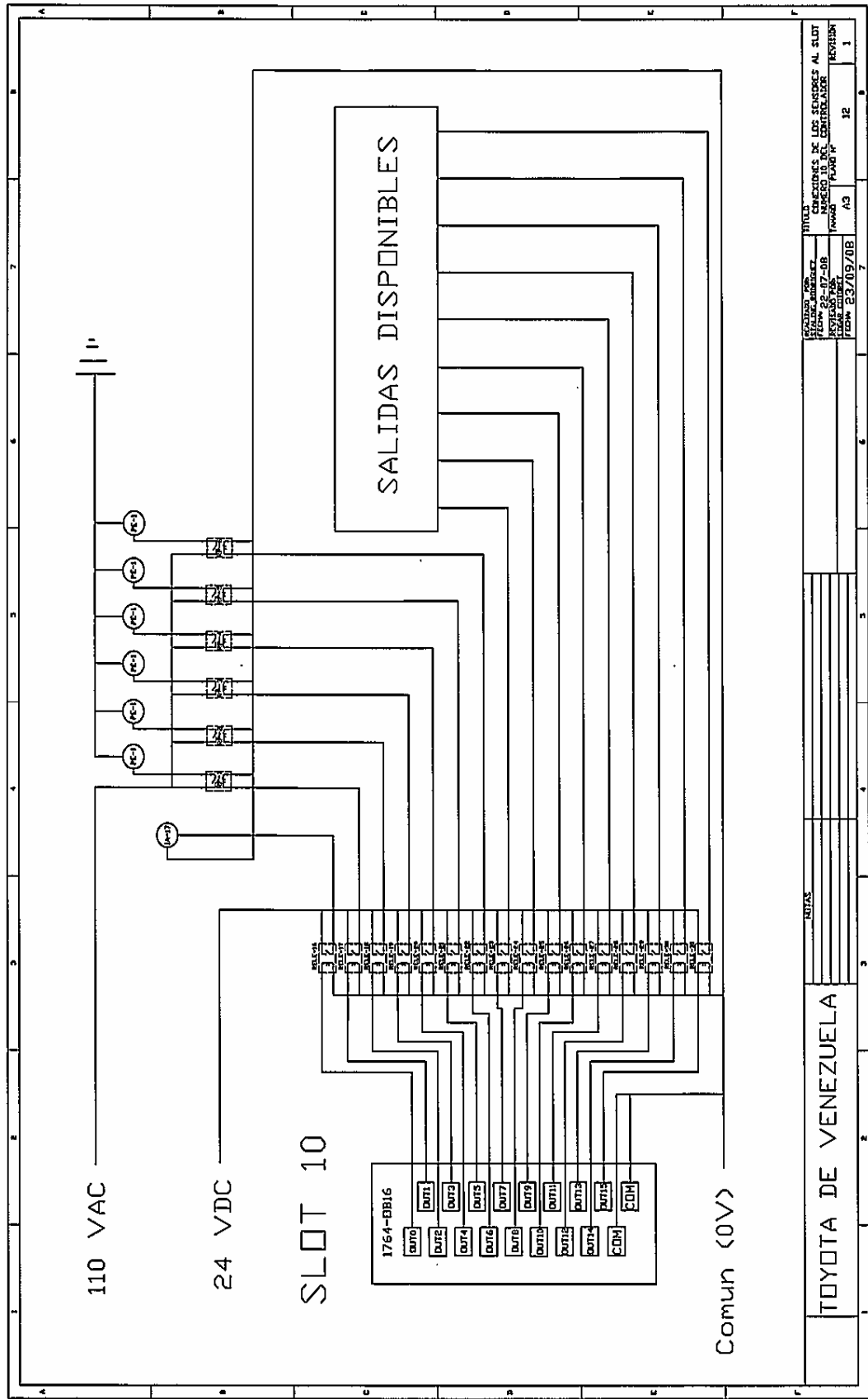
TOYOTA DE VENEZUELA



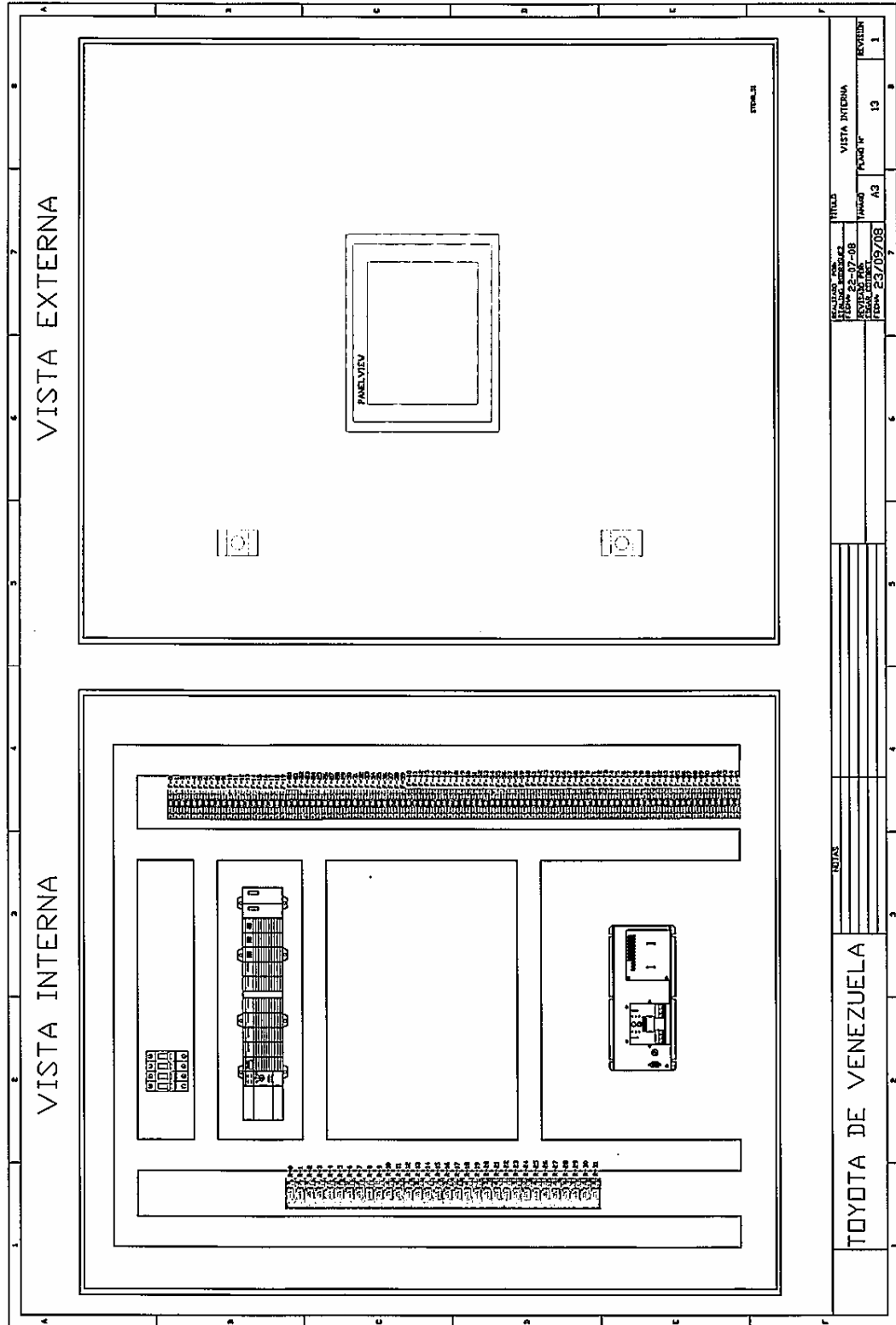
PROYECTO	17100	CONEXIONES DE LOS SENSORES AL SLOT	10	1
FECHA	23/09/08	INDEXADO B DEL CONTINENTAL	43	
REVISOR		PLANO N°		
PROYECTANTE				

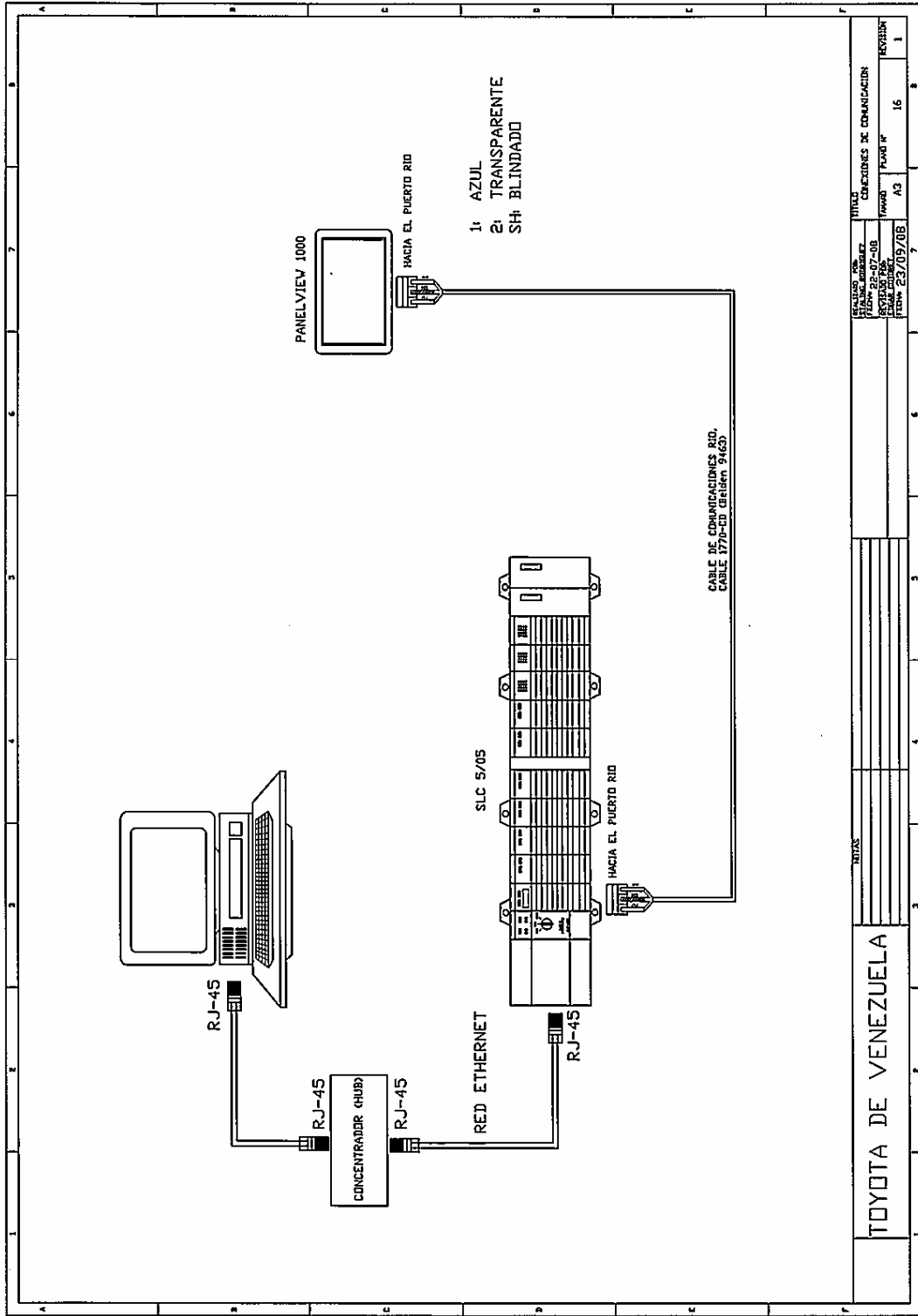
NOTAS

TOYOTA DE VENEZUELA



ANEXO F: "VISTA INTERIOR Y EXTERIOR DEL MÓDULO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PARÁMETROS"





NOTAS		TITULO		CATEGORIAS DE COMUNICACION	
		FECHA DE ELABORACION	FECHA DE REVISION	PAIS	REVISION
TOYOTA DE VENEZUELA		22/07/08	23/09/08	A3	16
					1

**ANEXO G: "HOJAS DE CHEQUEO DIARIO UTILIZADAS
ACTUALMENTE"**

 **TOYOTA DE VENEZUELA**
DPTO. DE ING. Y MANTENIMIENTO

ELABORADO	REVISADO	APROBADO

LINEA PLANTA		REPORTE DE INSPECCION DIARIA									
COMPRESOR ZR 3	Y30	HORA		RESPONSABLE:							
LECTURAS REALIZADAS EN LA INSPECCION											
SEMANA DE:-----AL:-----											
VALORES ESTÁNDAR				LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	
TEMPERATURA DE AIRE SALIDA BP	STAND.	185°C - 200°C									
TEMPERATURA DE AIRE SALIDA AP	STAND.	150°C - 200°C									
TEMPERATURA DE AIRE ENTRADA AP	STAND.	40°C - 60°C									
PRESIÓN ACEITE	STAND.	2,5bar - 1,5bar									
PRESIÓN DE DESCARGA	STAND.	6bar - 7,7bar									
PRESIÓN DEL ENFRIAMIENTO INTERNO	STAND.	0bar - 2,3bar									
FILTRO DE AIRE	STAND.	0 - (-5)bar									
TEMPERATURA AGUA COMPRESOR	STAND.	40°C - 60°C									
TEMPERATURA AGUA SALIDA	STAND.	38°C - 50°C									
TEMPERATURA AIRE SALIDA	STAND.	38°C - 40°C									
BOMBILLO VOLTAJE	STAND.	Debe estar alumbrando									
HORAS DE MARCHA	ACTUAL										
HORAS DE CARGA	ACTUAL										
OBSERVACIONES:											
LUNES _____											
MARTES _____											
MIERCOLES _____											
JUEVES _____											
VIERNES _____											
SABADO _____											
DOMINGO _____											

ANEXO H: "HOJAS DE TRABAJO PARA LA PROGRAMACIÓN E INSTALACIÓN"

LN	Logaritmo natural	Acepta el logaritmo natural del valor en la fuente y almacena el resultado en el destino
LOG	Logaritmo de base 10	Acepta el logaritmo de base 10 del valor en la fuente y almacena el resultado en el destino
SIN	Sin	Acepta el seno de un número y almacena el resultado en el destino
TAN	Tangente	Acepta la tangente de un número y almacena el resultado en el destino
XPY	X a la potencia Y	Eleva un valor a la potencia y almacena el resultado en el destino
Instrucciones de manejo de datos		
TOD	Convertir a BCD	Convierte el valor de fuente de entero en el formato BCD y lo almacena en el destino
FRD	Convertir desde BCD	Convierte el valor de fuente BCD en un entero y lo almacena en el destino
DEG	Convertir de radianes a grados	Convierte el valor de fuente en radianes a grados y lo almacena en el destino
RAD	Convertir de grados a radianes	Convierte el valor de fuente en grados a radianes y lo almacena en el destino
DCD	Decodificar 4 a 1 de 16	Decodifica un valor de 4 bits (0-15), activando el bit correspondiente en el destino de 16 bits
ENC	Codificar 1 de 16 a 4	Codifica una fuente de 16 bits a un valor de 4 bits. El bit correspondiente va al destino como entero
COP y FLL	Copiar el archivo y llenar el archivo	La instrucción COP copia datos del archivo de fuente al archivo destino y FLL carga un valor de fuente en cada posición al archivo destino
MOV	Mover	Mueve el valor de fuente al destino
MVM	Mover con máscara	Mueve los datos de un lugar de fuente a una porción seleccionada del destino
AND	Y	Realiza una operación Y por bit
OR	O	Realiza una operación O por bit
XOR	O exclusivo	Realiza una operación O exclusivo por bit
NOT	No	Realiza una operación NO
NEG	Negar	Cambia el signo de la fuente, resultado en el destino
FFL y FFU	Cargar FIFO y descargar FIFO	FFL carga una palabra en una pila FIFO en transiciones ascendentes sucesivas. FFU descarga una palabra de la pila en transiciones de falso a verdadero sucesivas
LFL y LFU	Cargar LIFO y descargar LIFO	LFL carga una palabra en una pila LIFO en transiciones ascendentes sucesivas. LFU descarga una palabra de la pila en transiciones de falso a verdadero sucesivas
Instrucciones de control de flujo de programas		
JMP y LBL	Saltar a etiqueta y etiqueta	Saltar hacia delante o hacia atrás a la instrucción de etiqueta especificada
JSR, SBR y RET	Saltar a subrutina, subrutina y retornar	Saltar a una subrutina designada y retornar
MCR	Restablecimiento del control maestro	desactivar todas las salidas no retentivas en una sección de un programa de escalera
TND	Fin temporal	Marcar un fin temporal que detiene la ejecución del programa
SUS	Suspender	Identifica condiciones específicas para la depuración del programa y la localización y corrección de los fallos del sistema
IIM	Entrada inmediata	Programar una entrada inmediata con máscara
IOM	Salida inmediata	Programar una salida inmediata con máscara
REF	Regenerar	
Instrucciones específicas de aplicación		
BSL y BSR	Desplazamiento de bit izquierdo y de bit derecho	Cargan un bit de datos en un fichero de bit, desplaza la configuración de datos por el fichero y descargan el último bit de datos en el fichero
SQO y SQC	Salida de secuenciador y comparación de secuenciador	Controlan operaciones de máquinas secuenciales transfiriendo datos de 16 bits a través de una máscara a direcciones de imagen
SQL	Carga de secuenciador	Captura condiciones indicadas pasando manualmente la máquina por sus secuencias de operación
Instrucciones del contador de alta velocidad		
Instrucciones de comunicación		
Instrucciones proporcional Integral derivativa		
Instrucciones ASCII		



Entradas/salidas del PLC y elementos conectados

Variable N°	Identificación	Dirección	Slot	Terminal	Tipo de señal				Rango del sensor	Rango de medida	Dirección de archivo	BI de alarma	Descripción
					AO	AJ	DO	DI					
1	SP-1	I2/0	2	0		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:0	B3:10/0	Sensor de presión IN filtro 1 IMV
2	SP-2	I2/1	2	1		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:1	B3:10/1	Sensor de presión OUT filtro 1 IMV
3	SP-3	I2/2	2	2		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:2	B3:10/2	Sensor de presión IN filtro 2 IMV
4	SP-4	I2/3	2	3		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:3	B3:10/3	Sensor de presión OUT filtro 2 IMV
5	SP-5	I2/4	2	4		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:4	B3:10/4	Sensor de presión de E.P. FJ
6	SP-6	I2/5	2	5		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:5	B3:10/5	Sensor de presión soldadura de chasis
7	SP-7	I2/6	2	6		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:6	B3:10/6	Sensor de presión E.P. Héctor
8	SP-8	I2/6	2	7		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:7	B3:10/7	Sensor de presión de Motores
9	SP-9	I2/8	2	8		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:8	B3:10/8	Sensor de presión ensamble de Car.
10	SP-10	I2/9	2	9		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:9	B3:10/9	Sensor de presión acabado de metales
11	SP-11	I2/10	2	10		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:10	B3:10/10	Sensor de presión IN filtro Acabado de M.
12	SP-12	I2/11	2	11		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:11	B3:10/11	Sensor de presión OUT filtro Acabado de M.
13	SP-13	I2/12	2	12		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:12	B3:10/12	Sensor de presión IN filtro 1 Pintura
14	SP-14	I2/13	2	13		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:13	B3:10/13	Sensor de presión OUT filtro 1 Pintura
15	SP-15	I2/14	2	14		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:14	B3:10/14	Sensor de presión IN filtro 2 Pintura
16	SP-16	I2/15	2	15		x			4-20 mA	0-200 psi	N7:15	B3:10/15	Sensor de presión OUT filtro 2 Pintura
17	SP-17	I3/0	3	0		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:16	B3:11/0	Sensor de presión E.P. Terlos
18	SP-18	I3/1	3	1		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:17	B3:11/1	Sensor de presión E.P. Corolla
19	SP-19	I3/2	3	2		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:18	B3:11/2	Sensor de presión E.P. Corolla 241 L
20	SP-20	I3/3	3	3		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:19	B3:11/3	Sensor de presión Vestidura de Chasis FJ
21	SP-21	I3/4	3	4		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:20	B3:11/4	Sensor de presión Auto Run
22	SP-22	I3/5	3	5		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:21	B3:11/5	Sensor de presión Línea final FJ
23	SP-23	I3/6	3	6		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:22	B3:11/6	Sensor de presión Línea final Corolla
24	SP-24	I3/7	3	7		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:23	B3:11/7	Sensor de presión Vestidura FJ
25	SP-25	I3/8	3	8		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:24	B3:11/8	Sensor de presión Vestidura de Corolla
26	SP-26	I3/9	3	9		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:25	B3:11/9	Sensor de presión Área de Retoques
27	SP-27	I3/10	3	10		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:26	B3:11/10	Sensor de presión Pintura
28	SP-28	I3/11	3	11		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:27	B3:11/11	Sensor de presión agua entrada (pso-ep5)
29	SP-29	I3/12	3	12		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:28	B3:11/12	Sensor de presión agua salida (pso-ep5)
30	SP-30	I3/13	3	13		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:29	B3:11/13	Sensor de presión de aceite (pso-ep5)
31	SP-31	I3/14	3	14		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:30	B3:11/14	Sensor de presión agua entrada (pso-ep6)
32	SP-32	I3/15	3	15		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:31	B3:11/15	Sensor de presión agua salida (pso-ep6)
33	SP-33	I4/0	4	0		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:32	B3:12/0	Sensor de presión de aceite (pso-ep6)
34	SP-34	I4/1	4	1		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:33	B3:12/1	Sensor de presión agua entrada (pso-ep7)
35	SP-35	I4/2	4	2		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:34	B3:12/2	Sensor de presión agua salida (pso-ep7)
36	SP-36	I4/3	4	3		X			4-20 mA	0-200 psi	N7:35	B3:12/3	Sensor de presión de aceite (pso-ep7)
37	SC-1	I4/4	4	4		X			4-20 mA	0-225 A	N7:36	B3:12/4	Sensor de corriente (pso-ep5)
38	SC-2	I4/5	4	5		X			4-20 mA	0-225 A	N7:37	B3:12/5	Sensor de corriente (pso-ep6)
39	SC-3	I4/6	4	6		X			4-20 mA	0-225 A	N7:38	B3:12/6	Sensor de corriente (pso-ep7)
40	SC-4	I4/7	4	7		X			4-20 mA	0-225 A	N7:39	B3:12/7	Sensor de corriente (pso-ep8)
41	SC-5	I4/8	4	8		X			4-20 mA	0-225 A	N7:40	B3:12/8	Sensor de corriente (pso-ep8)
42	SC-6	I4/9	4	9		X			4-20 mA	0-33 A	N7:41	B3:12/9	Sensor de corriente secador IMV
43	SC-7	I4/10	4	10		X			4-20 mA	0-33 A	N7:42	B3:12/10	Sensor de corriente secador 1 Pintura
44	SC-8	I4/11	4	11		X			4-20 mA	0-33 A	N7:43	B3:12/11	Sensor de corriente secador 2 Pintura
45	SC-9	I4/12	4	12		X			4-20 mA	0-33 A	N7:44	B3:12/12	Sensor de corriente secador 3 Pintura
46	SH-1	I4/13	4	13		X			4-20 mA	0-100%	N7:45	B3:12/13	Sensor de humedad IN secador IMV
47	SH-2	I4/14	4	14		X			4-20 mA	0-100%	N7:46	B3:12/14	Sensor de humedad OUT secador IMV
48	SH-3	I4/15	4	15		X			4-20 mA	0-100%	N7:47	B3:12/15	Sensor de humedad E.P. FJ
49	SH-4	I5/0	5	0		X			4-20 mA	0-100%	N7:48	B3:13/0	Sensor de humedad soldadura de chasis
50	SH-5	I5/1	5	1		X			4-20 mA	0-100%	N7:49	B3:13/1	Sensor de humedad E.P. Héctor
51	SH-6	I5/2	5	2		X			4-20 mA	0-100%	N7:50	B3:13/2	Sensor de humedad Motores
52	SH-7	I5/3	5	3		X			4-20 mA	0-100%	N7:51	B3:13/3	Sensor de humedad Ensamble de Car.
53	SH-8	I5/4	5	4		X			4-20 mA	0-100%	N7:52	B3:13/4	Sensor de humedad Acabado de Mtl.
54	SH-9	I5/5	5	5		X			4-20 mA	0-100%	N7:53	B3:13/5	Sensor de humedad IN secador 1 pintura
55	SH-10	I5/6	5	6		X			4-20 mA	0-100%	N7:54	B3:13/6	Sensor de humedad OUT secador 1 pintura
56	SH-11	I5/7	5	7		X			4-20 mA	0-100%	N7:55	B3:13/7	Sensor de humedad IN secador 2 pintura
57	SH-12	I5/8	5	8		X			4-20 mA	0-100%	N7:56	B3:13/8	Sensor de humedad OUT secador 2 pintura
58	SH-13	I5/9	5	9		X			4-20 mA	0-100%	N7:57	B3:13/9	Sensor de humedad IN secador 3 pintura
59	SH-14	I5/10	5	10		X			4-20 mA	0-100%	N7:58	B3:13/10	Sensor de humedad OUT secador 3 pintura
60	SH-15	I5/11	5	11		X			4-20 mA	0-100%	N7:59	B3:13/11	Sensor de humedad E.P. Terlos
61	SH-16	I5/12	5	12		X			4-20 mA	0-100%	N7:60	B3:13/12	Sensor de humedad E.P. Corolla
62	SH-17	I5/13	5	13		X			4-20 mA	0-100%	N7:61	B3:13/13	Sensor de humedad E.P. Corolla 241 L
63	SH-18	I5/14	5	14		X			4-20 mA	0-100%	N7:62	B3:13/14	Sensor de humedad Vestidura de chasis FJ
64	SH-19	I5/15	5	15		X			4-20 mA	0-100%	N7:63	B3:13/15	Sensor de humedad Auto Run
65	SH-20	I6/0	6	0		X			4-20 mA	0-100%	N7:64	B3:14/0	Sensor de humedad Línea final FJ
66	SH-21	I6/1	6	1		X			4-20 mA	0-100%	N7:65	B3:14/1	Sensor de humedad Línea final Corolla
67	SH-22	I6/2	6	2		X			4-20 mA	0-100%	N7:66	B3:14/2	Sensor de humedad Vestidura FJ
68	SH-23	I6/3	6	3		X			4-20 mA	0-100%	N7:67	B3:14/3	Sensor de humedad Vestidura Corolla
69	SH-24	I6/4	6	4		X			4-20 mA	0-100%	N7:68	B3:14/4	Sensor de humedad Área de Retoques
70	SH-25	I6/5	6	5		X			4-20 mA	0-100%	N7:69	B3:14/5	Sensor de humedad Pintura

71	ST-1	1:6/8	6	6	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:70	B3:14/6	Sensor de temperatura salida BP (psc-cp5)
72	ST-2	1:6/7	6	7	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:71	B3:14/7	Sensor de temperatura salida AP (psc-cp5)
73	ST-3	1:6/8	6	8	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:72	B3:14/8	Temperatura de aire de salida (psc-cp5)
74	ST-4	1:6/9	6	9	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:73	B3:14/9	Temperatura agua de entrada (psc-cp5)
75	ST-5	1:6/10	6	10	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:74	B3:14/10	Temperatura agua de salida (psc-cp5)
76	ST-6	1:6/11	6	11	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:75	B3:14/11	Sensor de temperatura de aceite (psc-cp5)
77	ST-7	1:6/12	6	12	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:76	B3:14/12	Sensor de temperatura salida BP (psc-cp6)
78	ST-8	1:6/13	6	13	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:77	B3:14/13	Sensor de temperatura salida AP (psc-cp6)
79	ST-9	1:6/14	6	14	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:78	B3:14/14	Temperatura de aire de salida (psc-cp6)
80	ST-10	1:6/15	6	15	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:79	B3:14/15	Temperatura agua de entrada (psc-cp6)
81	ST-11	1:7/0	7	0	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:80	B3:15/0	Temperatura agua de salida (psc-cp6)
82	ST-12	1:7/1	7	1	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:81	B3:15/1	Sensor de temperatura de aceite (psc-cp6)
83	ST-13	1:7/2	7	2	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:82	B3:15/2	Sensor de temperatura salida BP (psc-cp7)
84	ST-14	1:7/3	7	3	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:83	B3:15/3	Sensor de temperatura salida AP (psc-cp7)
85	ST-15	1:7/4	7	4	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:84	B3:15/4	Temperatura de aire de salida (psc-cp7)
86	ST-16	1:7/5	7	5	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:85	B3:15/5	Temperatura agua de entrada (psc-cp7)
87	ST-17	1:7/6	7	6	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:86	B3:15/6	Temperatura agua de salida (psc-cp7)
88	ST-18	1:7/7	7	7	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:87	B3:15/7	Sensor de temperatura de aceite (psc-cp7)
89	ST-19	1:7/8	7	8	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:88	B3:15/8	Sensor de temperatura secador IMV
90	ST-20	1:7/9	7	9	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:89	B3:15/9	Sensor de temperatura secador 1 pintura
91	ST-21	1:7/10	7	10	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:90	B3:15/10	Sensor de temperatura secador 2 pintura
92	ST-22	1:7/11	7	11	X		4-20 mA	0-200 °C	N7:91	B3:15/11	Sensor de temperatura secador 3 pintura
93	Disponible	1:7/12	7	12	X		4-20 mA	Libre	N7:92	B3:15/12	Disponible
94	Disponible	1:7/13	7	13	X		4-20 mA	Libre	N7:93	B3:15/13	Disponible
95	Disponible	1:7/14	7	14	X		4-20 mA	Libre	N7:94	B3:15/14	Disponible
96	Disponible	1:7/15	7	15	X		4-20 mA	Libre	N7:95	B3:15/15	Disponible
97	SE-0	1:8/0	8	0		X	24 Vdc	N/A	B3:0/0	N/A	Sensor on-off compresor (csp-cp5)
98	SE-1	1:8/1	8	1		X	24 Vdc	N/A	B3:0/1	N/A	Sensor on-off compresor (csp-cp6)
99	SE-2	1:8/2	8	2		X	24 Vdc	N/A	B3:0/2	N/A	Sensor on-off compresor (csp-cp7)
100	SE-3	1:8/3	8	3		X	24 Vdc	N/A	B3:0/3	N/A	Sensor on-off compresor (csp-cp8)
101	SE-4	1:8/4	8	4		X	24 Vdc	N/A	B3:0/4	N/A	Sensor on-off compresor (csp-cp9)
102	SE-5	1:8/5	8	5		X	24 Vdc	N/A	B3:0/5	N/A	Sensor on-off secador IMV
103	SE-6	1:8/6	8	6		X	24 Vdc	N/A	B3:0/6	N/A	Sensor on-off secador 1 de pintura
104	SE-7	1:8/7	8	7		X	24 Vdc	N/A	B3:0/7	N/A	Sensor on-off secador 2 de pintura
105	SE-8	1:8/8	8	8		X	24 Vdc	N/A	B3:0/8	N/A	Sensor on-off secador 3 de pintura
106	SC-1	1:8/9	8	9		X	24 Vdc	N/A	B3:0/9	N/A	sensor de condensado del pulmón
107	SC-2	1:8/10	8	10		X	24 Vdc	N/A	B3:0/10	N/A	sensor de condensado filtro 1 IMV
108	SC-3	1:8/11	8	11		X	24 Vdc	N/A	B3:0/11	N/A	sensor de condensado filtro 2 IMV
109	SC-4	1:8/12	8	12		X	24 Vdc	N/A	B3:0/12	N/A	sensor de condensado filtro A.M
110	SC-5	1:8/13	8	13		X	24 Vdc	N/A	B3:0/13	N/A	sensor de condensado filtro 1 pintura
111	SC-6	1:8/14	8	14		X	24 Vdc	N/A	B3:0/14	N/A	sensor de condensado filtro 1 pintura
112	Disponible	1:8/15	8	15		X	24 Vdc	N/A	B3:0/15	N/A	Disponible
113	IA-1	0:9/0	9	0		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:10/4		Indicador de alarma E.P. FJ
114	IA-2	0:9/1	9	1		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:10/5		Indicador de alarma Sold. de chasis
115	IA-3	0:9/2	9	2		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:10/6		Indicador de alarma E.P. Híbr
116	IA-4	0:9/3	9	3		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:10/7		Indicador de alarma Motores
117	IA-5	0:9/4	9	4		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:10/8-9		Indicador de alarma Acabado de M.
118	IA-6	0:9/5	9	5		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:11/2		Indicador alarma E.P. Corolla 241L
119	IA-7	0:9/6	9	6		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:11/1		Indicador de alarma E.P. Corolla
120	IA-8	0:9/7	9	7		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:11/0		Indicador de alarma E.P. Terkos
121	IA-9	0:9/8	9	8		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:11/3		Indicador de alarma Vest.Chasis FJ
122	IA-10	0:9/9	9	9		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:11/4		Indicador de alarma Auloron
123	IA-11	0:9/10	9	10		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:11/5		Indicador de alarma Línea final FJ
124	IA-12	0:9/11	9	11		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:11/6		Indicador alarma Línea final Corolla
125	IA-13	0:9/12	9	12		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:11/7		Indicador de alarma Vestidura FJ
126	IA-14	0:9/13	9	13		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:11/8		Indicador alarma Vestidura Corolla
127	IA-15	0:9/14	9	14		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:11/9		Indicador de alarma A. Reloques
128	IA-16	0:9/15	9	15		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:11/10		Indicador de alarma Pintura
129	IA-17	0:10/0	10	0		x	24 Vdc	Enciende con todos los bit de alarma		Indicador de alarma General MTTO.	
130	PE-1	0:10/1	10	1		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/0		Purga electromecánica Pulmón
131	PE-2	0:10/2	10	2		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/1		Purga electromecánica Filtro 1 IMV
132	PE-3	0:10/3	10	3		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/2		Purga electromecánica Filtro 2 IMV
133	PE-4	0:10/4	10	4		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/3		Purga electrom. Filtro Acabado, M.
134	PE-5	0:10/5	10	5		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/4		Purga electrom. Filtro 1 pintura
135	PE-6	0:10/6	10	6		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/5		Purga electrom. Filtro 2 pintura
136	Disponible	0:10/7	10	7		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/6		Disponible
137	Disponible	0:10/8	10	8		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/7		Disponible
138	Disponible	0:10/9	10	9		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/8		Disponible
139	Disponible	0:10/10	10	10		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/9		Disponible
140	Disponible	0:10/11	10	11		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/10		Disponible
141	Disponible	0:10/12	10	12		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/11		Disponible
142	Disponible	0:10/13	10	13		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/12		Disponible
143	Disponible	0:10/14	10	14		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/13		Disponible
144	Disponible	0:10/15	10	15		x	24 Vdc	N/A	Enciende con B3:1/14		Disponible

Mensajes de alarma

Valor de alarma	Entra con:	Mensaje de alarma
1	B3:10/4	Baja presión Area de electropunto F.J.
2	B3:10/5	Baja presión Area soldadura de chasis
3	B3:10/6	Baja presión Area de electropunto Hilux
4	B3:10/7	Baja presión Area de Motores
5	B3:10/8	Baja presión Area de ensamblaje de Carrocería
6	B3:10/9	Baja presión Area de acabado de metales
7	B3:11/0	Baja presión Area de electropunto Terios
8	B3:11/1	Baja presión Area de electropunto Corolla
9	B3:11/2	Baja presión Area de electropunto Corolla 241 L
10	B3:11/3	Baja presión Area de Vestidura de Chasis FJ
11	B3:11/4	Baja presión Area de Auto Run
12	B3:11/5	Baja presión Línea final FJ
13	B3:11/6	Baja presión Línea final Corolla
14	B3:11/7	Baja presión Area de Vestidura FJ
15	B3:11/8	Baja presión Area de Vestidura de Corolla
16	B3:11/9	Baja presión Area de Retoques
17	B3:11/10	Baja presión Area de Pintura
18	B3:12/4	Compresor (psc-cp5) Excede corriente nominal
19	B3:12/5	Compresor (psc-cp6) Excede corriente nominal
20	B3:12/6	Compresor (psc-cp7) Excede corriente nominal
21	B3:12/7	Compresor (psc-cp8) Excede corriente nominal
22	B3:12/8	Compresor (psc-cp9) Excede corriente nominal
23	B3:12/9	Secador (S4) IMV, Excede corriente nominal
24	B3:12/10	Secador (S1) pintura, Excede corriente nominal
25	B3:12/11	Secador (S2) pintura, Excede corriente nominal
26	B3:12/12	Secador (S3) pintura, Excede corriente nominal
27	B3:12/15	Exceso de humedad Area de Electropunto F.J.
28	B3:13/0	Exceso de humedad Area desoldadura de chasis
29	B3:13/1	Exceso de humedad area de electropunto Hilux
30	B3:13/2	Exceso de humedad Area de Motores
31	B3:13/3	Exceso de humedad Area Ensamblaje de Car.
32	B3:13/4	Exceso de humedad Area Acabado de Met.
33	B3:13/11	Exceso de humedad Area de electropunto Terios
34	B3:13/12	Exceso de humedad Electropunto Corolla
35	B3:13/13	Exceso de humedad Electropunto Corolla 241 L
36	B3:13/14	Exceso de humedad Vestidura de chasis F.J.
37	B3:13/15	Exceso de humedad Area de Auto Run
38	B3:14/0	Exceso de humedad Línea final F.J.
39	B3:14/1	Exceso de humedad Línea final Corolla
40	B3:14/2	Exceso de humedad Area de Vestidura F.J.
41	B3:14/3	Exceso de humedad Area de Vestidura Corolla
42	B3:14/4	Exceso de humedad Area de Retoques
43	B3:14/5	Exeso de humedad Area de Pintura
44	Programa	Baja temperatura Aire de salida BP, PSC-CP5

45	Programa	Alta temperatura Aire de salida BP, PSC-CP5
46	Programa	Baja temperatura Aire de salida AP, PSC-CP5
47	Programa	Alta temperatura Aire de salida AP, PSC-CP5
48	Programa	Baja temperatura Aire de salida, PSC-CP5
49	Programa	Alta temperatura Aire de salida, PSC-CP5
50	Programa	Baja presión de aceite, PSC-CP5
51	Programa	Alta presión de aceite, PSC-CP5
52	Programa	Baja temperatura del aceite, PSC-CP5
53	Programa	Alta temperatura del aceite, PSC-CP5
54	Programa	Baja temperatura agua de entrada, PSC-CP5
55	Programa	Alta temperatura agua de entrada, PSC-CP5
56	Programa	Baja temperatura agua de salida, PSC-CP5
57	Programa	Alta temperatura agua de salida, PSC-CP5
58	Programa	Baja presión de agua de entrada, PSC-CP5
59	Programa	Alta presión de agua de entrada, PSC-CP5
60	Programa	Baja presión de agua de salida, PSC-CP5
61	Programa	Alta presión de agua de salida, PSC-CP5
62	Programa	Baja temperatura Aire de salida BP, PSC-CP6
63	Programa	Alta temperatura Aire de salida BP, PSC-CP6
64	Programa	Baja temperatura Aire de salida AP, PSC-CP6
65	Programa	Alta temperatura Aire de salida AP, PSC-CP6
66	Programa	Baja temperatura Aire de salida, PSC-CP6
67	Programa	Alta temperatura Aire de salida, PSC-CP6
68	Programa	Baja presión de aceite, PSC-CP6
69	Programa	Alta presión de aceite, PSC-CP6
70	Programa	Baja temperatura del aceite, PSC-CP6
71	Programa	Alta temperatura del aceite, PSC-CP6
72	Programa	Baja temperatura agua de entrada, PSC-CP6
73	Programa	Alta temperatura agua de entrada, PSC-CP6
74	Programa	Baja temperatura agua de salida, PSC-CP6
75	Programa	Alta temperatura agua de salida, PSC-CP6
76	Programa	Baja presión de agua de entrada, PSC-CP6
77	Programa	Alta presión de agua de entrada, PSC-CP6
78	Programa	Baja presión de agua de salida, PSC-CP6
79	Programa	Alta presión de agua de salida, PSC-CP6
80	Programa	Baja temperatura Aire de salida BP, PSC-CP7
81	Programa	Alta temperatura Aire de salida BP, PSC-CP7
82	Programa	Baja temperatura Aire de salida AP, PSC-CP7
83	Programa	Alta temperatura Aire de salida AP, PSC-CP7
84	Programa	Baja temperatura Aire de salida, PSC-CP7
85	Programa	Alta temperatura Aire de salida, PSC-CP7
86	Programa	Baja presión de aceite, PSC-CP7
87	Programa	Alta presión de aceite, PSC-CP7
88	Programa	Baja temperatura del aceite, PSC-CP7
89	Programa	Alta temperatura del aceite, PSC-CP7
90	Programa	Baja temperatura agua de entrada, PSC-CP7
91	Programa	Alta temperatura agua de entrada, PSC-CP7
92	Programa	Baja temperatura agua de salida, PSC-CP7

93	Programa	Alta temperatura agua de salida, PSC-CP7
94	Programa	Baja presión de agua de entrada, PSC-CP7
95	Programa	Alta presión de agua de entrada, PSC-CP7
96	Programa	Baja presión de agua de salida, PSC-CP7
97	Programa	Alta presión de agua de salida, PSC-CP7
98	Programa	Baja temperatura Aire de salida BP, PSC-CP8
99	Programa	Alta temperatura Aire de salida BP, PSC-CP8
100	Programa	Baja temperatura Aire de salida AP, PSC-CP8
101	Programa	Alta temperatura Aire de salida AP, PSC-CP8
102	Programa	Baja temperatura Aire de salida, PSC-CP8
103	Programa	Alta temperatura Aire de salida, PSC-CP8
104	Programa	Baja presión de aceite, PSC-CP8
105	Programa	Alta presión de aceite, PSC-CP8
106	Programa	Baja temperatura del aceite, PSC-CP8
107	Programa	Alta temperatura del aceite, PSC-CP8
108	Programa	Baja temperatura agua de entrada, PSC-CP8
109	Programa	Alta temperatura agua de entrada, PSC-CP8
110	Programa	Baja temperatura agua de salida, PSC-CP8
111	Programa	Alta temperatura agua de salida, PSC-CP8
112	Programa	Baja presión de agua de entrada, PSC-CP8
113	Programa	Alta presión de agua de entrada, PSC-CP8
114	Programa	Baja presión de agua de salida, PSC-CP8
115	Programa	Alta presión de agua de salida, PSC-CP8
116	Programa	Baja temperatura Aire de salida BP, PSC-CP9
117	Programa	Alta temperatura Aire de salida BP, PSC-CP9
118	Programa	Baja temperatura Aire de salida AP, PSC-CP9
119	Programa	Alta temperatura Aire de salida AP, PSC-CP9
120	Programa	Baja temperatura Aire de salida, PSC-CP9
121	Programa	Alta temperatura Aire de salida, PSC-CP9
122	Programa	Baja presión de aceite, PSC-CP9
123	Programa	Alta presión de aceite, PSC-CP9
124	Programa	Baja temperatura del aceite, PSC-CP9
125	Programa	Alta temperatura del aceite, PSC-CP9
126	Programa	Baja temperatura agua de entrada, PSC-CP9
127	Programa	Alta temperatura agua de entrada, PSC-CP9
128	Programa	Baja temperatura agua de salida, PSC-CP9
129	Programa	Alta temperatura agua de salida, PSC-CP9
130	Programa	Baja presión de agua de entrada, PSC-CP9
131	Programa	Alta presión de agua de entrada, PSC-CP9
132	Programa	Baja presión de agua de salida, PSC-CP9
133	Programa	Alta presión de agua de salida, PSC-CP9
134	Programa	Alta caída de presión (F1) IMV
135	Programa	Alta caída de presión (F2) IMV
136	Programa	Alta caída de presión (F3) pintura
137	Programa	Alta caída de presión (F4) pintura
138	Programa	Alta caída de presión (F5) Acabado de metales
139	Programa	Alta caída de presión secadores (pintura)
140	Programa	Alta caída de presión secador (IMV)



TOYOTA
Toyota de Venezuela, C.A.
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

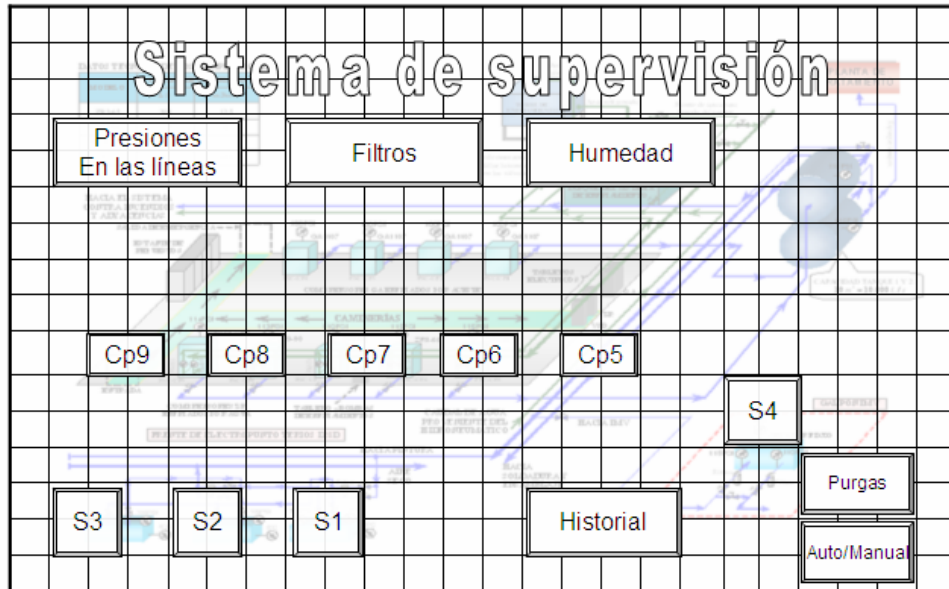
Tags adicionales utilizados

Tag	Dirección	Proviene de:	Bit de alarma	Descripción
DeltaP_S1	N7:96	Diferencia entre N7:13 y N7:14	B3:16/0	Caída de presión introducidas por los secadores de pintura
DeltaP_S2	N7:97	Diferencia entre N7:13 y N7:14	B3:16/1	Caída de presión introducidas por los secadores de pintura
DeltaP_S3	N7:98	Diferencia entre N7:13 y N7:14	B3:16/2	Caída de presión introducidas por los secadores de pintura
DeltaP_S4	N7:99	Diferencia entre N7:01 y N7:02	B3:16/3	Caída de presión introducidas por el secador de IMV
DeltaP_F1	N7:100	Diferencia entre N7:00 y N7:01	B3:16/4	Caída de presión introducida por el filtro 1 de IMV
DeltaP_F2	N7:101	Diferencia entre N7:02 y N7:03	B3:16/5	Caída de presión introducida por el filtro 2 de IMV
DeltaP_F3	N7:102	Diferencia entre N7:12 y N7:13	B3:16/6	Caída de presión introducida por el filtro 1 de pintura
DeltaP_F4	N7:103	Diferencia entre N7:14 y N7:15	B3:16/7	Caída de presión introducida por el filtro 2 de pintura
DeltaP_F5	N7:104	Diferencia entre N7:10 y N7:11	B3:16/8	Caída de presión introducida por el filtro acabado de metales
TASBP_cp9	N7:105	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:16/9	Temperatura aire de salida BP
TASAP_cp9	N7:106	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:16/10	Temperatura aire de salida AP
TAS_cp9	N7:107	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:16/11	Temperatura aire de salida
PDA_cp9	N7:108	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:16/12	Presión de aceite
TDA_cp9	N7:110	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:16/13	Temperatura de aceite
TAE_cp9	N7:111	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:16/14	Temperatura agua de entrada
TAS_cp9	N7:112	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:16/15	Temperatura agua de salida
PAE_cp9	N7:113	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:17/0	Presión agua de entrada
PAS_cp9	N7:114	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:17/1	Presión agua de salida
TASBP_cp8	N7:115	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:17/2	Temperatura aire de salida BP
TASAP_cp8	N7:116	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:17/3	Temperatura aire de salida AP
TAS_cp8	N7:117	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:17/4	Temperatura aire de salida
PDA_cp8	N7:118	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:17/5	Presión de aceite
TDA_cp8	N7:120	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:17/6	Temperatura de aceite
TAE_cp8	N7:121	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:17/7	Temperatura agua de entrada
TAS_cp8	N7:122	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:17/8	Temperatura agua de salida
PAE_cp8	N7:123	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:17/9	Presión agua de entrada
PAS_cp8	N7:124	Comunicación PLC-Elektronikon	B3:17/10	Presión agua de salida
Purg_F1	B3:1/1	Comunicación PLC-Panel view	N/A	Enciende extractor de impurezas de F1
Purg_F2	B3:1/2	Comunicación PLC-Panel view	N/A	Enciende extractor de impurezas de F2
Purg_F3	B3:1/4	Comunicación PLC-Panel view	N/A	Enciende extractor de impurezas de F3
Purg_F4	B3:1/5	Comunicación PLC-Panel view	N/A	Enciende extractor de impurezas de F4
Purg_F5	B3:1/3	Comunicación PLC-Panel view	N/A	Enciende extractor de impurezas de F5
Purg_Cont	B3:1/0	Comunicación PLC-Panel view	N/A	Enciende extractor de impurezas del contenedor
Auto_Manual	B3:2/0	Comunicación PLC-Panel view	N/A	Define el modo de operación del sistema de purgas

ANEXO I: “DOCUMENTACIÓN DE LAS PANTALLAS”

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000



Sistema de supervisión

Programa PanelView

Pantalla _Principal

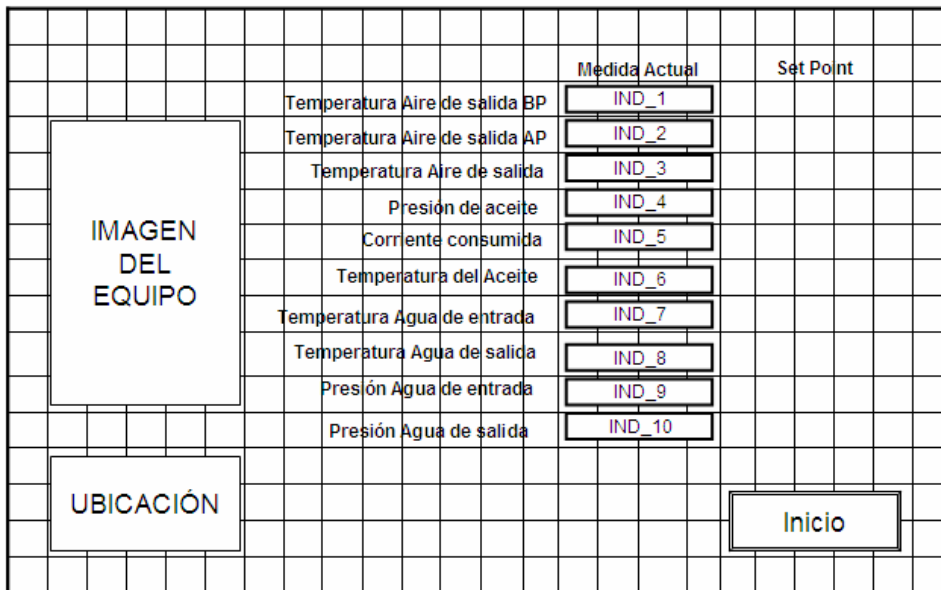
Nombre del proyecto

Nombre de la aplicación

Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000



Sistema de supervisión

Programa PanelView

Pantalla Compresor (PSC-Cp9)

Nombre del proyecto

Nombre de la aplicación

Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000

		Medida Actual	Set Point
IMAGEN DEL EQUIPO	Temperatura Aire de salida BP	IND_11	
	Temperatura Aire de salida AP	IND_12	
	Temperatura Aire de salida	IND_13	
	Presión de aceite	IND_14	
	Corriente consumida	IND_15	
	Temperatura del Aceite	IND_16	
	Temperatura Agua de entrada	IND_17	
	Temperatura Agua de salida	IND_18	
	Presión Agua de entrada	IND_19	
	Presión Agua de salida	IND_20	
UBICACIÓN			Inicio

Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla Compresor (PSC-Cp8)
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000

		Medida Actual	Set Point
IMAGEN DEL EQUIPO	Temperatura Aire de salida BP	IND_21	
	Temperatura Aire de salida AP	IND_22	
	Temperatura Aire de salida	IND_23	
	Presión de aceite	IND_24	
	Corriente consumida	IND_25	
	Temperatura del Aceite	IND_26	
	Temperatura Agua de entrada	IND_27	
	Temperatura Agua de salida	IND_28	
	Presión Agua de entrada	IND_29	
	Presión Agua de salida	IND_30	
UBICACIÓN			Inicio

Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla Compresor (PSC-Cp7)
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000

		Medida Actual	Set Point
IMAGEN DEL EQUIPO	Temperatura Aire de salida BP	IND_31	
	Temperatura Aire de salida AP	IND_32	
	Temperatura Aire de salida	IND_33	
	Presión de aceite	IND_34	
	Corriente consumida	IND_35	
	Temperatura del Aceite	IND_36	
	Temperatura Agua de entrada	IND_37	
	Temperatura Agua de salida	IND_38	
	Presión Agua de entrada	IND_39	
	Presión Agua de salida	IND_40	
UBICACIÓN			Inicio

Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla Compresor (PSC-Cp6)
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000

		Medida Actual	Set Point
IMAGEN DEL EQUIPO	Temperatura Aire de salida BP	IND_41	
	Temperatura Aire de salida AP	IND_42	
	Temperatura Aire de salida	IND_43	
	Presión de aceite	IND_44	
	Corriente consumida	IND_45	
	Temperatura del Aceite	IND_46	
	Temperatura Agua de entrada	IND_47	
	Temperatura Agua de salida	IND_48	
	Presión Agua de entrada	IND_49	
	Presión Agua de salida	IND_50	
UBICACIÓN			Inicio

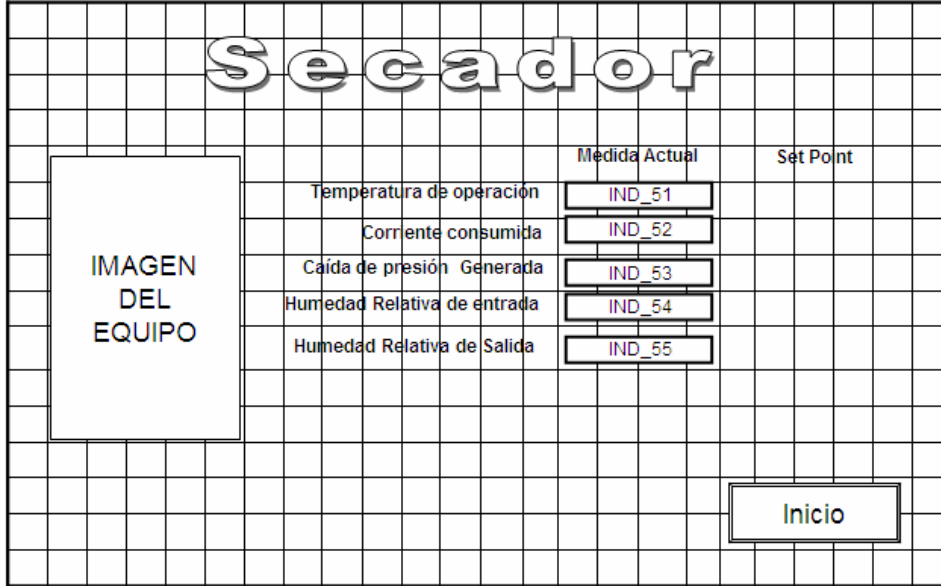
Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla Compresor (PSC-Cp5)
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000



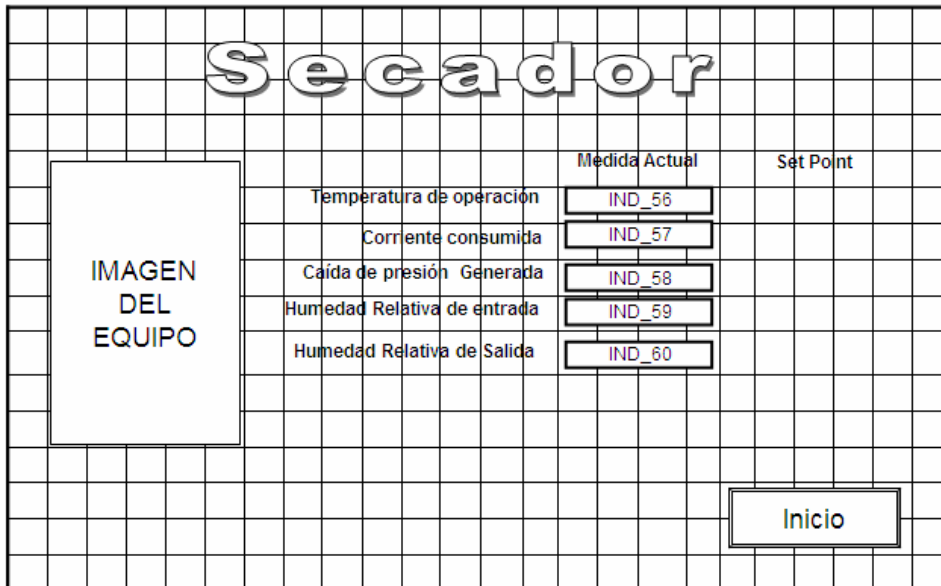
Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla Secador (S1)
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000



Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla Secador (S2)
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000

Secador		
	Medida Actual	Set Point
IMAGEN DEL EQUIPO	Temperatura de operación	IND_61
	Corriente consumida	IND_62
	Caída de presión Generada	IND_63
	Humedad Relativa de entrada	IND_64
	Humedad Relativa de Salida	IND_65
		Inicio

Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla Secador (S3)
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000

Secador		
	Medida Actual	Set Point
IMAGEN DEL EQUIPO	Temperatura de operación	IND_66
	Corriente consumida	IND_67
	Caída de presión Generada	IND_68
	Humedad Relativa de entrada	IND_69
	Humedad Relativa de Salida	IND_70
		Inicio

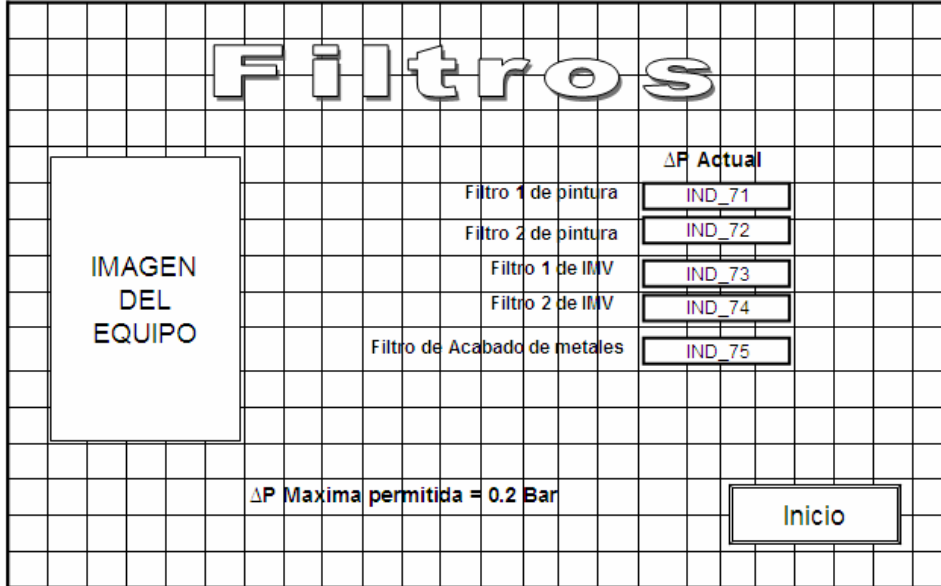
Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla Secador (S4)
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000



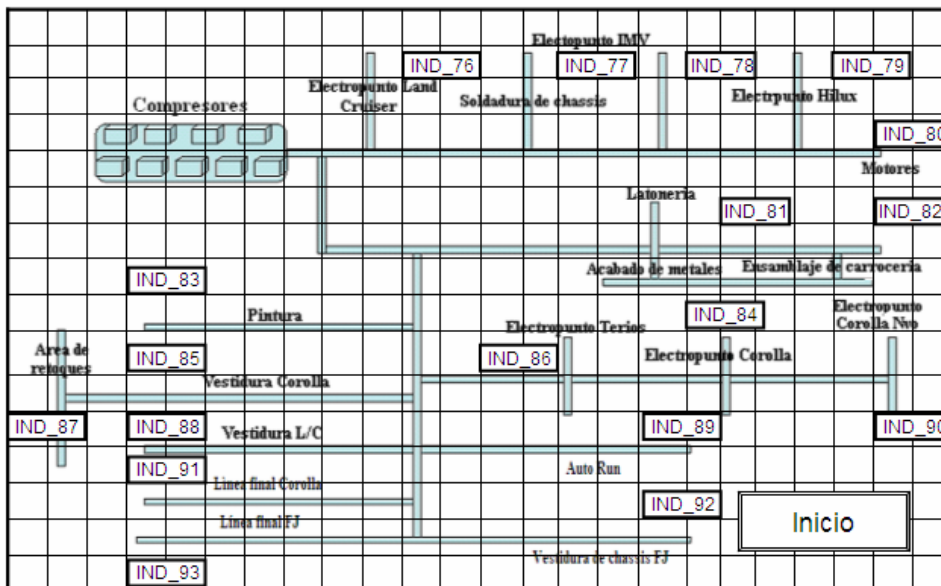
Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla de los Filtros
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000



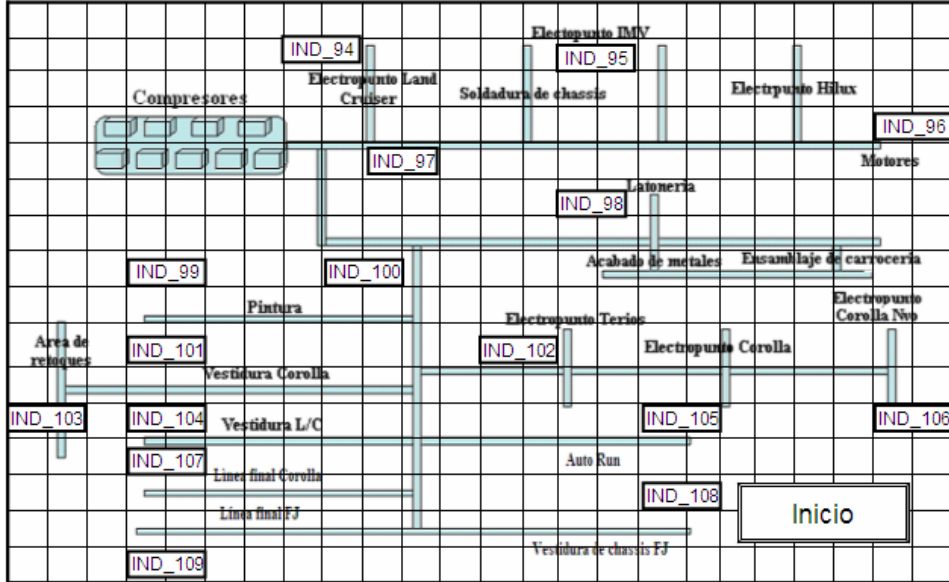
Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla de las Presiones
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000



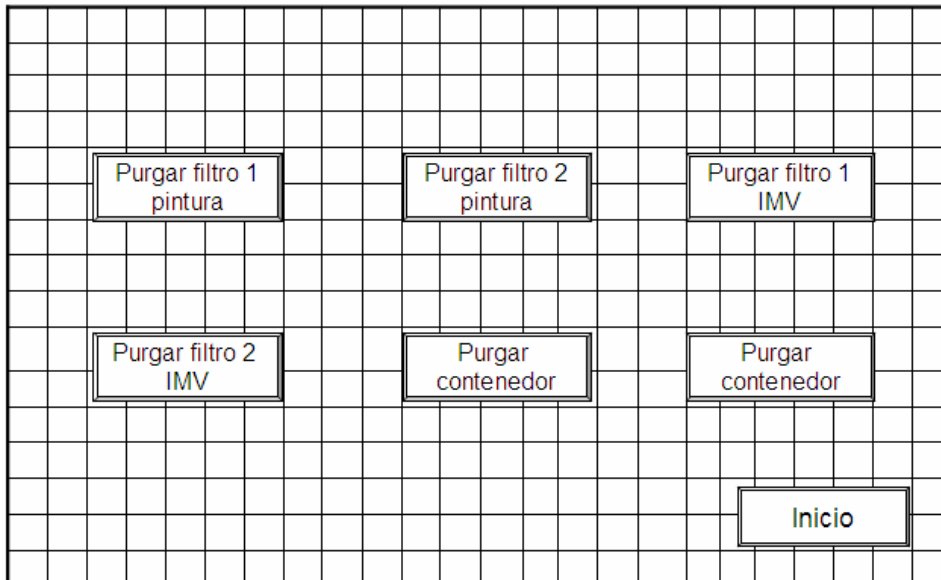
Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla de las Humedades
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000



Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Pantalla de las purgas
Nombre/Número de la pantalla

Hoja de trabajo para pantalla táctil

PanelView 1000

Historial de fallas		
Falla	Fecha	Hora
Temperatura alta, compresor (PSC- cp -4)	22/05/08	11:42 am
Baja presión de aire en soldadura IMV	22/05/08	11:54 am
Humedad relativa excede el limite, pintura	22/05/08	2:32 pm
Caída de presión muy alta, Filtro # 2	22/05/08	5:35 pm

Inicio

Sistema de supervisión
Nombre del proyecto

Programa PanelView
Nombre de la aplicación

Historial de fallas
Nombre/Número de la pantalla

Documentación de pantallas

Pantalla principal						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Selector de pantalla	Ir A.	Presiones	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla de las presiones	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	Humedad	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla de las humedades	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	Filtros	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla de los filtros	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	CP5	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla del compresor PSC-CP5	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	CP6	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla del compresor PSC-CP6	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	CP7	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla del compresor PSC-CP7	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	CP8	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla del compresor PSC-CP8	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	CP9	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla del compresor PSC-CP9	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	S1	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla del secador S1 (1 pintura)	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	S2	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla del secador S2 (2 pintura)	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	S3	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla del secador S3 (3 pintura)	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	S4	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla del secador S4 (secador IMV)	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	Historial	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla del historial de fallas	No aplica
Selector de pantalla	Ir A.	Purgas	No aplica	No aplica	Vá a la pantalla de manejo de purgas	No aplica
Pulsador mantenido	on/off	Auto_Manual	Bit singular	B3:2/0	Define el modo de operación del sistema	SLC
Pantalla compresor (PSC-CP9)						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_1	Entero sin signo	N7:105	Temperatura aire de salida de BP, compresor PSC-Cp9	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_2	Entero sin signo	N7:106	Temperatura aire de salida de AP, compresor PSC-Cp9	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_3	Entero sin signo	N7:107	Temperatura aire de salida de, compresor PSC-Cp9	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_4	Entero sin signo	N7:108	Presión de aceite, compresor PSC-Cp9	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_5	Entero sin signo	N7:40	Corriente consumida, compresor PSC-Cp9	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_6	Entero sin signo	N7:110	Temperatura del aceite, compresor PSC-Cp9	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_7	Entero sin signo	N7:111	Temperatura agua de entrada, compresor PSC-Cp9	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_8	Entero sin signo	N7:112	Temperatura agua de salida, compresor PSC-Cp9	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_9	Entero sin signo	N7:113	Presión de agua de entrada, compresor PSC-Cp9	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_10	Entero sin signo	N7:114	Presión de agua de salida, compresor PSC-Cp9	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla compresor (PSC-CP8)						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_11	Entero sin signo	N7:115	Temperatura aire de salida de BP, compresor PSC-Cp8	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_12	Entero sin signo	N7:116	Temperatura aire de salida de AP, compresor PSC-Cp8	SLC

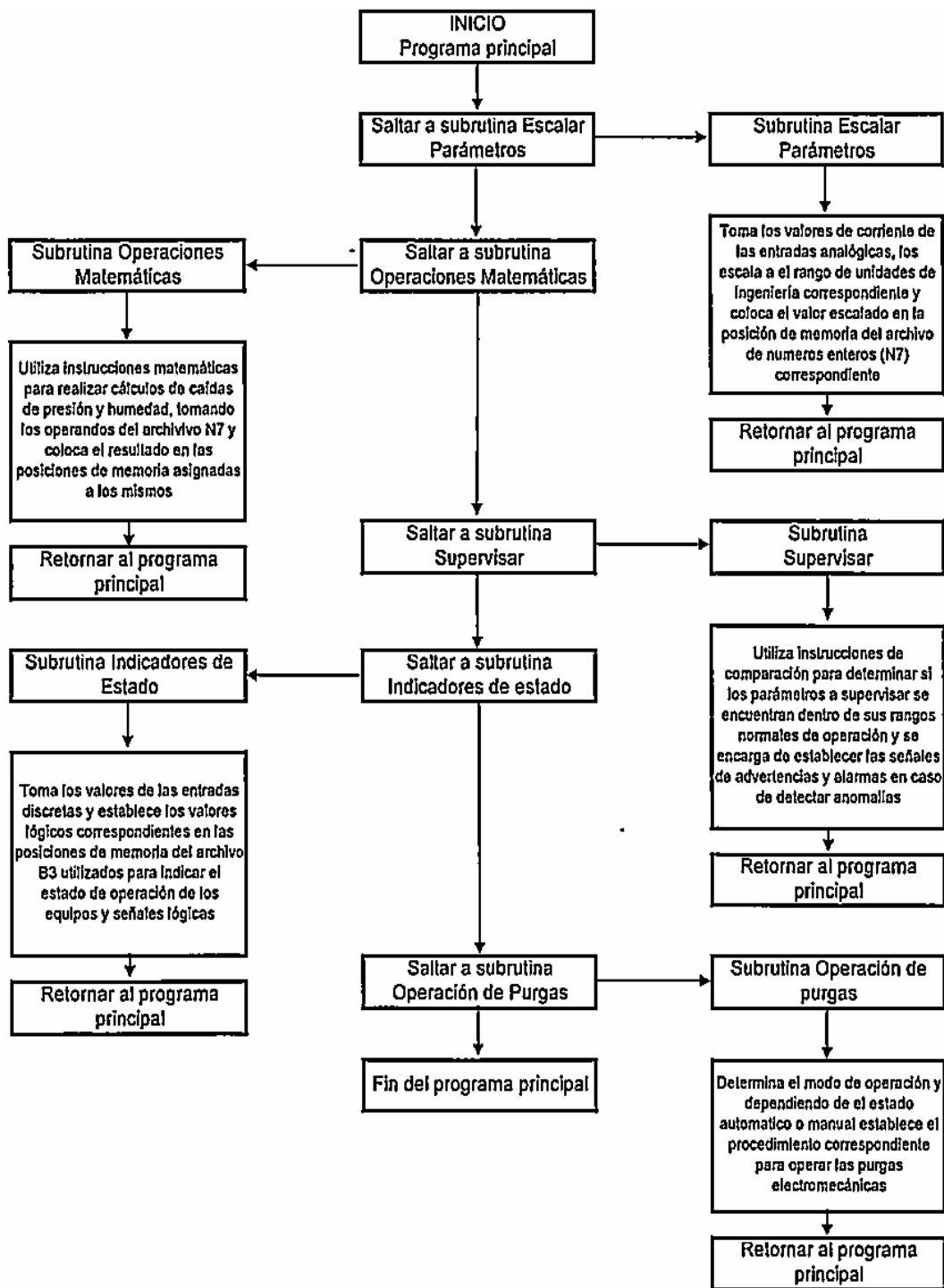
Visualizador de datos	Numérico	IND_13	Entero sin signo	N7:117	Temperatura aire de salida de,compresor PSC-Cp8	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_14	Entero sin signo	N7:118	Presión de aceite,compresor PSC-Cp8	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_15	Entero sin signo	N7:39	Corriente consumida,compresor PSC-Cp8	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_16	Entero sin signo	N7:120	Temperatura del aceite,compresor PSC-Cp8	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_17	Entero sin signo	N7:121	Temperatura agua de entrada,compresor PSC-Cp8	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_18	Entero sin signo	N7:122	Temperatura agua de salida,compresor PSC-Cp8	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_19	Entero sin signo	N7:123	Presión de agua de entrada,compresor PSC-Cp8	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_20	Entero sin signo	N7:124	Presión de agua de salida,compresor PSC-Cp8	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla compresor (PSC-CP7)						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_21	Entero sin signo	N7:82	Temperatura aire de salida de BP, compresor PSC-Cp7	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_22	Entero sin signo	N7:83	Temperatura aire de salida de AP, compresor PSC-Cp7	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_23	Entero sin signo	N7:84	Temperatura aire de salida de,compresor PSC-Cp7	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_24	Entero sin signo	N7:35	Presión de aceite,compresor PSC-Cp7	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_25	Entero sin signo	N7:38	Corriente consumida,compresor PSC-Cp7	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_26	Entero sin signo	N7:87	Temperatura del aceite,compresor PSC-Cp7	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_27	Entero sin signo	N7:85	Temperatura agua de entrada,compresor PSC-Cp7	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_28	Entero sin signo	N7:86	Temperatura agua de salida,compresor PSC-Cp7	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_29	Entero sin signo	N7:33	Presión de agua de entrada,compresor PSC-Cp7	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_30	Entero sin signo	N7:34	Presión de agua de salida,compresor PSC-Cp7	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla compresor (PSC-CP6)						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_31	Entero sin signo	N7:76	Temperatura aire de salida de BP, compresor PSC-Cp6	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_32	Entero sin signo	N7:77	Temperatura aire de salida de AP, compresor PSC-Cp6	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_33	Entero sin signo	N7:78	Temperatura aire de salida de,compresor PSC-Cp6	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_34	Entero sin signo	N7:33	Presión de aceite,compresor PSC-Cp6	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_35	Entero sin signo	N7:37	Corriente consumida,compresor PSC-Cp6	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_36	Entero sin signo	N7:81	Temperatura del aceite,compresor PSC-Cp6	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_37	Entero sin signo	N7:79	Temperatura agua de entrada,compresor PSC-Cp6	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_38	Entero sin signo	N7:80	Temperatura agua de salida,compresor PSC-Cp6	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_39	Entero sin signo	N7:30	Presión de agua de entrada,compresor PSC-Cp6	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_40	Entero sin signo	N7:31	Presión de agua de salida,compresor PSC-Cp6	SLC

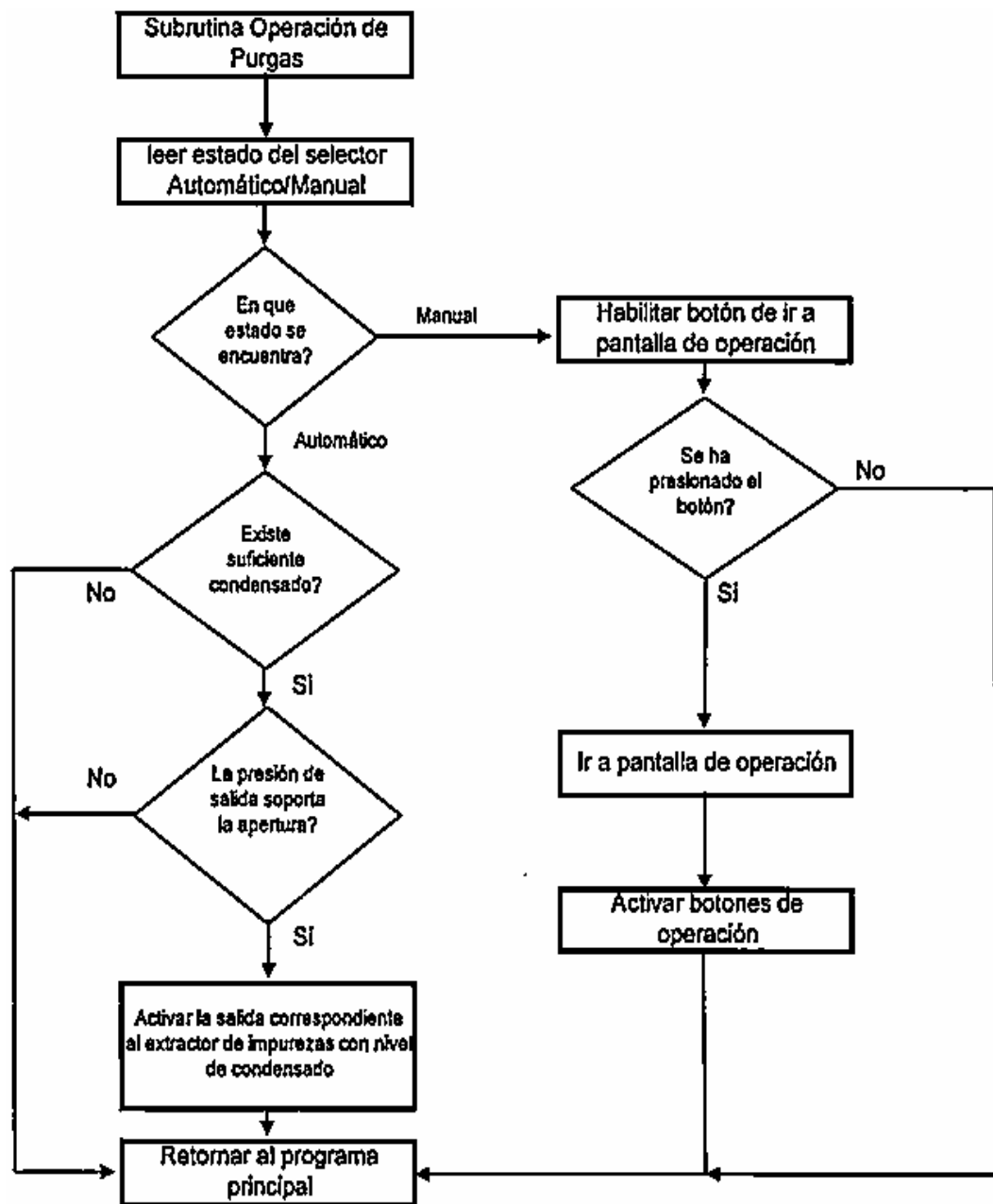
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla compresor (PSC-CP5)						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_41	Entero sin signo	N7:70	Temperatura aire de salida de BP, compresor PSC-Cp5	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_42	Entero sin signo	N7:71	Temperatura aire de salida de AP, compresor PSC-Cp5	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_43	Entero sin signo	N7:72	Temperatura aire de salida, compresor PSC-Cp5	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_44	Entero sin signo	N7:29	Presión de aceite, compresor PSC-Cp5	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_45	Entero sin signo	N7:36	Corriente consumida, compresor PSC-Cp5	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_46	Entero sin signo	N7:75	Temperatura del aceite, compresor PSC-Cp5	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_47	Entero sin signo	N7:73	Temperatura agua de entrada, compresor PSC-Cp5	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_48	Entero sin signo	N7:74	Temperatura agua de salida, compresor PSC-Cp5	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_49	Entero sin signo	N7:27	Presión de agua de entrada, compresor PSC-Cp5	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_50	Entero sin signo	N7:28	Presión de agua de salida, compresor PSC-Cp5	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla secador (S1)						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_51	Entero sin signo	N7:89	Temperatura de operación del secador S1	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_52	Entero sin signo	N7:42	Corriente consumida por el secador S1	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_53	Entero sin signo	N7:96	Caída de presión generada por el secador S1	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_54	Entero sin signo	N7:53	Humedad relativa de entrada al secador S1	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_55	Entero sin signo	N7:54	Humedad relativa de entrada al secador S1	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla secador (S2)						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_56	Entero sin signo	N7:90	Temperatura de operación del secador S2	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_57	Entero sin signo	N7:43	Corriente consumida por el secador S2	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_58	Entero sin signo	N7:97	Caída de presión generada por el secador S2	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_59	Entero sin signo	N7:55	Humedad relativa de entrada al secador S2	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_60	Entero sin signo	N7:56	Humedad relativa de entrada al secador S2	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla secador (S3)						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_61	Entero sin signo	N7:91	Temperatura de operación del secador S3	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_62	Entero sin signo	N7:44	Corriente consumida por el secador S3	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_63	Entero sin signo	N7:98	Caída de presión generada por el secador S3	SLC

Visualizador de datos	Numérico	IND_64	Entero sin signo	N7:57	Humedad relativa de entrada al secador S3	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_65	Entero sin signo	N7:58	Humedad relativa de entrada al secador S3	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla secador (S4)						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_66	Entero sin signo	N7:88	Temperatura de operación del secador S4	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_67	Entero sin signo	N7:41	Corriente consumida por el secador S4	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_68	Entero sin signo	N7:99	Caída de presión generada por el secador S4	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_69	Entero sin signo	N7:45	Humedad relativa de entrada al secador S4	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_70	Entero sin signo	N7:46	Humedad relativa de entrada al secador S4	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla de los filtros						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_71	Entero sin signo	N7:100	Caída de presión generada por el Filtro F1	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_72	Entero sin signo	N7:101	Caída de presión generada por el Filtro F2	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_73	Entero sin signo	N7:102	Caída de presión generada por el Filtro F3	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_74	Entero sin signo	N7:103	Caída de presión generada por el Filtro F4	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_75	Entero sin signo	N7:104	Caída de presión generada por el Filtro F5	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla de las presiones						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_76	Entero sin signo	N7:4	Presión en el área de electropunto F.J.	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_77	Entero sin signo	N7:5	Presión en el área de soldadura de chasis	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_78	Entero sin signo	N7:5	Presión en el área de soldadura de chasis	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_79	Entero sin signo	N7:6	Presión en el área de electropunto Haux	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_80	Entero sin signo	N7:7	Presión en el área de Motores	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_81	Entero sin signo	N7:9	Presión en el área de acabado de metales	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_82	Entero sin signo	N7:8	Presión en el área de ensamble de carrocería	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_83	Entero sin signo	N7:26	Presión en el área de pintura	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_84	Entero sin signo	N7:17	Presión en el área de electropunto Coruña	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_85	Entero sin signo	N7:24	Presión en el área de vestidura de carroña	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_86	Entero sin signo	N7:16	Presión en el área de electropunto Terios	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_87	Entero sin signo	N7:25	Presión en el área de retoques	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_88	Entero sin signo	N7:23	Presión en el área de vestidura F.J.	SLC

Visualizador de datos	Numérico	IND_89	Entero sin signo	N7:20	Presión en el área de Autorun	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_90	Entero sin signo	N7:18	Presión en el área de electropunto corola 241L	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_91	Entero sin signo	N7:22	Presión en el área de línea final corola	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_92	Entero sin signo	N7:19	Presión en el área de vestidura de chasis F.J.	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_93	Entero sin signo	N7:21	Presión en el área de línea final F.J.	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla de las Humedades						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Visualizador de datos	Numérico	IND_94	Entero sin signo	N7:47	Humedad en el área de electropunto F.J.	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_95	Entero sin signo	N7:48	Humedad en el área de soldadura de chasis	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_96	Entero sin signo	N7:50	Humedad en el área de Motores	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_97	Entero sin signo	N7:46	Humedad a la salida del secador en el área de IMV	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_98	Entero sin signo	N7:52	Humedad en el área de acabado de metales	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_99	Entero sin signo	N7:69	Humedad en el área de pintura	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_100	Entero sin signo	N7:58	Humedad a la salida de los secadores de el área de pintura	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_101	Entero sin signo	N7:67	Humedad en el área de vestidura de corola	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_102	Entero sin signo	N7:59	Humedad en el área de electropunto teños	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_103	Entero sin signo	N7:68	Humedad en el área de Retoques	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_104	Entero sin signo	N7:66	Humedad en el área de vestidura F.J.	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_105	Entero sin signo	N7:63	Humedad en el área de Autorun	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_106	Entero sin signo	N7:61	Humedad en el área de electropunto Corola 241L	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_107	Entero sin signo	N7:65	Humedad en el área de línea final Corola	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_108	Entero sin signo	N7:62	Humedad en el área de Vestidura de chasis F.J.	SLC
Visualizador de datos	Numérico	IND_109	Entero sin signo	N7:64	Humedad en el área de línea final F.J.	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica
Pantalla de las Purgas						
Objeto	Tipo	Nombre del Tag	Tipo de dato	Dirección	Descripción	Nodo
Pulsador	Momentáneo N/A	Purgar_F1P	Bit singular	B3:1/4	Enciende purga electromecánica filtro 1 del área de pintura	SLC
Pulsador	Momentáneo N/A	Purgar_F2P	Bit singular	B3:1/5	Enciende purga electromecánica filtro 2 del área de pintura	SLC
Pulsador	Momentáneo N/A	Purgar_F1IMV	Bit singular	B3:1/1	Enciende purga electromecánica filtro 1 del área de IMV	SLC
Pulsador	Momentáneo N/A	Purgar_F2IMV	Bit singular	B3:1/2	Enciende purga electromecánica filtro 2 del área de IMV	SLC
Pulsador	Momentáneo N/A	Purgar_FAM	Bit singular	B3:1/3	Enciende purga electromecánica filtro del área de acabado de metales	SLC
Pulsador	Momentáneo N/A	Purgar_CONT	Bit singular	B3:1/0	Enciende purga electromecánica del contenedor	SLC
Selector de pantalla	Ir A.	Objeto_global	No aplica	No aplica	Va a la pantalla principal de la aplicación	No aplica

ANEXO J: "PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR"





METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL A DISTANCIA DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA NEUMÁTICA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE TOYOTA DE VENEZUELA”
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Rodríguez D., Staling J.	CVLAC: 17.909.880 E MAIL: stend_51@hotmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Controladores lógicos programables

Sensores

Sistema de supervisión

Aire comprimido

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y ciencias aplicadas	Ingeniería Eléctrica

RESUMEN (ABSTRACT):

En el presente trabajo se muestra el diseño de un sistema de supervisión y control a distancia de los parámetros de operación del sistema de generación y distribución de energía neumática de la empresa Toyota de Venezuela. Este se llevó a cabo con el fin de brindar al departamento de mantenimiento de esta empresa una herramienta ampliamente utilizable para la programación de precisas jornadas laborales de mantenimiento preventivo, basándose en los datos recolectados por el sistema. De igual manera el sistema muestra la magnitud de parámetros que influyen directamente en la producción y la calidad del producto elaborado así como en el tiempo de vida útil de los equipos de la planta. El diseño se realizó de acuerdo a las exigencias de la empresa y utilizando equipos y materiales de fabricantes que poseen estrechas relaciones comerciales con la misma. Básicamente el sistema toma medidas de los parámetros presión, humedad, temperatura, corriente y señales de condiciones mediante sensores ubicados en el sistema y las concentra en un controlador lógico programable encargado de evaluar el parámetro y definir si se encuentra dentro de su rango normal de operación.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Ing. Luís Parraguez	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:	23.734.609			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Ing. Margarita Heraoui	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:	9.457.103			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Ing. Félix García	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:	3.672.075			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2009	03	23
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS.Sistema de supervisión.doc	Application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I J K
L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y
z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: ELECTRICIDAD

TEMPORAL: 9 MESES

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

_____ Ingeniero Electricista _____

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

_____ Pregrado _____

ÁREA DE ESTUDIO:

_____ Departamento de Electricidad _____

INSTITUCIÓN:

_____ Universidad de Oriente-Núcleo de Anzoátegui _____

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo con el artículo 44 del reglamento de trabajos de grado de la
Universidad de oriente:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de
Oriente, y solo podrán ser utilizados para otros fines con el
consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual participará al
consejo universitario”.

Staling J. Rodríguez D.

AUTOR

Ing. Luís Parraguez.

TUTOR

Prof. Margarita Heraoui.

JURADO

Prof. Félix García.

JURADO

Prof. Verena Mercado.

POR LA SUBCOMISION DE TESIS