



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Tesis previa a la obtención del Título de**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**SISTEMA DE MONITOREO EN LÍNEA DE LAS VARIABLES DE CONTROL: ULTRASONIDO, TEMPERATURA, AIRE Y CAUDAL DE AGUA DE LOS MOTORES DC DEL TREN ACABADOR DEL PROCESO DE LAMINACIÓN EN CALIENTE EN ACERÍAS NACIONALES DEL ECUADOR**

**AUTORES:**

**JUAN CARLOS BRIONES HOLGUÍN**

**VICTOR EDUARDO TRIVIÑO SOLÍS**

**DIRECTOR:**

**ING. GABRIEL GARCÍA**

**GUAYAQUIL, MAYO DEL 2015**

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros: Juan Carlos Briones Holguín y Víctor Eduardo Triviño Solís declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual por su reglamento y por su normatividad institucional vigente.

Guayaquil, Mayo del 2015.

---

Juan Carlos Briones Holguín

---

Víctor Eduardo Triviño Solís

## **DEDICATORIA**

Deseo dedicar este trabajo a Dios, por ser un pilar fundamental, por haberme guiado, bendecido en el transcurso de mi vida, dotándome de salud, humildad en alcanzar todo lo que me he propuesto.

Al ingeniero Gabriel García por su asesoría, dirección constante en el trabajo de investigación y la confianza depositada en enseñarme que no hay límites que lo que se propone se puede lograr y que solo depende de mí.

A mis padres y hermanos quienes me inculcaron la constancia.

A todos ellos dedico este trabajo ya que a base de sacrificio, esfuerzo y perseverancia ha sido logrado.

Víctor Triviño Solís.

## **DEDICATORIA**

Como parte fundamental, agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de haberme destacado en tan prestigioso centro educativo como lo es nuestra Universidad Politécnica Salesiana, a mis padres Marilú y Felipe por haberme traído a este mundo y por darme los mejores lineamientos para ser una persona de bien, a mi hermana Mel de la que espero siga mis pasos y también se convierta en una profesional más de nuestro país, mi esposa Tanya la que me ha aguantado largas jornadas de trabajo y trasnoches y me ha dado a mis dos principales tesoros, mis hijos Alan Rafael y Juan Emiliano a los que amo con la vida. Al tutor Ing. Gabriel García por haber depositado su confianza en nosotros y a mi compañero y amigo Víctor Triviño por haberme invitado a ser parte de este proyecto.

A todos ellos por esto y mucho más les dedico cada una de las letras de esta tesis

Juan Briones Holguín.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial a la empresa Acerías Nacionales del Ecuador S.A. ANDEC por el apoyo brindado y la confianza depositada en nosotros, por habernos permitido crecer profesionalmente dentro de sus prestigiosas instalaciones y por dejarnos aportar con el mejoramiento continuo de las mismas desarrollando y aplicando los conocimientos adquiridos en la no menos prestigiosa Universidad Politécnica Salesiana. Al Ing. Ángel Sánchez - Gerente de Mantenimiento, Ing. Iván Palacios – Especialista Eléctrico Laminación e Ing. David Miño – Especialista Eléctrico Acería, por sus consejos y recomendaciones al llevar a cabo el presente trabajo.

A la Universidad por habernos impartido tantos conocimientos en sus aulas, que aunque el camino fue largo y pesado, estamos consiguiendo nuestro tan ansiado objetivo. Msc. Victor Huilcapi e Ing. Gabriel García, profesores de la carrera y excelentes tutores.

Los autores.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1 .....	2
1.1 EL PROBLEMA.....	2
1.2 EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.6 VARIABLES E INDICADORES .....	4
1.7 METODOLOGÍA .....	4
1.7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	4
1.7.2 FINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.7.2.1 OBJETIVO TÉCNICO .....	5
1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	5
1.9 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	5
1.10 BENEFICIARIOS .....	6
CAPÍTULO 2.....	7
2. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 INTRODUCCIÓN AL PROCESO INDUSTRIAL DE ANDEC .....	7
2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	7
2.1.2.1 VARILLAS SOLDABLES.....	8
2.1.2.2 ALAMBRE TREFILADO.....	9
2.1.2.3 ARMADURAS CONFORMADAS .....	9
2.1.2.4 ÁNGULOS.....	10
2.1.2.5 ALAMBRÓN.....	10
2.1.2.6 ALAMBRE GRAFILADO .....	10
2.1.2.7 MALLAS ELECTRO SOLDADAS .....	11
2.1.2.8 BARRAS CUADRADAS.....	11
2.2 INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN.....	12

2.2.1	CONCEPTOS .....	12
2.2.2	TÉCNICAS DE CONTROL Y MANDO.....	13
2.2.3	SISTEMAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN.....	16
2.2.4	SISTEMAS PLC.....	17
2.3	SUPERVISIÓN .....	20
2.3.1	SISTEMAS SCADA .....	20
2.3.1.1	CONTROL MEDIANTE PC .....	20
2.3.1.2	FUNCIONES AVANZADAS DEL SCADA:.....	21
2.4	INTRODUCCIÓN A STEP7 V5.5 .....	22
2.4.1	¿EN QUÉ CONSISTE EL SOFTWARE STEP 7? .....	22
2.4.1.1	TRABAJOS BÁSICOS.....	22
2.4.1.2	PROCEDIMIENTOS ALTERNATIVOS .....	23
2.4.1.3	RESUMEN DE LOS PASOS A REALIZAR: .....	24
2.4.2	EL SOFTWARE ESTÁNDAR STEP 7.....	28
2.4.3	ADMINISTRADOR SIMATIC .....	29
2.4.4	HW-CONFIG: CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE.....	32
2.4.5	CONFIGURAR REDES Y ENLACES .....	33
2.4.6	SOFTWARE RUNTIME .....	33
2.4.7	INTERFACES HOMBRE-MÁQUINA .....	34
2.4.8	INSTALAR STEP 7 .....	35
2.4.8.1	REQUISITOS DE INSTALACIÓN .....	35
2.4.9	AJUSTAR EL INTERFACE PG/PC .....	36
2.4.9.1	PARAMETRIZAR EL INTERFACE PG/PC.....	37
2.4.10	BLOQUES DEL PROGRAMA DE USUARIO.....	38
2.4.10.1	TIPOS DE BLOQUES.....	39
2.4.11	NOCIONES BÁSICAS PARA CONFIGURAR EL HARDWARE CON STEP 7	39
2.4.11.1	INTRODUCCIÓN A LA CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE ..	39
2.4.11.2	¿CUÁNDO ES NECESARIO "CONFIGURAR EL HARDWARE"? 41	
2.4.11.3	PASOS FUNDAMENTALES PARA CONFIGURAR EL HARDWARE .....	41
2.4.12	PASOS FUNDAMENTALES PARA CONFIGURAR UN EQUIPO	42
2.4.13	ESTRUCTURA DE LA VENTANA DEL EQUIPO .....	43
2.5	INTRODUCCIÓN A WINCC.....	43

2.5.1 WINCC EXPLORER .....	43
2.5.1.1 COMPONENTES DE WINCC .....	44
2.5.1.2 INICIO DE WINCC.....	45
2.5.1.3 CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO .....	46
2.5.2 CONFIGURACIÓN DE LA COMUNICACIÓN .....	48
2.5.2.1 CANALES Y CONEXIONES EN WINCC .....	48
2.5.2.2 VARIABLES (TAGS) .....	49
2.5.2.3 CREACIÓN DE TAGS .....	50
2.5.2.4 CREACIÓN DE UN GRUPO DE TAGS.....	50
2.5.2.5 CREACIÓN DE TAGS INTERNOS.....	52
2.5.2.6 CREACIÓN DE TAGS DE PROCESO .....	52
2.5.2.7 ESPECIFICACIÓN DE LA DIRECCIÓN EN EL PLC .....	53
2.5.3 EDICIÓN DE IMÁGENES DE PROCESO.....	54
2.5.3.1 EL SISTEMA GRÁFICO .....	54
2.5.3.2 CREACIÓN DE IMÁGENES DE PROCESO.....	55
2.5.3.3 EDICIÓN DE IMÁGENES DE PROCESO .....	56
2.5.4 UTILIZACIÓN DEL SIMULADOR .....	58
2.6 ULTRASONIDO.....	60
2.6.1 EL PRINCIPIO ULTRASÓNICO.....	60
2.6.2 ULTRA – TRAK 750 .....	62
2.6.2.1 FUNCIONAMIENTO DEL ULTRA-TRAK 750: .....	63
2.7 TRANSMISOR DE PRESIÓN SICK PFT .....	64
2.7.1 FUNCIÓN.....	64
2.7.2 SEGURIDAD .....	65
2.7.3 PUESTA EN SERVICIO, FUNCIONAMIENTO .....	66
2.7.4 MONTAJE DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA .....	67
2.7.5 SIMBOLOGIA .....	68
2.7.6 CONEXIÓN ELÉCTRICA DIN EN 175301-803 A.....	70
2.7.7 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO .....	73
2.7.8 AJUSTE DE CERO / MARGEN (SÓLO PARA SENSORES CON ANILLO ROSCADO).....	73
2.7.9 MANTENIMIENTO, ACCESORIOS .....	74
2.7.10 ELIMINACIÓN DE PERTURBACIONES .....	74
2.7.11 ALMACENAJE, ELIMINACIÓN DE DESECHOS .....	75

2.8	PT100 .....	76
2.8.1	¿QUE ES UN PT100? .....	76
2.8.2	VENTAJAS DEL PT100.....	77
2.8.3	CONEXIÓN DE LA PT100 .....	77
2.8.4	AUTOCALENTAMIENTO Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN .....	79
2.8.5	PRECAUCIONES .....	80
2.8.6	TRANSDUCTOR JUMPFLEX 857-800 .....	83
2.9	REPARTIDOR DE CARGA .....	86
2.10	MOTORES DEL TREN ACABADOR.....	87
CAPÍTULO 3.....		93
3.1	ESTUDIO DEL PROYECTO .....	93
3.2	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....	93
3.2.1	CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL.....	93
3.2.2	TAMAÑO.....	94
3.2.3	CONEXIONES.....	97
3.2.4	CONEXIONES EN LA PARTE INTERNA DEL TABLERO.....	97
3.2.5	CABLEADO EXTERNO O DE CAMPO.....	98
3.2.6	MONTAJE DEL TABLERO ELÉCTRICO .....	100
3.2.7	COLOCACIÓN DE LOS SENSORES .....	101
3.3	PROGRAMACIÓN.....	104
3.3.1	CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE .....	104
3.3.2	BLOQUES DE PROGRAMACIÓN .....	107
3.3.2.1	BLOQUE OB1 .....	108
3.3.2.2	BLOQUES FB .....	108
3.3.2.3	BLOQUE DE VARIABLES.....	110
CAPITULO 4.....		111
4.1	ANÁLISIS DE COSTO DEL PROYECTO.....	111
<b>PRESUPUESTO.....</b>		<b>111</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>113</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>114</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>115</b>
ANEXOS .....		116

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Subsistemas WinCC Explorer.....	45
Tabla 2	Especificaciones del Ultra-Trak 750.....	64
Tabla 3	Diagrama de conexiones transductor SICK PFT .....	69
Tabla 4.1	Datos técnicos del transmisor .....	71
Tabla 4.2	Datos técnicos del transmisor .....	72
Tabla 4.3	Datos técnicos del transmisor .....	72
Tabla 5	Posibles averías y soluciones SICK PFT .....	75
Tabla 6.1	Cálculo valor PT100 R vs °C .....	81
Tabla 6.2	Cálculo valor PT100 R vs °C .....	82
Tabla 7.1	Datos técnicos del Jumplex 857-800 .....	84
Tabla 7.2	Datos técnicos del Jumplex 857-800 .....	85
Tabla 8	Datos de placa del motor Caja #16 .....	87
Tabla 9	Datos de placa del motor Caja #17 .....	88
Tabla 10	Datos de placa del motor Caja #18 .....	89
Tabla 11	Datos de placa del motor Caja #19 .....	90
Tabla 12	Datos de placa del motor Caja #20 .....	91
Tabla 13	Datos de placa del motor Caja #21 .....	92
Tabla 14	Bloques de programación .....	107
Tabla 15	Presupuesto .....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Varillas soldables .....	8
Figura 2.2	Armaduras conformadas .....	9
Figura 2.3	Alambrón .....	10
Figura 2.4	Mallas electro-soldadas .....	11
Figura 2.5	Barras cuadradas .....	11
Figura 2.6	Elementos de un sistema automático .....	12
Figura 2.7	Proceso continuo .....	14
Figura 2.8	Proceso discontinuo .....	14
Figura 2.9	Bucle abierto .....	15
Figura 2.10	Bucle cerrado .....	16
Figura 2.11	Diagrama en bloques de un PLC .....	17
Figura 2.12	Ciclo de funcionamiento .....	19
Figura 2.13	Guía de orientación de STEP 7 .....	23
Figura 2.14	Herramientas auxiliares .....	29
Figura 2.15	Administrador Sinamic .....	30
Figura 2.16	Software Runtime .....	34
Figura 2.17	Interface hombre - máquina .....	35
Figura 2.18	Tipos de bloques .....	39
Figura 2.19	Configuración de hardware .....	43

Figura 2.20	Detalle del hardware .....	43
Figura 2.21	Estructura básica WinCC .....	44
Figura 2.22	Inicio WinCC .....	46
Figura 2.23	Selección tipo de proyecto .....	46
Figura 2.24	Ventana de proyecto nuevo en WinCC .....	47
Figura 2.25	Comunicación entre WinCC y dispositivo de automatización .....	48
Figura 2.26	Canales de comunicación .....	49
Figura 2.27	Tags de proceso .....	50
Figura 2.28	Creación de un nuevo grupo de tags .....	51
Figura 2.29	Grupo de tags .....	51
Figura 2.30	Tags internos en WinCC .....	52
Figura 2.31	Propiedades de un tag de proceso .....	53
Figura 2.32	Definición de dirección .....	54
Figura 2.33	El sistema gráfico .....	55
Figura 2.34	Entorno del graphics designer .....	57
Figura 2.35	Selección de tags en el simulador .....	59
Figura 2.36	Configuración del simulador .....	60
Figura 2.37	Principio ultrasónico .....	61
Figura 2.38	Ultra Trak 750 .....	62
Figura 2.39	Montaje mecánico .....	67

Figura 2.40	Datos de placa .....	67
Figura 2.41	Simbología .....	69
Figura 2.42	Conexión eléctrica .....	70
Figura 2.43	Ajuste de cero .....	73
Figura 2.44	Curva característica del PT100 .....	76
Figura 2.45	Conexión dos hilos .....	78
Figura 2.46	Conexión tres hilos .....	78
Figura 2.47	Conexión cuatro hilos .....	79
Figura 2.48	Formas de una PT100 .....	80
Figura 2.49	Jumpflex 857 - 800 .....	83
Figura 2.50	Ajustes de los DIP Switch S1 .....	86
Figura 2.51	Ajustes de los DIP Switch S2 .....	86
Figura 2.52	Caja laminadora # 16 .....	87
Figura 2.53	Caja laminadora # 17 .....	88
Figura 2.54	Caja laminadora # 18 .....	89
Figura 2.55	Caja laminadora # 19 .....	90
Figura 2.56	Caja laminadora # 20 .....	91
Figura 2.57	Caja laminadora # 21 .....	92
Figura 3.1	Tablero de conexiones eléctricas .....	93
Figura 3.2	Distribución de canaletas y riel din .....	94

Figura 3.3 Distribución de elementos de control dentro del tablero.....	95
Figura 3.4 Cableado eléctrico del tablero .....	96
Figura 3.5 Marquillas en los transductores de temperatura. ....	97
Figura 3.6 Vista de las conexiones en la remota, parte interna del tablero. ...	98
Figura 3.7 Caja de paso a reemplazar por deterior y falta de espacio. ....	98
Figura 3.8 Caja de paso nueva de mayor dimensión. ....	99
Figura 3.9 Vista interna de la caja de paso. ....	99
Figura 3.10 Perforación para la colocación de los pernos de expansión. ....	100
Figura 3.11 Tablero colocado en el sótano. ....	100
Figura 3.12 Estrella de aluminio. ....	101
Figura 3.13 Montaje de los sensores lado accionamiento. ....	102
Figura 3.14 Vista de los sensores ya colocados en su sitio. ....	102
Figura 3.15 soporte para los sensores de presión. ....	103
Figura 3.16 sensor de presión Sick PFT colocado en la tubería .....	103
Figura 3.17 Vista de los sensores de temperatura vibración y caja de paso	104
Figura 3.18 Vista del hardware configurado .....	105
Figura 3.19 Vista del hardware configurado .....	106
Figura 3.20 Remota ET200 y sus módulos de expansión .....	106
Figura 3.21 Vista del OB1 .....	108
Figura 3.22 Vista de uno de los bloques FB .....	109
Figura 3.23 Vista de uno de los bloques DB .....	110
Figura 3.24 Vista de las variables declaradas .....	110

## ABSTRACT

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR	TEMA
2015	BRIONES HOLGUÍN, Juan Carlos  TRIVIÑO SOLÍS, Víctor Eduardo	ING. GABRIEL GARCÍA	SISTEMA DE MONITOREO EN LÍNEA DE LAS VARIABLES DE CONTROL: ULTRASONIDO, TEMPERATURA, AIRE Y CAUDAL DE AGUA DE LOS MOTORES DC DEL TREN ACABADOR DEL PROCESO DE LAMINACIÓN EN CALIENTE EN ACERÍAS NACIONALES DEL ECUADOR

El presente tema de tesis se fundamenta en el monitoreo del estado de los motores del tren acabador en el proceso laminación en la siderúrgica ANDEC, planta ubicada en el Guasmo Central.

Para este cometido se realizó la programación de un PLC S7-300 el cual mediante sensores tales como PT100, ultrasonido, flujo, se procesan interactuando con un SCADA donde se muestran en línea parámetros de funcionamiento como temperatura, vibración y caudal de forma amigable para poder ser visualizados por los operadores de la planta.

El software que se utilizó en el proceso fue Step 7 V5.5 en el cual se hicieron las líneas de programación y el WinCC explorer el cual sirvió para realizar el SCADA. Para la comunicación software y hardware se usó una red Ethernet. Se diseñó este proyecto para tener valores reales e instantáneos que sirvan para diagnosticar el estado de los motores.

**PALABRAS CLAVES:** monitoreo, variables, temperatura, vibración, caudal, automatización, scada, siderúrgica

## ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	DIRECTOR	TOPIC
2015	BRIONES HOLGUÍN, Juan Carlos  TRIVIÑO SOLÍS, Víctor Eduardo	ING. GABRIEL GARCÍA	ONLINE MONITORING SYSTEM OF CONTROL VARIABLES: ULTRASOUND, TEMPERATURE, AIR, WATER FLOW IN THE DC MOTORS OF THE FINISHING TRAIN IN THE HOT LAMINATION PROCESS IN ANDEC

This current thesis topic is based on monitoring the state of the DC motors of the finishing train in the hot lamination process in the steel ANDEC, plant located in the Guasmo Central.

For this purpose programming of a S7-300 PLC which was performed by sensors such as: PT100, ultrasound, flow, processed interacting with a SCADA where shown on line operating parameters such as temperature, vibration and water flow, with an user interface amicably to be viewed by plant operators.

The software used was Step7 V5.5 in which the lines of programming made and WinCC explorer which served to make the SCADA.

The communication between Hardware and software was made in Ethernet network. This project was designed to have real and instantaneous values that serve to diagnose the state of the motor

**KEYWORDS:** monitoring variables, temperature, vibration, flow, automation, scada, steel.

## INTRODUCCIÓN

El presente tema de tesis está basado en el monitoreo automático del estado de los motores DC del proceso industrial laminación en caliente en su tren acabador en la planta siderúrgica Acerías Nacionales del Ecuador S.A. ANDEC.

Este proyecto está enfocado en lograr minimizar paradas de producción no programadas las cuales acarrearán un bajo rendimiento para el departamento Eléctrico Laminación por el cálculo de los KPI's y además de pérdidas económicas considerables para la empresa.

Se monitorearán variables como vibración, temperatura, caudal de agua y presencia de ventilación forzada en los motores DC del tren acabador los cuales ayudarán a prever posibles daños en los rodamientos de dichos motores.

Se ha dividido los capítulos de la siguiente manera:

En el Capítulo I se describen los hechos preliminares donde se detalla la problemática del proyecto, se definen variables, metodología, técnicas y los objetivos que se plantean.

En el Capítulo II se establece el marco teórico sobre el sistema desarrollado e implementado, dando a conocer los conceptos específicos de cada elemento que contiene el tablero eléctrico y el proceso.

En el Capítulo III se explican detalladamente los diferentes procesos y su implementación para la correcta ejecución del proyecto. Se dan a conocer la programación, configuración del PLC y del SCADA, detalles de la instalación del proyecto y de los equipos a ser instalados.

En el Capítulo IV se puntualizan los detalles del presupuesto del proyecto

## **CAPÍTULO 1**

### **1.1 EL PROBLEMA**

#### **1.2 El Planteamiento del Problema**

La siderúrgica ANDEC es una empresa que elabora varillas de acero para la construcción siendo una de las más importantes en el país. El área de laminación es la encargada de elaborar el producto final que llega a los distribuidores siendo, por este motivo, un proceso de vital importancia para la empresa. Al no tener un monitoreo de su tren acabador están vulnerables a paradas no programadas, que perjudican la producción ya que no se cumple con su tonelaje de entrega esperado precisamente por el motivo que no han sido programadas. Las fallas más comunes en estos motores son: vibración alta debido al mal estado de los rodamientos y esto a su vez acarrea un aumento de temperatura por una posible rotura de la jaula o pérdida de lubricación.

Otra causa de aumento de temperatura en este sistema es por la pérdida de refrigeración ya sea porque el ventilador de enfriamiento del motor se haya apagado por algún motivo o porque el caudal de agua de ingreso al radiador esté bajo.

Todos estos indicadores contribuyen a un posible fallo inesperado, que con el presente proyecto, se pretende minimizar monitoreando precisamente estas variables: vibración, temperatura, presencia de ventilación y caudal de agua.

#### **1.3 Delimitación del Problema**

En la siderúrgica ANDEC ubicada en la Av. Las Esclusas solar 9 Primer Pasaje 12C Mz 2009 (Guasmo Central) de la ciudad de Guayaquil, se acopia y procesa chatarra para la elaboración de varillas de acero para la construcción.

Se tendrá como meta poder finalizar este proyecto en un lapso no mayor a seis meses que dure el tiempo de tesis.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar e implementar un sistema de monitoreo de los motores DC y cajas reductoras del sistema Acabador del área Laminación en la planta ANDEC tomando datos en línea de variables como vibración, temperatura, presión de agua.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Diseñar un HMI mediante WINCC capaz de monitorear variables tales como: vibración, temperatura, presión de agua e indicadores de ventilación, y que muestre histórico de las alarmas que se presenten durante el proceso.
- Diseñar mediante Step-7 la programación adecuada para este proceso.
- Diseñar una red Profibus que permita la comunicación en línea desde una remota hacia un PLC general (S7-300), con valores reales tomados del proceso.
- Diseñar en AutoCAD Electrical los diagramas eléctricos del presente proyecto.
- Diseñar los planos del montaje de los equipos a utilizar.

## **1.5 Justificación**

ANDEC es una empresa siderúrgica que se caracteriza por el mejoramiento continuo de sus instalaciones y sus procesos productivos, de esta manera se pretende seguir con esta línea desarrollando e instalando en los motores dc en el tren acabador del proceso de laminación en caliente un sistema de monitoreo en línea que ayude a prevenir paradas no programadas de producción, teniendo en cuenta variables de control como lo son: ultrasonido y temperatura que permitirá tener conocimiento sobre el estado de los rodamientos de dichos motores, además de otras variables como la presencia de ventilación y el caudal de agua que contribuyen a la disipación de calor en estos motores. En la actualidad la empresa en su proceso de laminación está expuesta a estas paradas no programadas ya que no se consta con un monitoreo que ayude a prevenirlas, estas son perjudiciales para la empresa tanto productiva

como económicamente, ya que se ven obligados a parar la producción para hacer las correcciones necesarias y mantenimiento correctivo respectivo.

## **1.6 Variables e indicadores**

- **Variable Dependiente.- Desde la propuesta**

Monitoreo automático en línea del estado de los motores DC del tren acabador del proceso laminación en caliente.

- **Variable Independiente.-**

Tipo de variable a ser procesado:

- Vibración del motor.
- Temperatura de rodamientos.
- Caudal de agua para enfriamiento entrante.
- Ventilación forzada presente.

## **1.7 Metodología**

### **1.7.1 Tipo de investigación**

Se empleará un tipo de investigación tecnológico aplicada, ya que es, según su concepto, la que nos podría ayudar al desarrollo del presente proyecto.

Este tipo de investigación es una actividad que, a través de un método científico, está encaminada a descubrir nuevos conocimientos (investigación básica), a la que posteriormente se le buscan aplicaciones prácticas (investigación aplicada) para el diseño o mejoramiento de un proceso industrial, que en este caso es el mejoramiento del tren de laminación en Andec.

La investigación tecnológica aplicada se centra en la planificación basada en los procesos de aplicación, más que en la tecnología misma, así, se centra en el análisis de la forma en que se han de usar los recursos tecnológicos para el cumplimiento de

objetivos específicos, como es el caso del desarrollo del sistema de monitoreo que se está proponiendo, mediante un scada que cumplirá la tarea de diagnosticar el estado de los motores.

### **1.7.2 Finalidad de la investigación**

Obtener un conocimiento útil para resolver el problema concreto que surge principalmente en la necesidad de tratar de minimizar los tiempos de parada no programados.

#### **1.7.2.1 Objetivo técnico**

Diseñar un HMI mediante WINCC capaz de monitorear variables tales como: vibración, temperatura, presión de agua e indicadores de ventilación, y que muestre histórico de las alarmas que se presenten durante el proceso.

### **1.8 Población y muestra**

Los beneficiarios del siguiente proyecto serán principalmente los colaboradores de ANDEC que realicen sus funciones en el área de laminación, Departamento Mecánico y Eléctrico.

### **1.9 Descripción de la propuesta**

Con el fin de prevenir paradas de producción que acarreen pérdidas económicas y de equipos en la siderúrgica ANDEC, se pretende desarrollar un sistema de monitoreo en los motores DC del tren acabador que sea capaz de mostrar valores online de vibración mediante mediciones de ultrasonido, así como la temperatura con la que están trabajando los motores, para tener una idea clara del estado de sus rodamientos, además de tener indicadores sobre la presencia de ventilación y el caudal de agua presente en el radiador. Se pretende enlazar mediante red profibus una remota que reciba los datos tomados hacia un plc general y este a su vez vía Ethernet con un PC donde este un scada en el cual se logre visualizar los datos ya

procesados. Cabe recalcar que en la actualidad la empresa, en su tren acabador, no cuenta con un monitoreo de estas variables razón por la cual está propensa a paradas de producción no programadas.

### **1.10 Beneficiarios**

- **Autores**

El proyecto permitirá a Los autores aplicar conocimientos adquiridos en las aulas de la universidad y ponerlos en práctica por medio del proyecto, además de obtener el título de Ingeniero Electrónico con mención en Sistemas Industriales.

- **Universidad Politécnica Salesiana**

La Universidad se beneficiará por haber logrado la formación profesional de su alumnado integrando nuevos profesionales a la sociedad.

- **La siderúrgica ANDEC**

La siderúrgica ANDEC ya que se optimizará su producción en el área de laminación en caliente, siguiendo con el mejoramiento continuo de sus procesos.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se expondrá el material teórico necesario para entender el proceso de la empresa y de los materiales usados en la implementación del proyecto.

#### **2.1 Introducción al proceso industrial de ANDEC**

##### **2.1.1 Descripción de la Empresa.**

El crecimiento del sector de la construcción en el Ecuador -a finales de los años 60-, estaba en pleno auge y demandaba la provisión de hierro de óptima calidad, por lo que se crea ACERÍAS NACIONALES DEL ECUADOR S.A. ANDEC, el 19 de octubre de 1969, empresa que instala la primera planta laminadora ecuatoriana, para abastecer de material al mercado local.

**ANDEC S.A** se consolida en el sector de la construcción al entregar productos de excelente línea, que son utilizados en importantes proyectos de ingeniería y contribuyen al desarrollo urbanístico del país.

Los productos ANDEC S.A., en 1986, cuentan con la Certificación de Calidad otorgado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). A partir de 1994, el compromiso de seguir liderando el mercado con productos garantizados y con un equipo humano comprometido, impulsó a ANDEC S.A., a buscar la Certificación al Aseguramiento de la Calidad ISO – 9002: 1994; conseguir dicho objetivo, el 22 de febrero de 2001, implicó instaurar cambios radicales en los procesos de producción y en las técnicas de ejecución dentro de la planta.

El 31 de julio de 2003, la familia ANDEC S.A. – FUNASA, recibe la Certificación ISO 9001: 2000 al Sistema de Gestión de Calidad. A todos estos logros alcanzados por ANDEC S.A. se suma la mano de obra calificada, técnicas y tecnología adecuada, manejo de los recursos residuales, que transforman a la empresa en la primera industria siderúrgica en el Ecuador con Certificación Internacional a la Calidad.

**ANDEC S.A.** cuenta con un área destinada exclusivamente a la vigilancia del ISO 9000 que realiza permanentes auditorías internas para mantener el sistema de calidad y entregar acero altamente confiable a sus clientes y distribuidores.

En el año 2005, ANDEC S.A. incorpora a su filial FUNASA, como una división encargada de la fundición, para optimizar su crecimiento a través del aprovechamiento de sus recursos.

## **2.1.2 PRODUCTOS**

### **2.1.2.1 Varillas Soldables**

Son barras de acero de baja aleación, que recibieron tratamiento térmico controlado y adquirieron magníficas propiedades mecánicas: alta ductilidad resistencia y flexibilidad, durante el proceso de laminación, por lo que son ideales para las estructuras de hormigón armado, las construcciones de diseño sismorresistente y donde se requieran empalmes por soldadura.



**Figura 2.1** Varillas soldables

**Fuente:** ANDEC, (2014)

Recuperado de: [www.holdingdine.com/content/blogcategory/14/44/](http://www.holdingdine.com/content/blogcategory/14/44/)

Las varillas soldables se fabrican de acuerdo a la norma NTE-INEN-2167 y ASTM A-706 Internacional. Las varillas llevan la identificación exclusiva, en toda su longitud, a una distancia aproximada de un metro con sobre relieves.

### 2.1.2.2 Alambre Trefilado

Alambre obtenido por trefilación en frío, cuya sección es circular y de superficie lisa. Se utiliza para elaborar electrodos de soldadura, armaduras, postes de luz, viguetas, tapas de canalización, tuberías de hormigón armado, ganchos, pasadores, remaches, asaderos, canastillas metálicas. El alambre trefilado se elabora conforme la norma NTE-INEN-1510.

### 2.1.2.3 Armaduras Conformadas

La armadura conformada de acero ANDEC S.A. es un sistema que nace de la malla electro soldada, la misma que al ser doblada compone una estructura conformada. La armadura de acero o el conformado, optimizan el armado, simplifica la utilización del acero en obra, elimina completamente los desperdicios del material en obra, genera ahorros significativos de costos para el constructor y promueve la demanda en grandes proyectos habitacionales y otros.

Las armaduras conformadas se aplican en cimentaciones, riostras, columnas, vigas para losas, cubiertas y dinteles.



**Figura 2.2** Armaduras conformadas

**Fuente:** ANDEC, (2014)

Recuperado de: [www.holdingdine.com/content/blogcategory/14/44/](http://www.holdingdine.com/content/blogcategory/14/44/)

#### **2.1.2.4 Ángulos**

Productos de acero obtenidos por laminación de palanquilla en caliente, cuya configuración transversal tiene la forma de un ángulo recto de lados iguales.

Los ángulos se emplean en viaductos, torres de energía eléctrica, ferrocarriles, construcción naval. Se produce de acuerdo a la norma NTE-INEN-2224.

#### **2.1.2.5 Alambrón**

Producto laminado en caliente, de sección circular maciza, diámetro no inferior a 5.5mm y se presenta en rollos. Material adecuado para la trefilación y elaboración de electro mallas, clavos, remaches, grapas, alambres, cadenas, entre otros. Se elabora en base a la norma NTE-INEN-1324.



**Figura 2.3** Alambrón

**Fuente:** ANDEC, (2014)

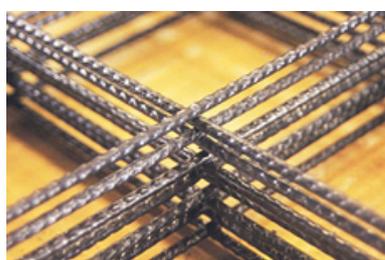
Recuperado de: [www.holdingdine.com/content/blogcategory/14/44/](http://www.holdingdine.com/content/blogcategory/14/44/)

#### **2.1.2.6 Alambre Grafilado**

Se obtiene por trefilación y posterior conformación en frío. La superficie presenta resaltes uniformemente distribuidos con el objeto de aumentar su adherencia con el hormigón. Excelente material para elaborar mallas electro soldadas y como refuerzo en estructuras de hormigón armado. Se fabrica según la norma NTE-NEN-1511.

### 2.1.2.7 Mallas Electro Soldadas

Alambres de acero conformado o liso, que se entrecruzan; cuyos puntos de contacto se sueldan por el proceso de soldadura por resistencia eléctrica. Se utilizan en la construcción de losas de entrepiso, cubiertas, cisternas, piscinas, canchas, muros de contención, paredes, pisos, terrazas, pistas de aeropuertos, decoración, canchas y canales hidráulicos. Las electro mallas son producidas en forma plana, de acuerdo a la norma ecuatoriana INEN 2209 e internacional ASTM A-479 y ASTM A-185. Son comercializadas por paneles en dimensión de 6.25 x 2.40 metros.



**Figura 2.4** Mallas electro-soldadas

**Fuente:** ANDEC, (2014)

Recuperado de: [www.holdingdine.com/content/blogcategory/14/44/](http://www.holdingdine.com/content/blogcategory/14/44/)

### 2.1.2.8 Barras Cuadradas

Producto de acero de sección cuadrada, uniforme y superficie lisa, obtenido a partir de palanquillas laminadas en caliente. Material utilizado en rejas, puertas, ventanas, cerramientos, carpintería metálica y cerrajería industrial. Se producen de acuerdo a la norma NTE-INEN-2222.



**Figura 2.5** Barras cuadradas

**Fuente:** ANDEC, (2014)

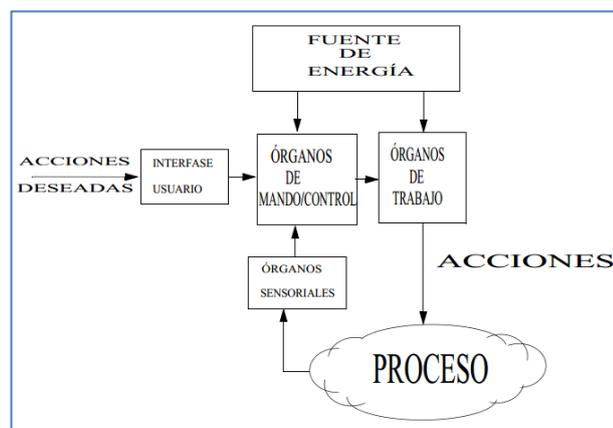
Recuperado de: [www.holdingdine.com/content/blogcategory/14/44/](http://www.holdingdine.com/content/blogcategory/14/44/)

## 2.2 INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN

### 2.2.1 CONCEPTOS

Automatismo: Sistema que permite ejecutar una o varias acciones sin intervención manual. Automatización: Aplicación de sistemas automáticos en la realización de un proceso.

#### Elementos de un sistema automático



**Figura 2.6** Elementos de un sistema automático

**Fuente:** Universidad de Huelva

Recuperado de: [http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto\\_trans-tema1.pdf](http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto_trans-tema1.pdf)

#### Acciones

Actuación sobre el medio o proceso, con frecuencia son operaciones que se pueden repetir indefinidamente. Suelen ser acciones humanas susceptibles de ser sustituidas por acciones mecánicas realizadas por los órganos de trabajo.

#### Fuentes de Energía

Las operaciones y movimientos de los sistemas automáticos suponen un gasto energético que ha de ser aportado por un medio externo. Suele denominarse fuente

de potencia a aquella que suministra energía a los órganos de trabajo que actúan sobre el proceso. Las funciones propias del sistema automático también necesitan de un soporte energético.

### **Órganos de Mando/Control**

Representa el sistema que decide cuando realizar las acciones, que acciones realizar, y en su caso, el valor que han de tener algunos de los parámetros que definen una acción o tarea.

### **Órganos Sensoriales**

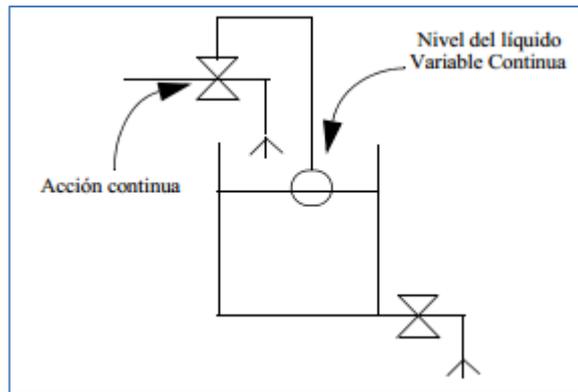
Son sistemas cuya misión consiste en captar o medir determinados valores o magnitudes durante la realización del proceso. Estos órganos proporcionan información a los órganos de mando para que estos puedan dividir consecuentemente.

## **2.2.2 TÉCNICAS DE CONTROL Y MANDO.**

### **Procesos Continuos**

Las magnitudes que determinan la evolución del proceso cambian de forma continua en el tiempo. Existe una similitud entre los procesos continuos y los sistemas electrónicos analógicos.

Ejemplo.- Sistema de llenado de una caldera industrial, se trata de mantener el nivel un líquido. La altura cambia de forma continua.



**Figura 2.7** Proceso continuo

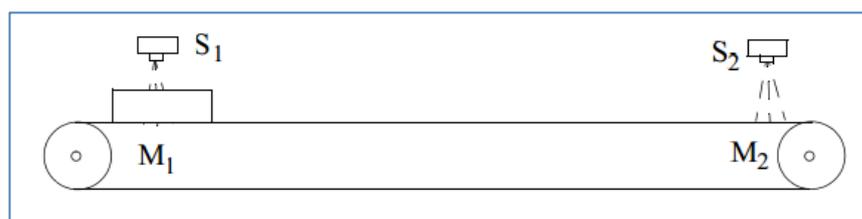
**Fuente:** Universidad de Huelva

Recuperado de: [http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto\\_trans-tema1.pdf](http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto_trans-tema1.pdf)

### Procesos Discretos o Discontinuos

Las magnitudes que determinan la evolución del proceso cambian de forma discreta o discontinua y suelen tomar solo determinados valores. El sistema evoluciona mediante eventos. Estos procesos son también conocidos como procesos de eventos discretos. En los procesos discretos se actúa sobre objetos concretos también llamados elementos discretos.

Ejemplo- Una cinta transportadora



**Figura 2.8** Proceso discontinuo

**Fuente:** Universidad de Huelva

Recuperado de: [http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto\\_trans-tema1.pdf](http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto_trans-tema1.pdf)

La cinta se accionará hacia la derecha si  $S_1$  detecta la presencia de un objeto al comienzo de la misma, y se detendrá cuando  $S_2$  detecte el objeto. La cinta se

accionará hacia la izquierda si S2 detecta la presencia de un objeto al comienzo de la misma, y se detendrá cuando S1 detecte el objeto. Las magnitudes que definan la evolución del proceso son: la detección del objeto al comienzo; la detección del objeto al final y la marcha o paro de los motores. Dichas magnitudes solo pueden tomar dos valores, detectado o no detectado, en marcha o parado.

### **Procesos por Lotes.**

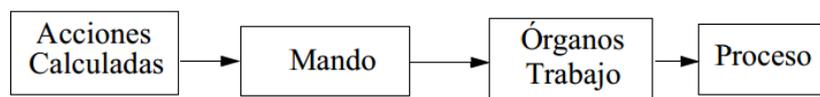
Son procesos discretos en los que intervienen más de un elemento o pieza inicial para ser transformados en un solo producto.

### **Regulación Automática.**

Mecanismos que permiten actuar durante un proceso continuo con el fin de que las magnitudes alcance un valor determinado. Cuando este valor se mantiene constante en el tiempo se dice que se está ante un problema de regulación. Cuando este valor varía en el tiempo se dice que se está ante un problema de servomecanismo.

### **Control en Bucle Abierto**

Los órganos de mando o control actúan sobre el proceso de acuerdo a unos objetivos previamente establecidos. No existe transmisión de información desde el proceso a los órganos de mando.



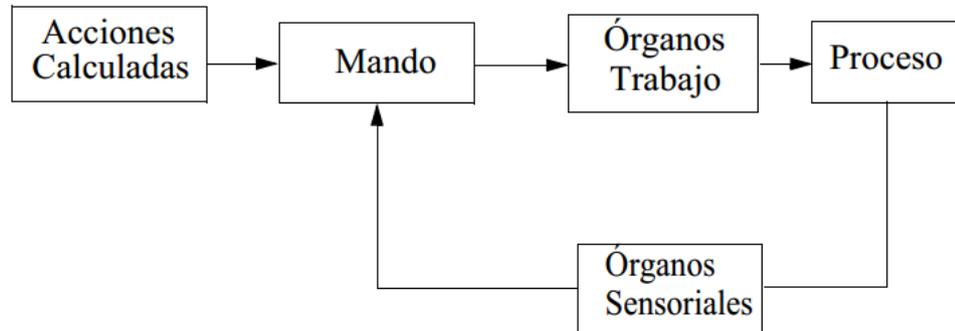
**Figura 2.9** Bucle abierto

**Fuente:** Universidad de Huelva

Recuperado de: [http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto\\_trans-tema1.pdf](http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto_trans-tema1.pdf)

## Control en Bucle Cerrado

Los sistemas de mando consideran la información recibida del proceso para modificar en función de ellas la acción a realizar.



**Figura 2.10** Bucle cerrado

**Fuente:** Universidad de Huelva

Recuperado de: [http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto\\_trans-tema1.pdf](http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto_trans-tema1.pdf)

## Tipos de Control Secuencial

### *Asíncrono*

La transición de estado se produce únicamente debido a los cambios en las variables del proceso.

### *Síncrono*

Las transiciones en las variables y en los estados se producen de forma sincronizada mediante pulsos de un reloj de frecuencia fija.

## 2.2.3 SISTEMAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN

### *Sistemas de Automatización Mecánica*

Mecanismos habituales: Engranajes, correas de transmisión, palancas etc.

Ejemplos: Tornos, Fresadoras, Relojes Mecánicos etc.

### ***Sistemas de Automatización Neumática***

Mecanismos Habituales: Compresores, electroválvulas, émbolos etc.

Ejemplos: Frenos de Ferrocarriles, máquinas de disparo neumático etc.

### ***Sistemas de Automatización Hidráulica***

Presenta características muy similares a los mecanismos neumáticos, solo que el mando hidráulico tiene un tiempo de respuesta inferior al mando neumático.

Ejemplos: dirección de automóvil, prensas hidráulicas....

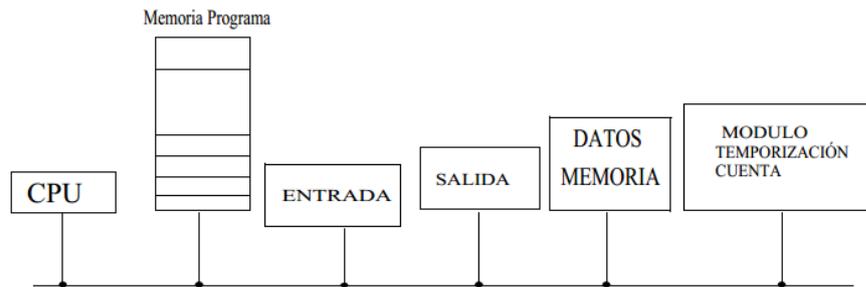
### ***Automatización Eléctrica y Electrónica***

Es la más extendida en la actualidad, los sistemas de actuación eléctrica son bien conocidos, motores, actuadores electromagnéticos, etc. El mando eléctrico suele implantarse mediante relés. El mando electrónico puede ser implementado mediante componentes electrónicos discretos digitales o mediante sistemas de lógica programable (FPGA). El método de automatización electrónico más extendido es el microprocesador.

#### **2.2.4 SISTEMAS PLC**

*PLC*: máquina electrónica programable por personal no informático, destinada a cumplir en un ambiente industrial y en tiempo real funciones de automatismos lógicos, combinatorios y secuenciales.

### *Diagrama de bloques*



**Figura 2.11** Diagrama en bloques de un PLC

**Fuente:** Universidad de Huelva

Recuperado de: [http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto\\_trans-tema1.pdf](http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto_trans-tema1.pdf)

### *Ciclo de control/tratamiento PLC:*

- Leer entradas
- Calcula salidas
- Escribir salidas

### *Tipo de Operaciones:*

- Entrada / Salida
- Lógicas: AND, OR
- Temporizadores y cuenta: TIM, CNT
- Aritméticas

- Salto

### **Memoria:**

- SW de explotación: (ROM) es el que se dedica a las tareas fijas del ciclo. (Leer entradas, lanzar salida, temporizar).

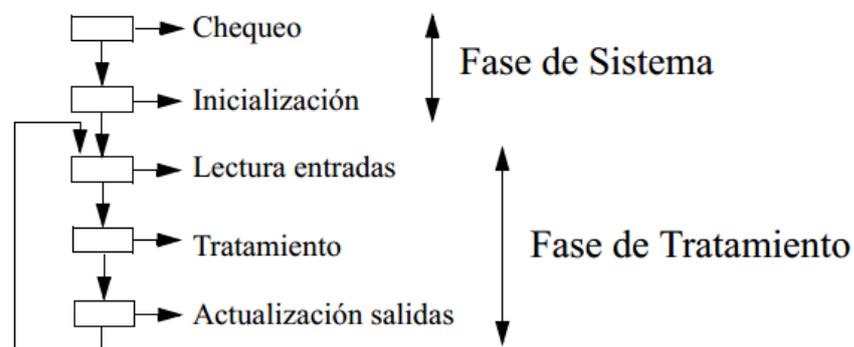
- Memoria de programa: (EPROM /RAM): Almacena variables y asocia Entradas / Salida. -- Memoria de datos: Almacena variables asociadas a las entradas/ salidas

### **Entrada / Salida:**

- Son módulos de 8/16 señales de E/S. Estos módulos traducen los valores de las señales y además aseguran aislamiento galvánico.

### **Ciclos de funcionamiento:**

Durante el funcionamiento del autómeta se pueden distinguir dos fases:



**Figura 2.12** Ciclo de funcionamiento

**Fuente:** Universidad de Huelva

Recuperado de: [http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto\\_trans-tema1.pdf](http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto_trans-tema1.pdf)

## **2.3 SUPERVISIÓN**

### **2.3.1 Sistemas SCADA**

#### **Introducción**

Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un sistema basado en computadores que permiten supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo.

Hoy en día es fácil hallar un sistema scada, realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador.

Provee de toda la información que se genera en el proceso productivo supervisando, controlando calidad y producción, almacenamiento de datos, etc. y permite su gestión e intervención.

Para evaluar si un sistema Scada es necesario para manejar una instalación dada, el proceso a controlar debe cumplir las siguientes características:

- El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- El proceso esta geográficamente distribuido.
- La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo.
- La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como toma de decisiones, tanto operacionales como gerenciales.
- La complejidad y velocidad del proceso.

#### **2.3.1.1 Control mediante PC**

Las PCs industriales se utilizan en:

- En la supervisión y control de la producción (gran volumen de datos y potente interfaz gráfica), como maestros de una red de PLCs y controladores digitales.
- En el control directo de la planta mediante tarjetas y módulos E/S o interfaces E/S remotas.
- Ventajas: Procesamiento y visualización de datos, no críticos en el tiempo, y trabajo en red.
- Desventajas: Tiempo real, confiabilidad, baja protección ambiental y robustez.

### **2.3.1.2 Funciones avanzadas del SCADA:**

- Derivan de la potencia de cálculo de la PC y corresponden a tareas del nivel de supervisión.
- Pasarela: Integración vertical de la información. Transmisión entre dispositivos de campo y niveles de gestión.
- Base de datos: Gestión de una base de datos con señales de proceso.
- Representación gráfica de datos: Se representan la tendencia de las señales, permitiendo acciones predictivas. Generación de históricos de señal de planta.
- Explotación e interpretación de datos: Módulos para Gestión de Calidad, Control Estadístico, Gestión Administrativa y Financiera (herramientas externas al SCADA + Base de datos flexible)
- Gestión de alarmas: Paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias y de los eventos asociados a la alarma.
- Rutinas de control: programación en lenguajes superiores de operaciones de control no críticas en tiempo, modificación de consignas y programas de PLCs y/o cálculo numérico de elevada resolución.

### **Requisitos**

- Sistemas de arquitectura abierta, capaces de interactuar con otros fabricantes (drivers).

- Comunicación, de forma transparente al usuario, con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión).
- Escalables y configurables.

## **2.4 INTRODUCCIÓN A STEP7 V5.5**

### **2.4.1 ¿En qué consiste el software STEP 7?**

STEP 7 es el software estándar para configurar y programar los sistemas de automatización SIMATIC. STEP 7 forma parte del software industrial SIMATIC. El software estándar STEP 7 presenta las siguientes variantes:

- STEP 7-Micro/DOS y STEP 7-Micro/WIN para aplicaciones stand-alone sencillas en sistemas de automatización SIMATIC S7-200.

- STEP 7 para aplicaciones en sistemas de automatización SIMATIC S7-300/400, SIMATIC M7-300/400 y SIMATIC C7 con funciones ampliadas:

- ampliable con los productos de software opcionales integrados en el Software Industrial SIMATIC.

- Posibilidad de parametrizar bloques de función y de comunicación

- Forzado y modo multiprocesador

- Comunicación de datos globales

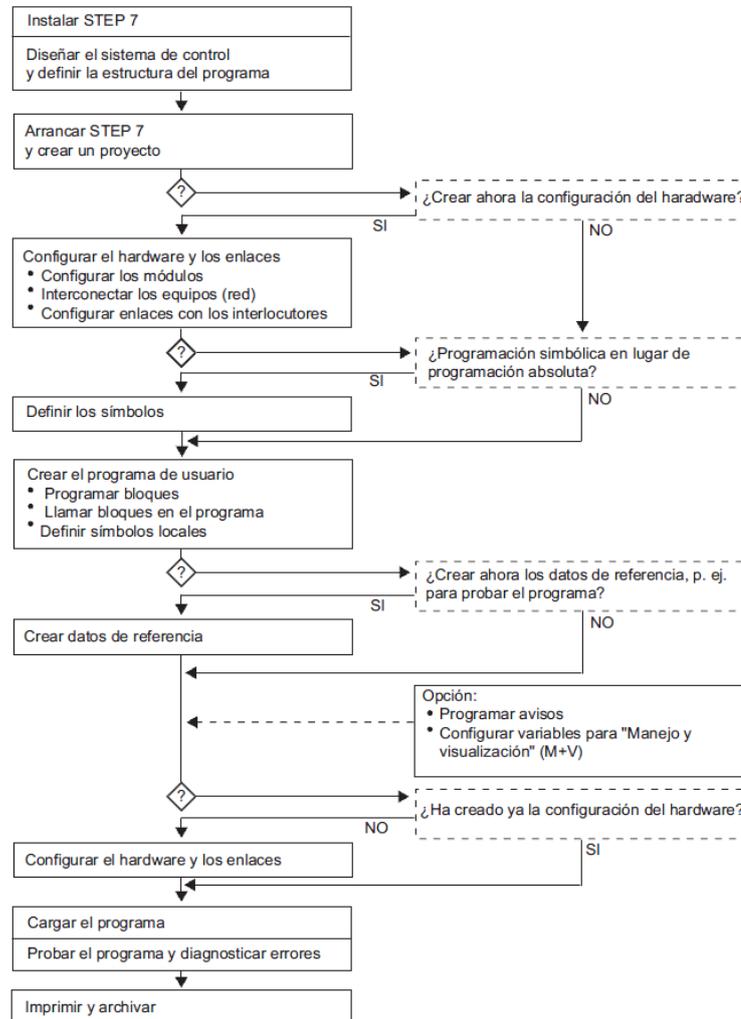
- Transferencia de datos controlada por eventos con bloques de comunicación y de función

- Configuración de enlaces

#### **2.4.1.1 Trabajos básicos**

Al crear una solución de automatización con step 7 se deben realizar los trabajos que describiremos a continuación. La siguiente figura muestra las tareas básicas que se deben Realizar en la mayoría de los proyectos, las cuales aparecen representadas

en la figura en Forma de organigrama, al cual nos referiremos como "guía de orientación de step 7".



**Figura 2.13** Guía de orientación de step 7

**Fuente:** Manual siemens

Recuperado de:

[https://cache.automation.siemens.com/dnl/jExNDU0NwAA\\_18652056\\_HB/S7prv54\\_s.pdf](https://cache.automation.siemens.com/dnl/jExNDU0NwAA_18652056_HB/S7prv54_s.pdf)

#### 2.4.1.2 Procedimientos alternativos

Como muestra la figura anterior, hay dos procedimientos alternativos:

- Puede configurar primero el hardware y programar luego los bloques, o bien
- programar primero los bloques sin tener que configurar antes el hardware. Esto es especialmente recomendable cuando se deban realizar trabajos de mantenimiento, p.ej. al integrar bloques programados en un proyecto ya existente.

#### **2.4.1.3 Resumen de los pasos a realizar:**

- ***Instalar STEP 7 y claves de licencia***

Al utilizar STEP 7 por primera vez, es preciso instalar el software y transferir las claves de licencia residente en el disquete al disco duro (consulte también Instalar STEP 7 y Autorización).

- ***Diseñar el control***

Antes de trabajar con STEP 7, planifique su solución de automatización dividiendo primero el proceso en diversas tareas y creando luego un plano de configuración (consulte también Procedimiento básico para diseñar una solución de automatización).

- ***Crear la estructura del programa***

Las tareas descritas en el diseño del control se tienen que plasmar en un programa estructurado en base a los bloques disponibles en STEP 7 (consulte también Bloques en el programa de usuario).

- ***Iniciar STEP 7***

STEP 7 se arranca desde el interface de Windows (consulte también Arrancar STEP 7).

- ***Crear la estructura del proyecto***

Un proyecto es una carpeta que contiene todos los datos estructurados jerárquicamente, estando disponibles en cualquier momento. Tras crear un proyecto, todos los demás trabajos se realizan en el mismo (consulte también Estructura de los proyectos).

- ***Crear el equipo***

Al crear el equipo se define el sistema de automatización utilizado: p.ej. SIMATIC 300, SIMATIC 400, SIMATIC S5 (consulte también Insertar equipos).

- ***Configurar el hardware***

Al configurar el hardware se define en una tabla de configuración qué módulos se utilizarán para la solución de automatización y a través de qué direcciones se accederá a los módulos desde el programa de usuario. Además, las propiedades de los módulos se pueden ajustar mediante parámetros (consulte también Pasos fundamentales para configurar el hardware).

- ***Configurar redes y enlaces de comunicación***

Para poder establecer comunicaciones con otras estaciones primero hay que configurar una red. Para ello se deben crear las subredes necesarias para la red de autómatas, definir las propiedades de las subredes, parametrizar las propiedades de conexión de los equipos que la integran, así como determinar los enlaces de comunicación requeridos (consulte también Procedimiento para configurar una subred).

- ***Definir los símbolos***

En lugar de utilizar direcciones absolutas es posible definir símbolos locales o globales en una tabla de símbolos, empleando nombres autoexplicativos que se utilizarán luego en el programa (consulte también Crear una tabla de símbolos)

- ***Crear el programa***

El programa, que puede estar asignado o no a un módulo, se crea utilizando uno de los lenguajes de programación disponibles. Después se deposita en una carpeta en forma de bloque, fuente o esquema (consulte también Procedimiento básico para crear bloques lógicos y Nociones básicas para programar en fuentes AWL).

- ***Sólo S7: Crear y evaluar los datos de referencia***

Los datos de referencia se pueden utilizar para poder comprobar y modificar más fácilmente el programa de usuario (consulte también Sinopsis de los posibles datos de referencia).

- ***Configurar avisos***

Por ejemplo, se pueden crear avisos de bloques con sus textos y atributos. Utilizando el programa de transferencia, los datos de configuración de avisos que se hayan creado se transfieren al contingente de datos del sistema de manejo y visualización (p.ej. SIMATIC WinCC, SIMATIC ProTool), consulte también Configurar avisos.

- ***Configurar variables M+V***

En STEP 7 se crea una sola vez una variable M+V, asignándole a la misma los atributos deseados. Utilizando el programa de transferencia, las variables M+V que se hayan creado se transfieren al contingente de datos del sistema de manejo y visualización WinCC (consulte también Configurar variables para manejo y visualización).

- ***Cargar programas en el sistema de destino***

Sólo para S7: Tras concluir la configuración, la parametrización y la creación del programa, es posible cargar el programa de usuario entero o cualquiera de sus bloques en el sistema de destino (módulo programable perteneciente a la configuración de hardware; consulte también Requisitos para cargar). La CPU ya contiene el sistema operativo.

Sólo para M7: Elija el sistema operativo más adecuado para su solución de automatización y cárguelo desde el soporte de datos deseado en el sistema de destino M7, bien sea por separado o junto con el programa de usuario.

- ***Comprobar los programas***

Sólo para S7: Para probar el programa puede visualizar los valores de las variables de su programa de usuario o de una CPU, asignarles valores a las mismas y crear una tabla de las variables que desea visualizar o forzar (consulte también Introducción al test con tablas de variables).

Sólo M7: Comprobar el programa de usuario utilizando un depurador con un lenguaje de alto nivel.

- ***Vigilar el funcionamiento, diagnosticar el hardware***

La causa de un fallo en un módulo se determina visualizando informaciones online acerca del mismo. La causa de un fallo en la ejecución del programa de usuario se determina evaluando el búfer de diagnóstico y el contenido de las pilas. Asimismo es posible comprobar si un programa de usuario se puede ejecutar en una CPU determinada (consulte también Diagnosticar el hardware y buscar errores).

- ***Documentar la instalación***

Tras crear un proyecto o una instalación es recomendable documentar claramente los datos del proyecto para facilitar las tareas de ampliación y modificación y los trabajos de mantenimiento (consulte también Imprimir la documentación de un proyecto). DOCPRO, la herramienta opcional para crear y gestionar la documentación de la instalación, permite estructurar los datos del proyecto, prepararlos en forma de manuales de circuitos normalizados e imprimirlos con un diseño homogéneo.

## **2.4.2 El software estándar STEP 7**

### **Estándares utilizados**

Los lenguajes de programación SIMATIC integrados en STEP 7 cumplen con la norma DIN EN 6.1131-3. El software estándar se ejecuta bajo los sistemas operativos MS Windows 2000 Professional (en adelante llamado Windows 2000) y MS Windows XP Professional (en adelante llamado Windows XP) y MS Windows Server 2003, estando adaptado a su funcionamiento gráfico y orientado a los objetos.

### **Funciones del software estándar**

El software estándar le asiste en todas las fases de creación de soluciones de automatización, tales como:

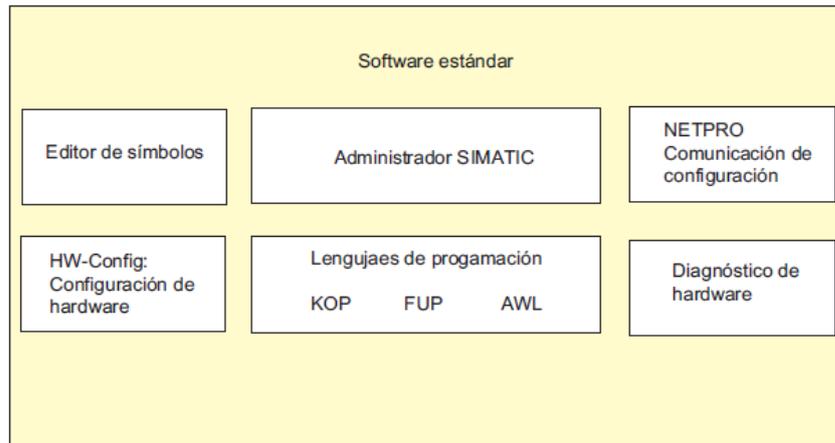
- Crear y gestionar proyectos
- Configurar y parametrizar el hardware y la comunicación
- Gestionar símbolos
- Crear programas, p.ej. Para sistemas de destino s7
- Cargar programas en sistemas de destino
- Comprobar el sistema automatizado
- Diagnosticar fallos de la instalación

El interface de usuario del software STEP 7 ha sido diseñado siguiendo los criterios ergonómicos más avanzados, lo que permite conocer rápidamente sus funciones.

La documentación del software STEP 7 contiene la información completa en la Ayuda en pantalla y en los manuales electrónicos en formato PDF.

### **Herramientas auxiliares**

El software estándar STEP 7 ofrece toda una serie de herramientas:



**Figura 2.14** Herramientas auxiliares

**Fuente:** Manual siemens

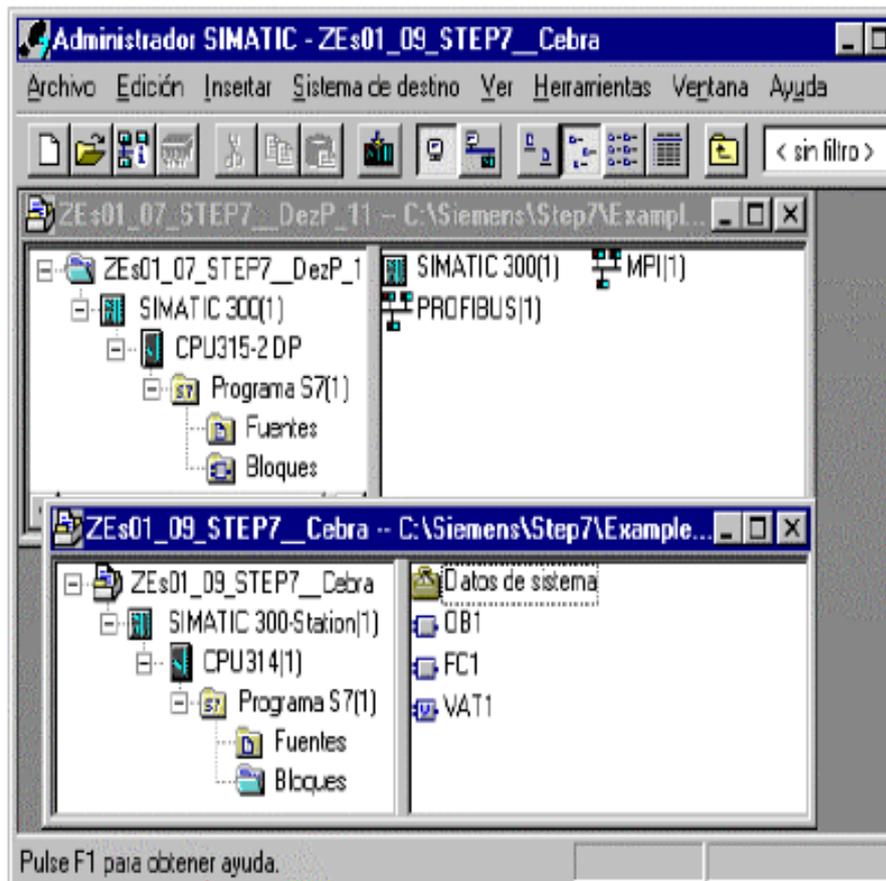
Recuperado de:

[https://cache.automation.siemens.com/dnl/jExNDU0NwAA\\_18652056\\_HB/S7prv54\\_s.pdf](https://cache.automation.siemens.com/dnl/jExNDU0NwAA_18652056_HB/S7prv54_s.pdf)

Las herramientas no se deben llamar por separado, puesto que arrancan automáticamente al seleccionarse una determinada función o al abrirse un objeto.

### 2.4.3 Administrador SIMATIC

El Administrador SIMATIC gestiona todos los datos pertenecientes al proyecto de automatización, independientemente del sistema de destino (S7/M7/C7) donde se encuentren. El Administrador SIMATIC arranca automáticamente las herramientas necesarias para tratar los datos seleccionados.



**Figura 2.15** Administrador Simatic

**Fuente:** Los autores

### Editor de símbolos

Con el editor de símbolos se gestionan todas las variables globales. Se dispone de las siguientes funciones:

- Definir nombres simbólicos y comentarios para las señales del proceso (entradas y salidas), las marcas y los bloques,
- Funciones de ordenación,
- Importación/exportación de/hacia otros programas de windows.

Todas las herramientas pueden acceder a la tabla de símbolos creada. Por consiguiente, detectan automáticamente si se ha modificado un parámetro de un símbolo.

## **Diagnóstico del hardware**

El diagnóstico del hardware permite visualizar el estado del sistema de automatización, mostrando una vista general en la que aparece un símbolo cuando alguno de los módulos presenta un fallo o no. Con un doble clic en el módulo averiado se visualizan información detallada sobre el error. El volumen de información disponible depende del módulo en cuestión:

- Visualización de informaciones generales sobre el módulo (p.ej. Número de referencia,
- Versión, denominación) y sobre su estado (p.ej. Fallo),
- Visualización de los fallos del módulo (p.ej. Errores de canal) de la periferia centralizada y
- De los esclavos dp,
- Visualización de los avisos del búfer de diagnóstico.

En el caso de las CPUs se visualizan además las siguientes informaciones:

- Causas de una ejecución errónea del programa de usuario,
- Duración del ciclo (máximo, mínimo y último),
- Características y grado de utilización de la comunicación mpi,
- Datos característicos (cantidad de entradas y salidas, marcas, contadores, temporizadores y bloques posibles).

## **Lenguajes de programación**

Los lenguajes de programación KOP, AWL y FUP para S7-300/400 son parte integrante del software estándar.

- KOP (esquema de contactos) es un lenguaje de programación gráfico. La sintaxis de las instrucciones es similar a la de un esquema de circuitos. KOP permite observar la circulación de la corriente a través de contactos, elementos complejos y bobinas.

- AWL (lista de instrucciones) es un lenguaje de programación textual orientado a la máquina. En un programa creado en AWL, las instrucciones equivalen en gran medida a los pasos con los que la CPU ejecuta el programa. Para facilitar la programación, AWL se ha ampliado con estructuras de lenguajes de alto nivel (tales como accesos estructurados a datos y parámetros de bloques).
- FUP (diagrama de funciones) es un lenguaje de programación gráfico que utiliza los cuadros del álgebra booleana para representar la lógica. Asimismo, permite representar funciones complejas (p.ej. funciones matemáticas) mediante cuadros lógicos.

#### **2.4.4 HW-Config: Configuración del hardware**

Esta herramienta se utiliza para configurar y parametrizar el hardware de un proyecto de automatización. Se dispone de las siguientes funciones:

- Para configurar el sistema de automatización, se eligen primero los bastidores (racks) de un catálogo electrónico y luego se asignan los módulos seleccionados a los slots de los bastidores.
- La configuración de la periferia descentralizada se efectúa del mismo modo. También se asiste la periferia canal a canal (granular).
- Al parametrizar la CPU se pueden ajustar mediante menús propiedades tales como el comportamiento en el arranque y la vigilancia del tiempo de ciclo. Se asiste el modo multiprocesador. Los datos introducidos se depositan en bloques de datos del sistema.
- Al configurar los módulos, todos los datos se pueden ajustar en cuadros de diálogo. No es preciso efectuar ajustes mediante los interruptores DIP. La parametrización de los módulos se efectúa automáticamente durante el arranque de la CPU. Por consiguiente se puede p.ej. sustituir un módulo sin necesidad de repetir la parametrización.
- La parametrización de módulos de función (FMs) y de procesadores de comunicaciones (CPs) se efectúa con la misma herramienta de configuración del hardware de forma idéntica a como se parametrizan los demás módulos.

Para los FM y CP se dispone de cuadros de diálogo específicos de los módulos (que forman parte del volumen de suministro del paquete de funciones FM/CP). El sistema impide que se efectúen entradas incorrectas, ya que los cuadros de diálogo sólo ofrecen las entradas admisibles.

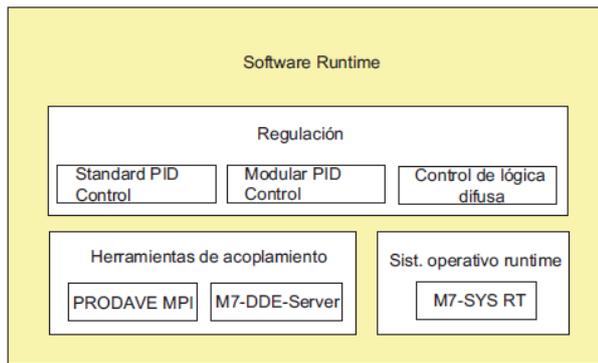
#### **2.4.5 Configurar redes y enlaces**

- Se soporta PROFINET IO con comunicación IRT (Isochronous Realtime). De este modo también es posible configurar para PROFINET IO tiempos de ciclo cortos y equidistantes.
- Manejo mejorado de la inserción de dispositivos IO copiados en otro equipo. Si las direcciones IP ya están ocupadas, es posible establecer cuál será su comportamiento al insertarlos (conservar las direcciones o asignarlas nuevamente)
- Al igual que en el caso de los esclavos PROFIBUS DP ahora también es posible ajustar la supervisión de respuesta en los esclavos PROFINET IO: como propiedad de objeto del dispositivo IO en la ficha "Ciclo IO".
- Si utiliza componentes ópticos para PROFIBUS DP: en configuraciones con anillo óptico es posible especificar los OLM utilizados. El cálculo de los parámetros de bus resulta más preciso y en caso de utilizar componentes más potentes se acorta el tiempo de ciclo del bus.

#### **2.4.6 Software Runtime**

El Software Runtime abarca programas ya listos que se pueden llamar desde el programa de usuario. El Software Runtime se incorpora directamente en la solución de automatización e incluye:

- Regulaciones para SIMATIC S7, p.ej. Regulaciones estándar, modulares y de lógica difusa
- Herramientas para acoplar los sistemas de automatización con aplicaciones de Windows
- Un sistema operativo de tiempo real para SIMATIC M7.



**Figura 2.16** Software Runtime

**Fuente:** Manual siemens

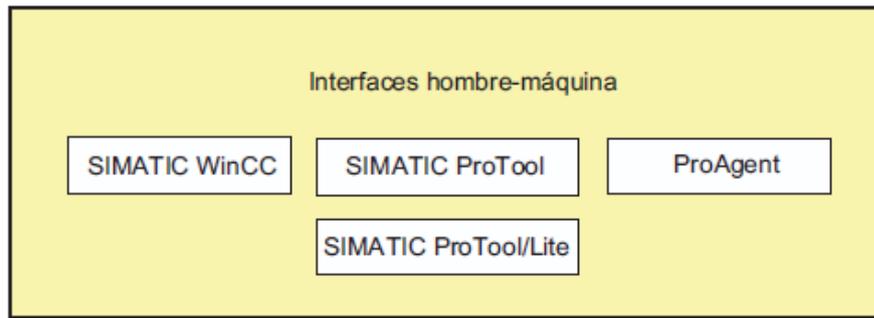
Recuperado de:

[https://cache.automation.siemens.com/dnl/jExNDU0NwAA\\_18652056\\_HB/S7prv54\\_s.pdf](https://cache.automation.siemens.com/dnl/jExNDU0NwAA_18652056_HB/S7prv54_s.pdf)

#### 2.4.7 Interfaces hombre-máquina

Human Machine Interface, el software especial de manejo y visualización para SIMATIC.

- El sistema abierto de visualización de procesos SIMATIC WinCC es un sistema básico independiente del ramo y de la tecnología, que incorpora todas las funciones importantes de control y supervisión.
- SIMATIC ProTool y SIMATIC ProTool/Lite son herramientas modernas para configurar los paneles de operador SIMATIC y los equipos compactos SIMATIC C7.
- ProAgent facilita un diagnóstico de procesos puntualizado y rápido en instalaciones y máquinas, averiguando informaciones relativas a la ubicación y a la causa del error.



**Figura 2.17** Interfaz hombre-máquina

**Fuente:** Manual siemens

Recuperado de:

[https://cache.automation.siemens.com/dnl/jExNDU0NwAA\\_18652056\\_HB/S7prv54\\_s.pdf](https://cache.automation.siemens.com/dnl/jExNDU0NwAA_18652056_HB/S7prv54_s.pdf)

#### **2.4.8 Instalar STEP 7**

STEP 7 contiene un programa que efectúa la instalación automáticamente. En la pantalla van apareciendo instrucciones que le conducirán paso a paso por todo el proceso de instalación. Dicho programa se inicia de la forma usual en Windows 2000/XP/Server 2003 para instalar software.

Las principales fases de la instalación son:

- Copiar los datos en el sistema de origen,
- Instalar los drivers para la eprom y la comunicación,
- Instalar las claves de licencia (opcional).

**Nota:** Las unidades de programación de SIEMENS se suministran con software STEP 7 a instalar en el disco duro.

##### **2.4.8.1 Requisitos de instalación**

Sistema operativo Microsoft Windows 2000, Windows XP. Windows Server 2003

- Hardware básico

- PC o unidad de programación (PG) con
- procesador Pentium (600 MHz),
- memoria RAM: 32 MB como mínimo 256 MB
- monitor color, teclado y ratón compatibles con Microsoft Windows.

Una unidad de programación (PG) es un ordenador personal compacto e idóneo para fines industriales. Posee el equipamiento completo para programar los sistemas de automatización SIMATIC.

- Capacidad de memoria

En el archivo "LEAME.WRI" se indica el espacio de memoria requerido en el disco duro.

- Interface MPI (opcional)

El interface MPI entre el sistema de origen (unidad de programación o PC) y el sistema de destino sólo es necesario para comunicarse en STEP 7 vía MPI con el sistema de destino.

Utilice para ello:

- un PC-Adapter USB conectado al interface de comunicación de su unidad de programación o
- una tarjeta MPI (p.ej. un CP 5611) incorporada en el ordenador.

#### **2.4.9 Ajustar el interface PG/PC**

Los ajustes que se efectúen aquí determinan la comunicación entre la PG/el PC y el sistema de automatización. Durante la instalación aparece un cuadro de diálogo que permite ajustar el interface de la PG/del PC. El cuadro de diálogo también se puede visualizar después de la instalación, llamando el programa "Ajustar interface

PG/PC". Así es posible cambiar los parámetros del interface a posteriori, independientemente de la instalación.

### **Procedimiento básico**

Para poder utilizar un interface es preciso:

- Realizar los ajustes necesarios en el sistema operativo y
- Parametrizar el interface de forma adecuada

Si utiliza un PC con una tarjeta MPI o con procesadores de comunicaciones (CP), compruebe a través del "Panel de control" de Windows la asignación de interrupciones y de direcciones para asegurarse de que no se presenten conflictos de interrupciones y de que las áreas de direccionamiento no se solapen.

Windows 2000 y Windows XP y Windows Server 2003 ya no soportan el componente ISA MPI-ISA-Card, por lo que no se ofrecen para la instalación.

Para simplificar la parametrización del interface de la PG/del PC, es posible elegir en varios cuadros de diálogo entre diversos juegos predeterminados de parámetros básicos (parametrizaciones de interfaces).

#### **2.4.9.1 Parametrizar el interface PG/PC**

Proceda de la forma siguiente (en la Ayuda en pantalla se incluye una descripción detallada al respecto):

1. En el "Panel de control" de Windows, haga doble clic en el icono "Ajustar interface PG/PC".
2. Ajuste "S7ONLINE" en el cuadro "Punto de acceso de la aplicación".
3. En la lista "Parametrización utilizada", elija la parametrización deseada. Si no se visualiza la parametrización deseada, deberá instalar previamente un módulo o un protocolo mediante el botón "Seleccionar". La parametrización del interface se creará entonces automáticamente. En los sistemas Plug&Play, los CPs aptos para

Plug&Play (CP 5611 y CP 5511) no se pueden instalar manualmente. Éstos se integran automáticamente en "Ajustar interface PG/PC" si se encuentran montados en el hardware de la PG/el PC.

- Si elige un interface **con reconocimiento automático de los parámetros de bus** (p.ej.: CP 5611 (Auto)), puede conectar la PG o el PC a MPI o a PROFIBUS, sin necesidad de ajustar previamente los parámetros de bus. No obstante, si la velocidad de transferencia es inferior a 187,5 kbit/s, se pueden producir tiempos de espera de hasta un minuto.

**Requisito para el reconocimiento automático:** Hay maestros conectados al bus que distribuyen cíclicamente parámetros de bus. Este es el caso en todos los nuevos componentes MPI. En las subredes PROFIBUS, la distribución cíclica de los parámetros de bus no puede estar desconectada (ajuste estándar de red PROFIBUS).

- Si se elige un interface **sin reconocimiento automático de los parámetros de bus**, habrá que visualizar las propiedades y adaptarlas a la subred.

Asimismo, es preciso efectuar cambios cuando se presenten conflictos con otros ajustes (p. ej., asignación de interrupciones o de direcciones). En estos casos los cambios necesarios se deberán realizar con la herramienta de detección de hardware y el "Panel de control" de Windows.

#### **2.4.10 Bloques del programa de usuario**

El software de programación STEP 7 permite estructurar el programa de usuario, es decir, subdividirlo en distintas partes. Esto aporta las siguientes ventajas:

- los programas de gran tamaño se pueden programar de forma clara
- se pueden estandarizar determinadas partes del programa
- se simplifica la organización del programa
- las modificaciones del programa pueden ejecutarse más fácilmente
- se simplifica el test del programa, ya que puede ejecutarse por partes
- se simplifica la puesta en marcha.

Las partes de un programa de usuario estructurado equivalen a las distintas tareas y se definen como los bloques del programa.

### 2.4.10.1 Tipos de bloques

En un programa de usuario S7 se pueden utilizar diversos tipos de bloques:

Bloque	Descripción breve de la función	Consulte también
Bloques de organización (OB)	Los OBs definen la estructura del programa de usuario.	"Bloques de organización y estructura del programa"
Bloques de función del sistema (SFBs) y funciones de sistema (SFCs)	Los SFBs y SFCs están integrados en la CPU S7, permitiéndole acceder a importantes funciones del sistema.	"Bloques de función de sistema (SFB) y funciones de sistema (SFC)"
Bloques de función (FB)	Los FBs son bloques con "memoria" que puede programar el mismo usuario.	"Bloques de función (FB)"
Funciones (FC)	Las FCs contienen rutinas de programa para funciones frecuentes.	"Funciones (FC)"
Bloques de datos de instancia (DBs de instancia)	Al llamarse a un FB/SFB, los DBs de instancia se asocian al bloque. Los DBs de instancia se generan automáticamente al efectuarse la compilación.	"Bloques de datos de instancia"
Bloques de datos (DB)	Los DBs son áreas de datos para almacenar los datos de usuario. Adicionalmente a los datos asociados a un determinado bloque de función, se pueden definir también datos globales a los que pueden acceder todos los bloques.	"Bloques de datos globales (DB)"

**Figura 2.18** Tipos de bloques

**Fuente:** Manual siemens

Recuperado de:

[https://cache.automation.siemens.com/dnl/jExNDU0NwAA\\_18652056\\_HB/S7prv54\\_s.pdf](https://cache.automation.siemens.com/dnl/jExNDU0NwAA_18652056_HB/S7prv54_s.pdf)

Los OBs, FBs, SFBs, FCs y SFCs contienen partes del programa, por lo que se denominan también bloques lógicos. El número permitido de bloques de cada tipo y su longitud admisible dependen de la CPU.

## 2.4.11 Nociones básicas para configurar el hardware con STEP 7

### 2.4.11.1 Introducción a la configuración del hardware

## **Configurar**

Por "configurar" se entiende en STEP 7 la disposición de los bastidores, de los módulos, de los aparatos de la periferia descentralizada y de los submódulos interface en la ventana de un equipo. Los bastidores se representan en una tabla de configuración que puede acoger un número determinado de módulos enchufables, del mismo modo que los bastidores "reales".

En la tabla de configuración, STEP 7 asigna automáticamente una dirección a cada módulo. Si la CPU se puede direccionar libremente, es posible modificar las direcciones de los módulos de un equipo.

La configuración se puede copiar cuantas veces se desee a otros proyectos de STEP 7. Si es necesario, también se puede modificar y cargar en una o varias instalaciones existentes. Durante el arranque del sistema de automatización, la CPU compara la configuración teórica creada en STEP 7 con la configuración física (real) de la instalación. Así es posible detectar e indicar inmediatamente los posibles errores.

## **Parametrizar**

Por "parametrizar" se entiende en STEP 7:

- ajustar las propiedades de los módulos parametrizables para la configuración centralizada y para una red. Ejemplo: una CPU es un módulo parametrizable. El tiempo de vigilancia de ciclo es un parámetro ajustable;
- ajustar los parámetros de bus, así como los del maestro y de los esclavos para un sistema maestro (PROFIBUS) u otros ajustes para el intercambio de datos entre componentes.

Los parámetros se cargan en la CPU, la cual los transfiere en el arranque a los módulos en cuestión. Los módulos se pueden sustituir muy fácilmente, puesto que

los parámetros creados en STEP7 se cargan automáticamente en el nuevo módulo durante el arranque.

#### **2.4.11.2 ¿Cuándo es necesario "Configurar el hardware"?**

Las propiedades de los sistemas de automatización S7 y de los módulos están preajustadas de tal forma que normalmente el usuario no necesita configurar.

Es indispensable configurar:

- Para cambiar los parámetros predeterminados de un módulo (p. ej., habilitar la alarma de proceso en un módulo)
- Para configurar enlaces de comunicación.
- En el caso de utilizar equipos con periferia descentralizada (PROFIBUS-DP o PROFINET IO)
- En el caso de utilizar equipos S7-400 con varias CPUs (multiprocesamiento) o bastidores de ampliación.
- En el caso de utilizar sistemas de automatización de alta disponibilidad.

#### **2.4.11.3 Pasos fundamentales para configurar el hardware**

##### **Ventana de configuración**

Para configurar un sistema de automatización se dispone de dos ventanas:

- La ventana del equipo en la que se emplazan los bastidores y la ventana "Catálogo de hardware" de la que se seleccionan los componentes de hardware requeridos, p. ej. bastidor, módulos y módulos interface.

## Visualizar el catálogo de hardware

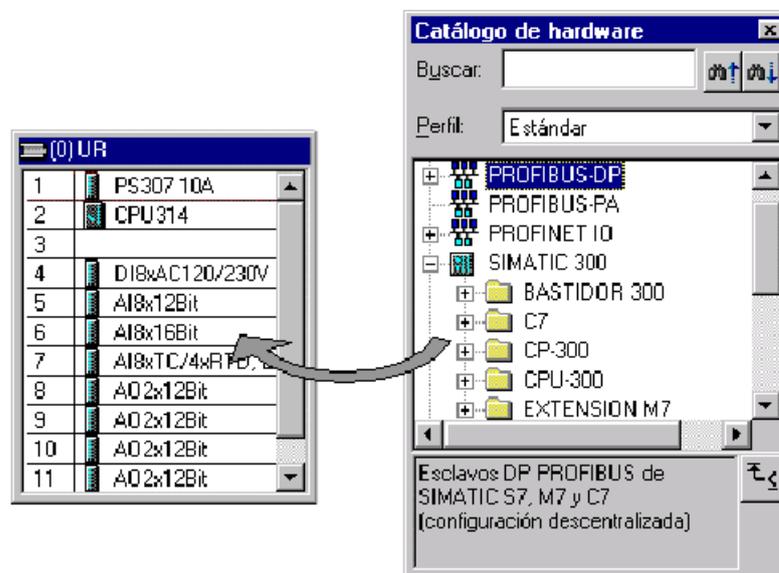
Si no se visualiza la ventana "Catálogo de hardware", elija el comando **Ver > Catálogo**. Con dicho comando es posible mostrar u ocultar el catálogo de hardware.

### 2.4.12 Pasos fundamentales para configurar un equipo

Independientemente de la estructura de un equipo, la configuración se realiza siempre siguiendo los siguientes pasos:

1. En la ventana "Catálogo de hardware", seleccione un componente de hardware.
2. Arrastre el componente seleccionado hasta la ventana del equipo.

La figura siguiente muestra los pasos fundamentales:



**Figura 2.19** Configuración de hardware

**Fuente:** Los autores

### 2.4.13 Estructura de la ventana del equipo

En la parte inferior de la ventana del equipo aparece una vista detallada del bastidor que ha insertado o seleccionado. Allí se visualizan en forma de tabla las referencias y las direcciones de los módulos.

La tabla de configuración de un bastidor central dotado de módulos se representa de la manera siguiente (vista "Detalle"):

Slot	Módulo	Referencia	Firmware	Dirección MPI	Dirección E	Dirección S	Comentario
1	PS 307 10A	6ES7 307-1KA00-0AA0					
2	CPU 314	6ES7 314-1AE01-0AB0		2			
3							
4	D18xAC120/230V	6ES7 321-1FF10-0AA0			0		
5	A18x12Bit	6ES7 331-7KF02-0AB0			272...287		
6	A18x16Bit	6ES7 331-7NF10-0AB0			288...303		
7	A18xTC/4xRTD, Ex	6ES7 331-7SF00-0AB0			304...319		
8	A02x12Bit	6ES7 332-5HB00-0AB0				320...323	
9	A02x12Bit	6ES7 332-5HB01-0AB0				326...329	
10							
11							

**Figura 2.20** Detalle del hardware

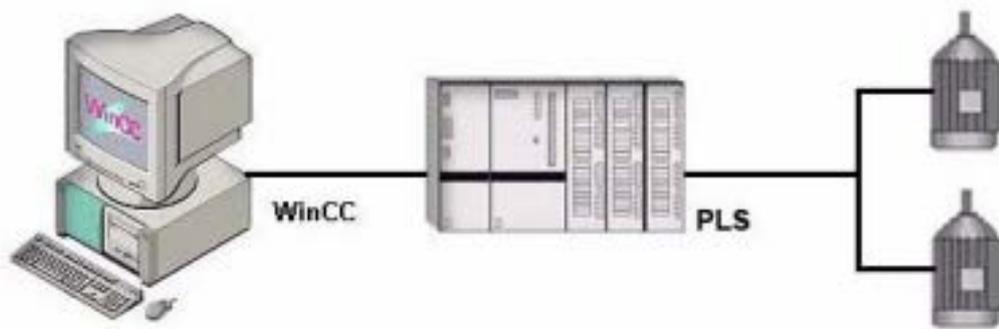
**Fuente:** Los autores

## 2.5 INTRODUCCIÓN A WINCC

### 2.5.1 WINCC EXPLORER

WinCC (Windows Control Center) es el software Scada (Supervisory Control and Data Acquisition) de Siemens para Windows. WinCC es un aplicación software HMI (Human Machine Interface) que integra el software de controlador de planta en el proceso de automatización. Los componentes de WinCC permiten integrar sin problemas aplicaciones nuevas o ya existentes. WinCC combina la arquitectura de las aplicaciones de Windows con la programación entornos gráficos, e incluye varios elementos destinados al control y supervisión de procesos. El entorno de ingeniería de proyectos de WinCC engloba:

- Dibujos – para diseñar representaciones de planta
- Estructura de archivos – para guardar datos/eventos marcados con fecha y hora en una base de datos SQL
- Generador de informes – para generar informes sobre los datos solicitados
- Administración de datos – para definir y recopilar datos de toda la planta  
Permite a los operarios interactuar con la aplicación directamente en la máquina o desde un centro de control.



**Figura 2.21** Estructura básica wincc

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

### 2.5.1.1 COMPONENTES DE WINCC

- Los componentes básicos de WinCC son el Software de Configuración (Configuration Software – CS) y el Software de Ejecución (Runtime Software – RT).
- WinCC Explorer – constituye el núcleo del software de configuración. WinCC Explorer se utiliza para mostrar la estructura completa del proyecto y manipularlo. Este paquete está constituido por varios subsistemas cada uno con un editor propio:

**Tabla 1** Subsistemas wincc explorer

<i>Subsistema</i>	<i>Editor</i>	<i>Función</i>
Sistema Gráfico	Graphics Designer	Configuración de imágenes
Sistema de Mensajes	Alarm Logging	Configuración de mensajes
Sistema de Archivos	Tag Logging	Almacenamiento de datos
Sistema de Informes	Report Designer	Creación de informes
Administración de Usuarios	User Administrator	Gestión de usuarios y autorizaciones
Comunicaciones	Tag Management	Configuración de comunicaciones

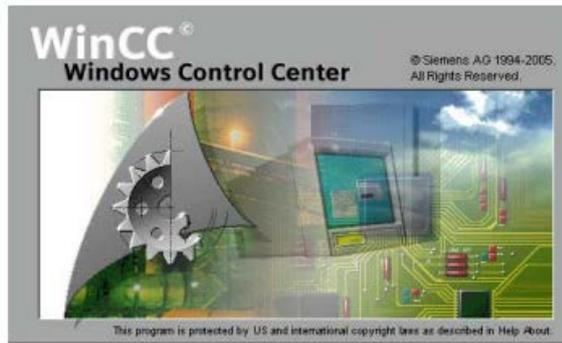
**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

➤ WinCC Runtime – ejecuta el proyecto en proceso. En este momento el proyecto se encuentra en ejecución. WinCC Runtime permite el control y monitorización de procesos. En particular WinCC runtime ejecuta las siguientes tareas:

- Leer la configuración de datos almacenada en la base de datos CS.
- Visualizar imágenes en el monitor.
- Comunicarse con los PLC´s.
- Almacenar datos de ejecución, tales como variables de proceso o mensajes.
- Procesos de operativos, tales como especificación de consignas o conmutación ON/OFF.

### **2.5.1.2 INICIO DE WINCC**

Para iniciar WinCC se parte de “Inicio” en la barra de tareas de Windows. Se arranca el WinCC Explorer con “SIMATIC” - “WinCC” - “Windows Control Center”.



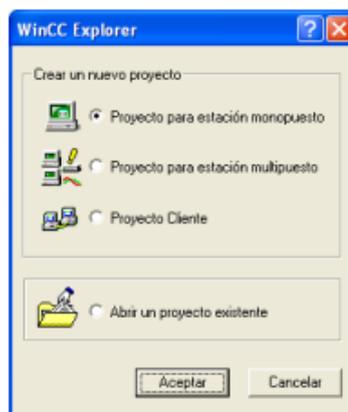
**Figura 2.22** Inicio wincc

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

### 2.5.1.3 CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO

Cuando se abre WinCC por primera vez, aparece un cuadro de diálogo con tres opciones para crear un proyecto:

- Crear un proyecto para estación monopuesto (estándar)
- Crear un proyecto para estación multipuesto (Multi User project)
- Crear un proyecto cliente
- Abrir un proyecto existente

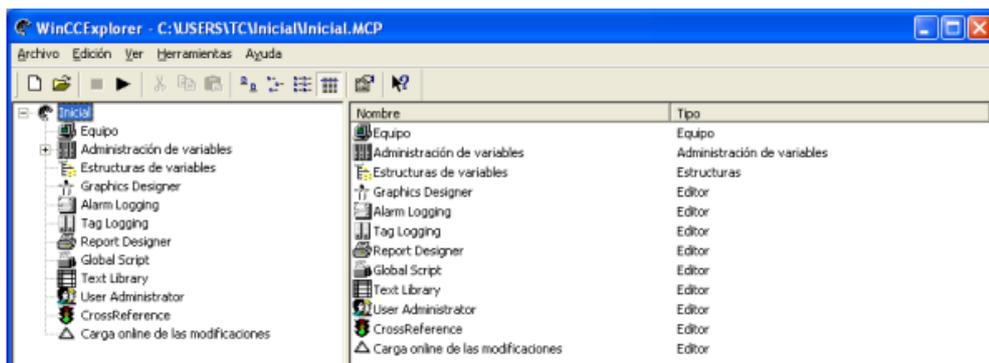


**Figura 2.23** selección tipo de proyecto

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

Si se pulsa “Aceptar” tras haber elegido un proyecto monousuario o multiusuario, te pide un nombre, un subdirectorio y un “path” para el proyecto. Si se selecciona abrir un proyecto ya existente aparece un cuadro de dialogo “Open” que te permite buscar archivos con la extensión “.mpc” (Master Control Program). En el próximo arranque de WinCC se abrirá automáticamente el último proyecto con el que se ha trabajado. Si el proyecto estaba activado al salir de WinCC, se volverá a abrir en estado activo.

Entonces aparecerá con una pantalla como la de la Figura



**Figura 2.24** Ventana de proyecto nuevo en wincc

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

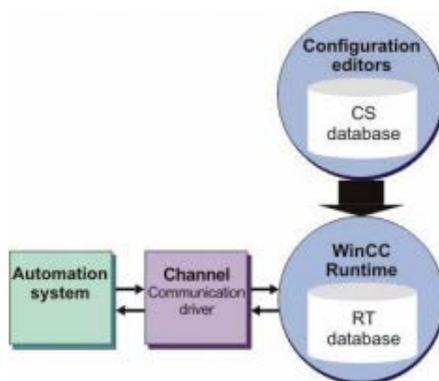
WinCC crea un entorno básico de proyecto. En la subventana izquierda se muestra la raíz de la estructura jerárquica en árbol que te lleva a los diferentes pasos del proyecto. Las partes ocultas están marcadas con el símbolo +. Para visualizar una parte oculta, es necesario hacer clic en éste símbolo. La subventana derecha visualiza el contenido del elemento seleccionado.

Si en la subventana izquierda del explorador de WinCC hacemos clic en “Equipo” deberá verse en la subventana derecha un servidor con el nombre del ordenador (nombre del equipo). Haciendo clic mediante el botón derecho del ratón sobre este nombre y seleccionando la función “Propiedades” del menú contextual, en el siguiente cuadro de diálogo es posible definir las características del sistema de tiempo de ejecución de WinCC, como por ejemplo los programas que deben iniciarse, el idioma utilizado y las teclas desactivadas.

## 2.5.2 CONFIGURACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

En este paso se va a definir la información de configuración de la comunicación entre WinCC y el PLC. Empleando esta comunicación es posible la creación de tags escalados. La comunicación se configura utilizando la herramienta de edición “Administración de Variables” (Tag Management). La configuración de la comunicación requiere al menos de los siguientes componentes:

- Un canal con unidades de canal
- Una conexión
- Un tag de proceso



**Figura 2.25** Comunicación entre WinCC y el dispositivo de automatización

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

### 2.5.2.1 Canales y conexiones en WinCC

Los canales y las conexiones especifican cómo conectar el PLC con WinCC. Un canal es un driver de comunicación especializado. El driver seleccionado depende del PLC utilizado en planta. Los canales permiten actualizar los tags de proceso con valores de proceso en el PLC. Es posible la utilización de varios canales de comunicación en un mismo proyecto. Estos mismos canales permiten la comunicación desde WinCC hacia el PLC que permiten el control del proceso. Las unidades de canal son elementos de los canales para diferentes redes de

comunicación. Cada unidad de canal especifica el acceso a un cierto tipo de PLC. Una unidad de canal representa el interfaz con un único driver hardware subordinado y, por tanto, hacia un único procesador de comunicaciones dentro del ordenador. Las conexiones permiten configurar el acceso a diferentes PLC's dentro de una unidad de canal. Cada conexión describe el interfaz a un único PLC. Estas conexiones se emplean para el intercambio de datos en tiempo de ejecución.

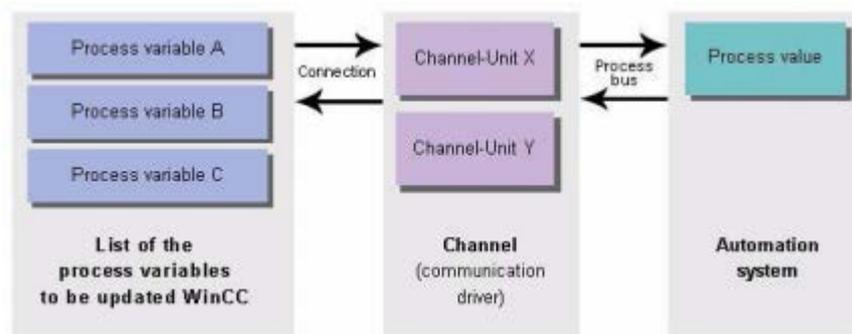
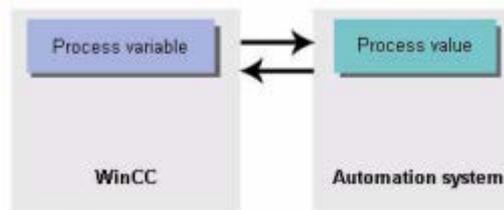


Figura 2.26 Canales de comunicación

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

### 2.5.2.2 Variables (Tags)

Los tags representan tanto valores reales como internos. Se pueden distinguir dos tipos de tags: a) Tags de Proceso: Son tags externos que representan el intercambio de datos entre el sistema de supervisión y los PLC's. Cada tag externo se corresponde con una variable del proceso en memoria de un PLC conectado. También es posible transferir valores desde el sistema de supervisión hacia el proceso. Los valores de proceso se determinan en tiempo de ejecución. b) Tags Internos: Son tags que no están enlazados con el proceso y que contienen variables internas del sistema de supervisión. Los tags se pueden organizar en grupos o crearse individualmente. Los tags se pueden agrupar en "Grupos de Tags" (Tag groups). Los grupos sirven para estructurar los tags y así obtener una mayor claridad.



**Figura 2.27** Tags de proceso

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

### 2.5.2.3 CREACIÓN DE TAGS

Para nuestro ejemplo se mostrará el nivel de agua de un depósito. Se detectará mediante un sensor de nivel en el tanque y se guardará en el PLC. Los canales de comunicaciones transferirán el valor del nivel a WinCC vía una conexión.

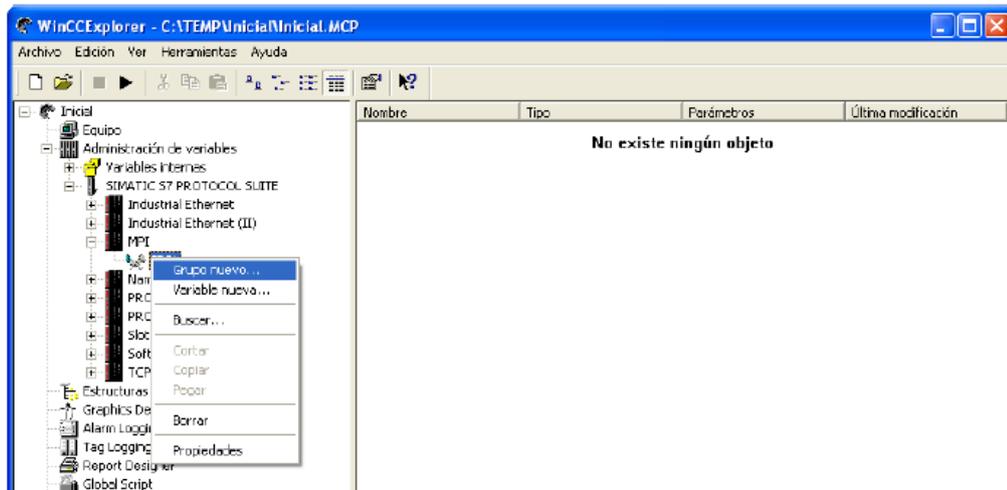
Vamos a ver cómo crear grupos de tags aunque no es necesario crear ningún grupo para que reconstruyas el proyecto del ejemplo.

### 2.5.2.4 Creación de un grupo de tags

Es posible crear tantos grupos de tags como se desee y cada uno de ellos puede estar formado por todos los tags que sea necesario (la limitación del número de tags viene dada por la licencia del producto).

Para crear un nuevo grupo, se hace clic mediante el botón derecho del ratón en la conexión creada del PLC.

En el menú contextual que aparece, se hace clic en “Grupo nuevo...”

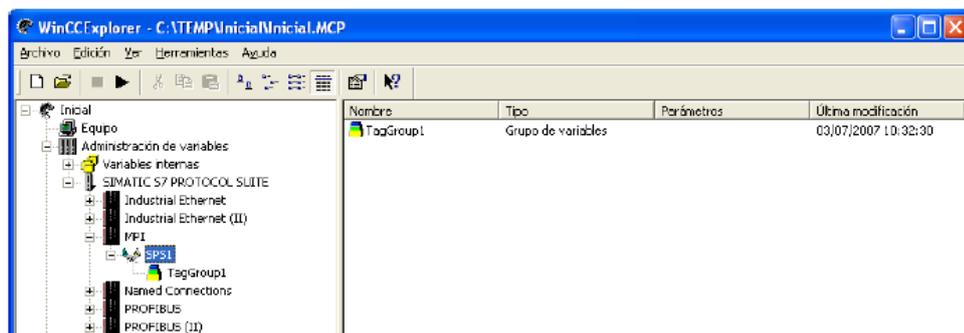


**Figura 2.28** Creación de un nuevo grupo de tags

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

Entonces se abre el cuadro de diálogo “Propiedades del grupo de variables”. Se pone un nombre al grupo (por ejemplo, “TagGroup1”) y pulsa “Aceptar”

Ya es posible ver que el grupo de tags que se acaba de crear en la subventana izquierda bajo la conexión del PLC.



**Figura 2.29** Grupo de tags

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

### 2.5.2.5 Creación de tags internos

Para añadir un tag interno sólo hay que hacer clic con el botón derecho del ratón en el icono de “variables internas” y seleccionar “Variable nueva...”

En el cuadro de diálogo “Propiedades de variable”, se asigna el nombre del tag “ItNivelTanque” y se elige el tipo de datos “16 bits sin signo”

Todos los tags internos creados aparecen en la subventana derecha de la ventana del explorador de WinCC.

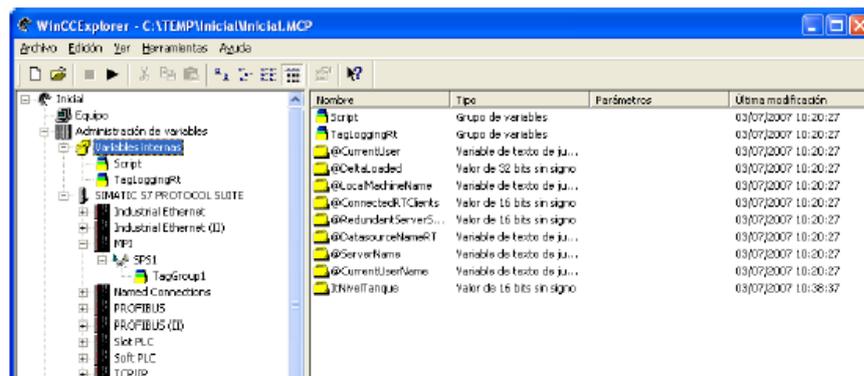


Figura 2.30 Tags internos en wincc

Fuente: Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

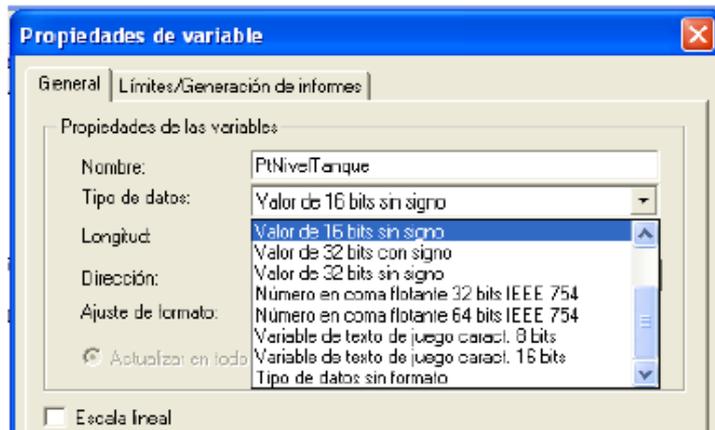
### 2.5.2.6 Creación de tags de proceso

Para poder crear una variable de proceso, es necesario instalar antes un driver y crear una conexión.

Es posible copiar y pegar en una conexión los tags internos que se han creado con anterioridad. (Solamente se pueden asignar tags a una conexión mediante los comandos “Copiar” y “Pegar”. No se puede hacer clic en el icono de un tag y arrastrarlo a una conexión)

Para crear un tag de proceso, se hace clic con el botón derecho del ratón sobre la conexión de PLC (o grupo derivado) y selecciona luego “Variable nueva...”

En el cuadro de diálogo “Propiedades de variable”, se asigna el nombre del tag “PtNivelTanque” y se elige el tipo de datos “16 bits sin signo”



**Figura 2.31** Propiedades de un tag de proceso

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

Con la conversión de tipos se puede convertir datos de un formato a otro. Si por ejemplo se desea ver un tag tipo palabra en un formato de doble palabra, se emplea la opción de conversión de tipos y WinCC realiza todos los cálculos necesarios.

### 2.5.2.7 Especificación de la dirección en el PLC

En el cuadro de diálogo “Propiedades de la variable” es necesario seleccionar la dirección. Aparece el cuadro de diálogo de “Propiedades de dirección”. En él se ajusta la CPU, el área de datos (marcas en nuestro caso) el modo de direccionamiento (palabra) y la dirección (100). Por último se pulsa “Aceptar”



**Figura 2.32** Definición de dirección

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

### 2.5.3 EDICIÓN DE IMÁGENES DE PROCESO

En esta sección se diseñará una imagen de proceso para el proyecto “Inicial”. Para crear una imagen de proceso es necesario abrir el “Diseñador Gráfico” (Graphics Designer).

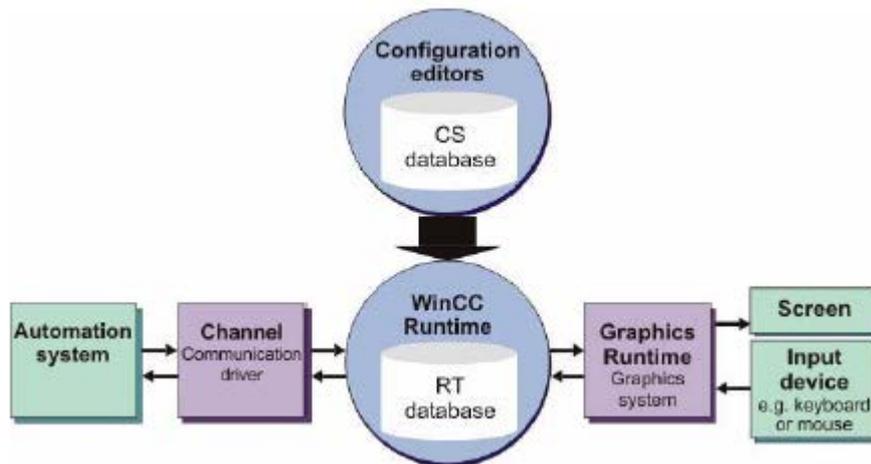
#### 2.5.3.1 El sistema gráfico

El sistema gráfico es un subsistema de WinCC. Este subsistema se emplea para la configuración de imágenes de proceso.

El sistema gráfico incluye las siguientes tareas:

- Muestra todos los objetos estáticos y operables, tales como textos, gráficos, botones.
- Actualiza los objetos dinámicos, tales como cambios de longitud de barras como funciones de valores de proceso.
- Responde a operaciones de entrada, tales como clicks de botones o introducción de texto en campos de entrada.
- El sistema gráfico está constituido por un componente de configuración y un componente de ejecución:

- *Componente de configuración:* Se trata del editor “*Graphics Designer*”. Se emplea este editor para crear las imágenes de proceso del proyecto.
- *Componente de ejecución:* Se trata del “*Graphics Runtime*”. En ejecución, el Graphics Runtime muestra las imágenes en monitor y gestiona todas las entradas y salidas.



**Figura 2.33** El sistema grafico

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática - E.T.S. de Ingeniería de Bilbao

### 2.5.3.2 Creación de imágenes de proceso

En la subventana izquierda del explorador de WinCC, se hace clic mediante el botón derecho del ratón sobre “Graphics Designer”.

Se selecciona “Nueva imagen” en el menú contextual (Figura 2.24). A continuación se generará un archivo gráfico con el nombre “NewPdl0.Pdl” que se visualizará en la subventana derecha del explorador de WinCC. La extensión “.Pdl” significa “Picture description file” (archivo de descripción de la imagen).

Para cambiar de nombre la imagen, en la subventana derecha del centro de control, se hace clic con el botón derecho del ratón en “NewPdl0.Pdl” y se selecciona

“Cambiar el nombre de la imagen” del menú contextual. Le llamaremos a la imagen “Proceso1.PDL”

Para el ejemplo, siguiendo los pasos anteriores se crea otra imagen (“Proceso2.PDL”).

Para abrir el diseñador gráfico con la imagen “Proceso1.Pdl”, se hace doble clic en “Proceso1.Pdl” en la subventana derecha del explorador de WinCC. Alternativamente, se puede hacer clic en “Proceso1.Pdl” con el botón derecho del ratón y seleccionar la función “Abrir imagen” del menú contextual.

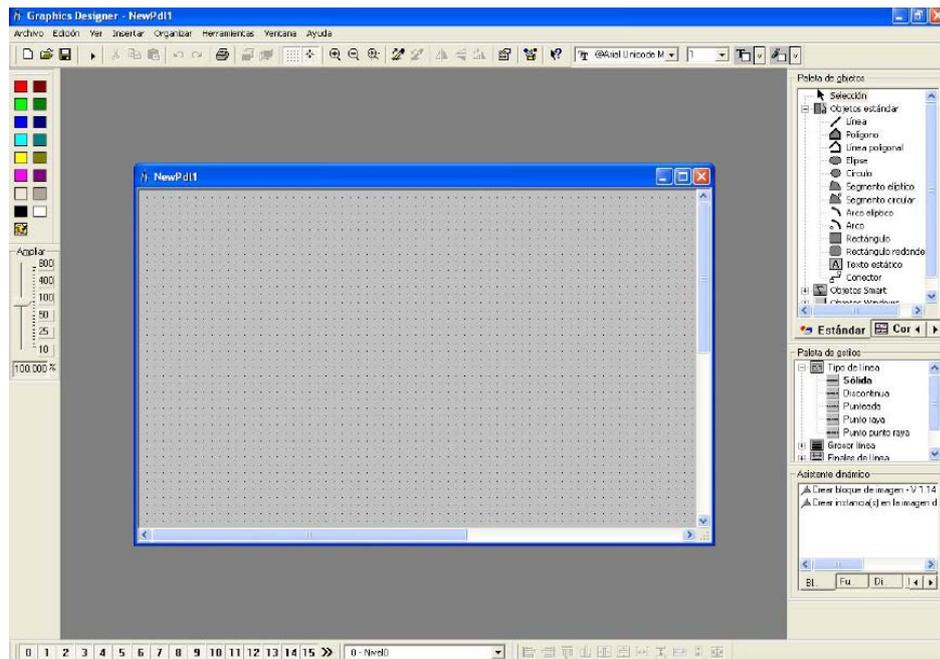
### **2.5.3.3 Edición de imágenes de proceso**

Cuando se abre por primera vez el diseñador gráfico, éste tiene un aspecto similar al de la Figura 2.34.

Para optimizar tu escritorio es conveniente organizar la barra de menús y los menús, tal y como se muestra en la Figura 2.34.

Para redimensionar los objetos y los estilos es necesario arrastrarlos a la rejilla (ventana del archivo) con el botón izquierdo del ratón pulsado.

Para determinar las barras o las gamas que deben visualizarse en el diseñador gráfico, en la barra de menús, se hace clic en “Ver”, “Barras de herramientas...”. En el siguiente cuadro de diálogo “Barras de herramientas”, se marca las barras/gamas que se desea visualizar y se confirma la selección. Después se cierra el cuadro de diálogo pulsando “Aceptar”.



**Figura 2.34** Entorno del graphics designer

**Fuente:** Los autores

Para más información sobre los objetos visualizados, se hace clic primero en el botón de ayuda y luego sobre el objeto que te interesa. Si se quiere información más detallada, se necesario consultar los manuales de usuario de WinCC.

- **Gama de colores:** Asignar colores a los objetos seleccionados. Además de los 16 colores estándar, también puedes utilizar los colores personalizados que definas.
- **Gama de objetos:** Contiene los objetos estándar (polígono, elipse, rectángulo, etc.), objetos inteligentes (control de OLE, elemento OLE, campos de entrada/salida, etc.), así como los objetos de ventana (botones, casillas de verificación, etc.).
- **Asistente dinámico:** Ayuda a crear objetos dinámicos, por ejemplo objetos que se muevan, arrancar otras aplicaciones o cambiar de idioma online.

- **Funciones de alineaciones:** Permite cambiar la posición absoluta de uno o varios objetos, cambiar la posición de los objetos seleccionados entre sí o estandarizar la altura y el ancho de varios objetos.
- **Funciones de zoom:** Define el factor de zoom (en porcentaje) para la ventana activa. Los factores de zoom estándar son: 8, 4, 1, 1/2 y 1/4.
- **Barra de menús:** Contiene todos los comandos de menú para el diseñador gráfico. Los comandos no disponibles actualmente se visualizan en gris.
- **Barra de herramientas estándar:** Contiene los botones para realizar rápidamente los comandos más frecuentes.
- **Barra de niveles:** Se utiliza para visualizar uno de los 32 niveles (nivel 0 al 31). Por defecto se selecciona el nivel 0.

#### 2.5.4 UTILIZACIÓN DEL SIMULADOR

Si no hay conectado ningún PLC activo con WinCC, se puede utilizar el simulador para probar un proyecto.

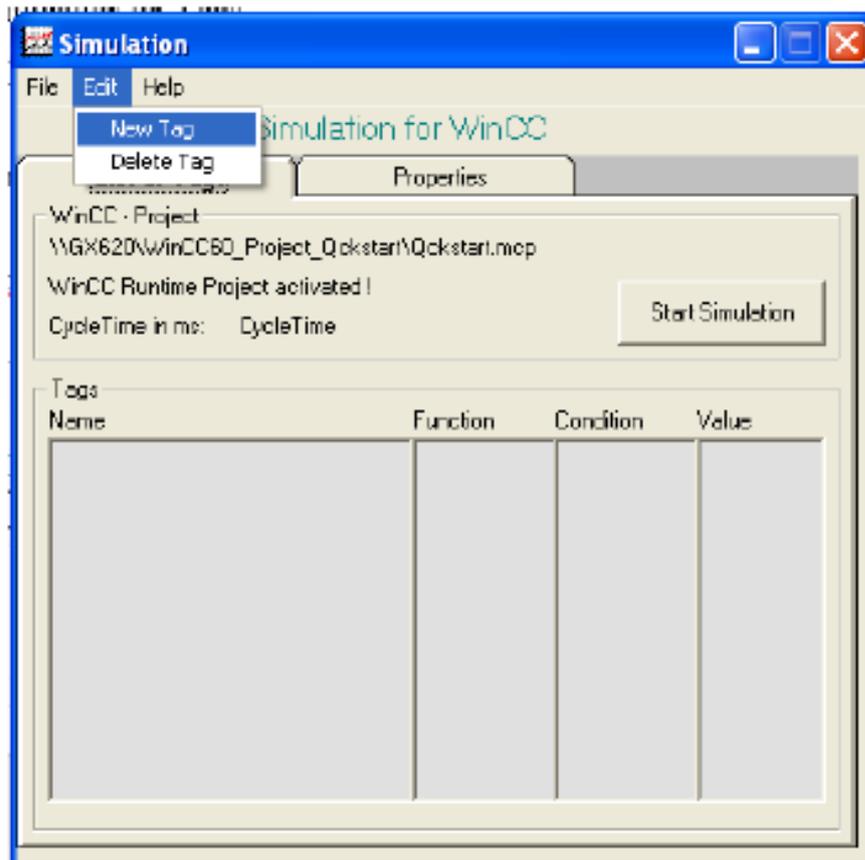
Para poder utilizar el simulador, primero debe encontrarse instalado. Para ello inserta el CD de WinCC en el ordenador. Se hace clic en el botón del simulador y WinCC instalará esta opción.

Para arrancar el simulador de Tags se realiza desde “Inicio”-“Simatic”-“WinCC”-.”Tools”-“WinCC Tag Simulator”

Es necesario trabajar con tags internos, por lo que los elementos de la imagen de proceso “Proceso2.Pld” se asignan al tag interno “ItNivelTanque”.

Nota: Es necesario activar el proyecto (durante el tiempo de ejecución) para garantizar que el simulador funcione correctamente.

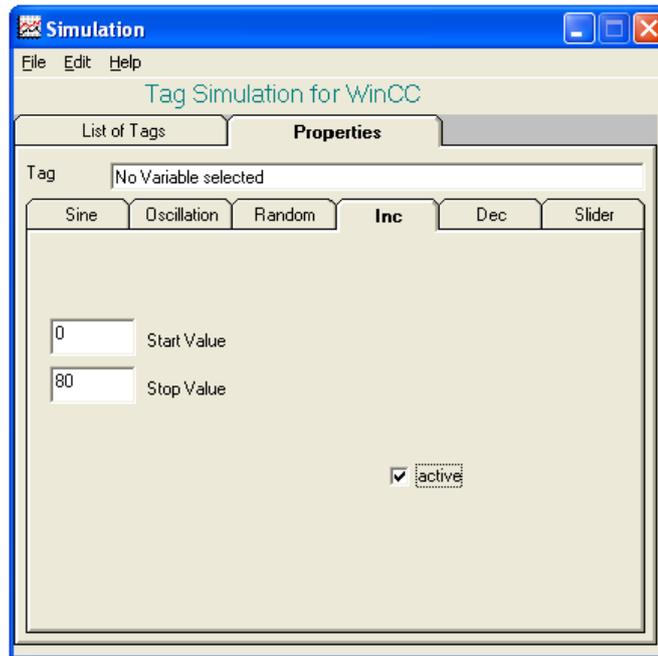
En el cuadro de diálogo del simulador selecciona los tags que quieres simular. Para ello, hacer clic en “Edit” “New Tag”.



**Figura 2.35** Selección de tags en el simulador

**Fuente:** Los autores

- En el cuadro de diálogo “Variables de proyecto” seleccionamos el tag interno “ItNivelTanque” y, a continuación, pulsa “Aceptar”.
- En el panel “Propiedades”, hacer clic en el tipo de simulación “Inc”
- Introducir “0” y “80” para los valores inicial y final, respectivamente.
- Marcar la casilla de verificación “active”



**Figura 2.36** Configuración del simulador

**Fuente:** Los autores

Posteriormente, es necesario arrancar el simulador, para ello se pulsa “Start Simulation” en la pestaña “List of Tags”

En el panel “Tags”, se visualizarán los tags con sus valores modificados.

Si ahora se vuelve a la pantalla de tiempo de ejecución “Proceso2.Pld”, se verá cómo el simulador transfiere a la imagen valores simulados.

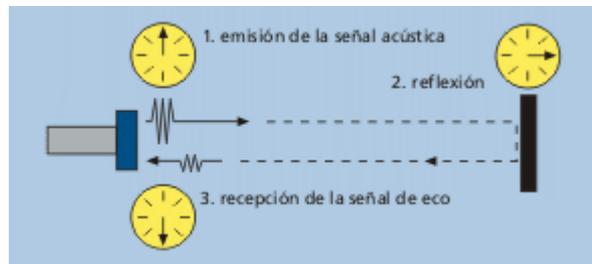
## 2.6 ULTRASONIDO

Los sensores ultrasónicos han introducido un nuevo standard en la tecnología de la automatización.

### 2.6.1 El principio ultrasónico

El sensor ultrasónico emite cíclicamente un impulso acústico de alta frecuencia y corta duración. Este impulso se propaga a la velocidad del sonido por el aire. Al encontrar un objeto, es reflejado y vuelve como eco al sensor ultrasónico. Este último

calcula internamente la distancia hacia el objeto, basado en el tiempo transcurrido entre la emisión de la señal acústica y la recepción de la señal de eco.



**Figura 2.37** Principio ultrasónico

**Fuente:** Microsonic

Recuperado de: <http://www.microsonic.de/es/Interesting-facts.htm>

Como la distancia hacia el objeto es medida por medio del tiempo de recorrido del sonido, y no por una medición de la intensidad, los sensores ultrasónicos son insensibles hacia el ruido de fondo.

Prácticamente todos los materiales que reflejan el sonido son detectados, independientemente de su color. Aún materiales transparentes o láminas delgadas no presentan problemas para los sensores ultrasónicos.

Los sensores ultrasónicos permiten medir distancias entre 20 mm y 10 m, pudiendo indicar el valor medido con una precisión de milímetro, gracias a la medición del tiempo de recorrido. Algunos sensores pueden inclusive obtener una precisión de la medición de distancia de 0,025mm.

Los sensores funcionan en medio polvoriento o en una niebla de pintura. Depósitos delgados sobre la membrana del sensor tampoco influyen sobre la función.

Los sensores con una zona ciega de sólo 20 mm y con un haz acústico extremadamente delgado abren en la actualidad un abanico de aplicaciones completamente nuevas: Las mediciones de estado de llenado en pocillos de placas microtiter y tubos de ensayo como también el escaneado de botellas pequeñas en la

industria de los embalajes pueden llevarse a cabo sin problemas. Incluso alambres finos son reconocidos con seguridad.

### 2.6.2 ULTRA – TRAK 750

Sensa los cambios de amplitud ultrasónica, evita las paradas de producción no planeadas y la pérdida del producto.



**Figura 2.38** Ultra-Trak 750

**Fuente:** Ing. Leslie Hewlett – UeSystems

El Ultra-Trak 750 se conecta fácilmente a las alarmas o a las grabadoras para recolección de datos porque su salida de corriente de 4-20 mA, está empalmada con una salida re modulada.

El Ultra-Trak 750 es de cubierta dura en acero inoxidable. Porque es resistente al agua y al polvo, puede estar externamente montado prácticamente en cualquier tipo de ambiente. Junto con un amplio rango dinámico de 120 dB y una sensibilidad ajustable, este sensor es adecuado para detectar todas sus necesidades.

Las aplicaciones más comunes del Ultra-Trak 750 incluyen:

- Fugas internas de válvulas/señal de precaución de pase.

- Monitoreo de rodamientos (incluyendo señal de precaución de lubricación).
- Detección de arco en Switchgear.
- Detección de descarga parcial.
- Interrupción de flujo.
- Monitoreo cavitacional/alarma.
- Señal de precaución de apagado.
- Tendencia o alarma de aumento en la amplitud/desprendimiento.
- Salida demodulada para análisis.
- Rango dinámico: 120 dB.
- Rango sensado: 40 dB una vez el nivel de sonido es seleccionado hay un rango de monitoreo a 40 dB.
- Respuesta de frecuencia pico: 40 kHz.
- Salidas para recolectores de datos externos o grabación de sonidos.
- Rapidez IP 64.

#### **2.6.2.1 Funcionamiento del Ultra-Trak 750:**

- El Ultra-Trak 750 sensa emisiones de alta frecuencia producidas por equipos en operación.
- Una línea de base de fallas puede ser establecida dentro de un amplio rango dinámico de 120 decibeles.
- Una vez establecida la línea de base, el Ultra-Trak 750 monitorea cambios de amplitud ultrasónica dentro de un rango de 40 dB.
- El Ultra-Trak 750 puede ser conectado a otros equipos para proporcionar alarmas, o para detección de problemas potenciales de tracking en el tiempo.
- El Ultra-Trak 750 es usado para detectar los incrementos en los niveles de sonido, y de esta forma prevenir con las señales de alarma, las fugas en válvulas o las fallas en rodamientos.

**Tabla 2** Especificaciones del Ultra-Trak 750

<i>Especificaciones del Ultra Trak™750</i>		
	<b>Circuito energizado</b>	<b>Corriente de salida</b>
<b>Energía de alimentación:</b>	18-30 V (30mA max)	18-30 V
<b>Esquema de corriente:</b>	4-20 mA (25mA max) proporciona a la señal de ultrasonido detectada	30 mA max
<b>Salida:</b>	Demodulada/heterodina	Demodulada/heterodina 4-20 mA proporcional a la señal de ultrasonido detectada.
<b>Rango de temperatura ambiente:</b>	32° - 122° F (0°- 50° C)	
<b>Frecuencia de detección:</b>	40 kHz (±2 kHz)	
<b>Sensibilidad ajustable:</b>	Presionar el interruptor de contacto o señal de control TTL	
<b>Cable:</b>	Protección RF 10"(3m)	
<b>Transductor:</b>	Piezoeléctrico	
<b>Método de montaje:</b>	Tornillo de cabeza 10/32	
<b>Cubierta</b>	Acero inoxidable: A prueba de agua y al polvo, cumple con los requerimientos NEMA 4X excede los requerimientos de IP 64.	
<p><b>Cubierto por una o mas de las patentes siguientes:</b> 0151115; 0303776; 0315199; 1206586; 1297576; 1881263; 2562758; 2689339; 4416145; 4823600; 5955670; 6122966; 6339961; 6341518; 6415645; 6655214; 6707762; 6804992</p> <p>UE Systems esta comprometida con el mejoramiento continuo de sus productos; por lo tanto las especificaciones pueden cambiarse sin previo aviso. Los detalles de la garantía están disponibles a pedido.</p>		

**Fuente:** Ing. Leslie Hewlett – UeSystems

**Nota:** El datasheet del elemento es de importancia para parametrizar el mismo en el programa.

## 2.7 TRANSMISOR DE PRESIÓN SICK PFT

### 2.7.1 Función

- Conexión de presión con diaphragm interno (versión estándar)

- Conexión de presión con membrana enrasada para medios altamente viscosos o cristalizantes pudiendo empotrar el agujero de la conexión de presión.

### ***Funcionamiento.***

Mediante un elemento sensor y el suministro de energía auxiliar, la presión existente en su aplicación se convertirá en una señal eléctrica reforzada, estandarizada, a través de la deformación de una membrana. Esta señal eléctrica cambia de forma proporcional respecto de la presión y puede ser evaluada respectivamente.

### **2.7.2 Seguridad**

- Seleccione el transmisor de presión adecuado con respecto al rango de medición, versión, condiciones de medición específicas antes de instalar o poner en servicio el sensor.
- Observe el reglamento nacional relevante (p.ej. EN 50178) y, para aplicaciones especiales, tenga en cuenta las normas y directivas vigentes (p.ej. en fluidos de medición peligrosos, materias inflamables o tóxicas así como en instalaciones de refrigeración y compresores). Si no se observan las prescripciones de seguridad, eso puede tener consecuencias graves como lesiones físicas graves y daños materiales.
- Abrir las conexiones de presión sólo si el sistema está sin presión.
- Hay que respetar los límites de sobrecarga para el rango de medición correspondiente. Observe los parámetros de servicio según datasheet.
- Asegúrese de que se utilicen los sensores de acuerdo a lo que destinaos como lo descrito en las instrucciones siguientes.
- Abstenerse de intervenciones y modificaciones en el transmisor de presión no descritas en estas instrucciones de servicio.
- Ponga el sensor fuera de servicio y protéjalo contra la puesta en funcionamiento por error, si no puede eliminar las perturbaciones.

- Tome medidas de precaución para los residuos de los fluidos que se encuentran en los transmisores de presión desmontados. Los fluidos residuales pueden causar daños en personas, medio ambiente y equipos.
- Sólo el fabricante puede efectuar reparaciones.
- Desconecte el circuito eléctrico antes de retirar el conector / la tapa.

### 2.7.3 Puesta en servicio, funcionamiento

Herramienta necesaria: llave de boca SW 27, destornillador

*Control de la membrana para su seguridad.*

Es necesario que controle visualmente la membrana antes de la puesta en servicio del transmisor de presión, puesto que es un componente relevante de seguridad:

- Asegúrese de que no se escape líquido siendo eso un indicio de un defecto de la membrana.
- Haga un control visual de la membrana para deterioro (versión frontal)
- Utilice el transmisor de presión sólo si la membrana está indemne.
- Utilice el transmisor de presión sólo si está en un estado impecable por motivo de la seguridad.



**Figura 2.39** Montaje mecánico

**Fuente:** Sick

Recuperado de: [www.sick.com](http://www.sick.com)



**Figura 2.40** Datos de placa (ejemplo)

**Fuente:** Sick

Recuperado de: [www.sick.com](http://www.sick.com)

- Saque este capuchón solamente justo antes de la instalación para evitar una avería de la membrana también durante la instalación (versión frontal)
- Para el versión frontal hay que prever una junta; a excepción de instrumentos con rosca autosellador (p. ej. rosca NPT). Para el modelo versión frontalmente la junta anular está incluido en la entrega.
- Asegúrese, al montaje, de que las superficies de estanqueidad del sensor y de los puntos de medición queden limpias e intactas.
- Atornille o destornille el sensor sólo a través de las superficies de llave utilizando una herramienta apropiada y el momento de torsión prescrito. El momento de torsión prescrito depende de la dimensión de la conexión de presión y de la junta utilizada (forma/material)
- Al atornillar, asegúrese de que las vueltas de rosca no resulten ladeadas (deterioradas)
- Orificios de roscado y racor para soldar, ver hoja de información técnica bajo [www.sick.de](http://www.sick.de)

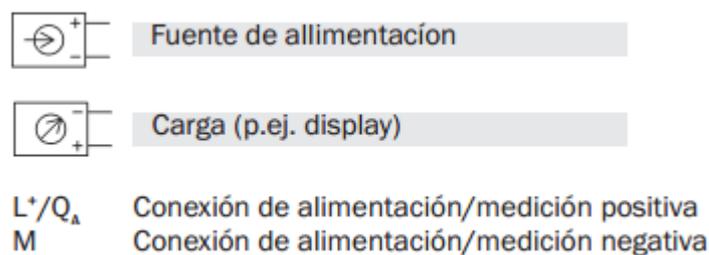
#### **2.7.4 Montaje de la conexión eléctrica**

- Conecte a tierra el sensor a través de la conexión de presión.
- Utilice el transmisor de presión con un cable blindado y ponga a tierra el blindaje, como mínimo en un lado del cable, cuando los cables tengan una

longitud superior a 30 m (conductor doble) o 3 m (conductor triple o cuádruple) o salgan al exterior del edificio.

- Utilice exclusivamente fuentes de corriente que garanticen una desconexión electrónica segura de la tensión de servicio conforme a la IEC/DIN EN 60204-1. Preste también atención a las exigencias generales para circuitos PELV de conformidad con IEC/DIN EN 60204-1. Alternativa para América del Norte: La conexión puede efectuarse también en “Class 2 Circuits“ o “Class 2 Power Units“ según CEC (Canadian Electrical Code) o NEC (National Electrical Code)
- Modo de protección IP según IEC 60 529 (las clases de protección indicadas se aplican sólo cuando el transmisor de presión esté conectado con los terminales que procurando el modo de protección correspondiente)
- Asegúrese del diámetro de cable de forma que sea apropiado para la boquilla de paso de la clavija. Asegúrese que el racord para el cable de la clavija sea ensamblado con un correcto posicionado y que existan juntas no deterioradas. Apriete el racord y verifique la posición correcta de las juntas para asegurar el modo de protección.
- Asegúrese de que en las salidas de cables no entre ninguna humedad en el extremo cable.

### 2.7.5 SIMBOLOGIA



**Figura 2.41** Simbología

**Fuente:** Sick

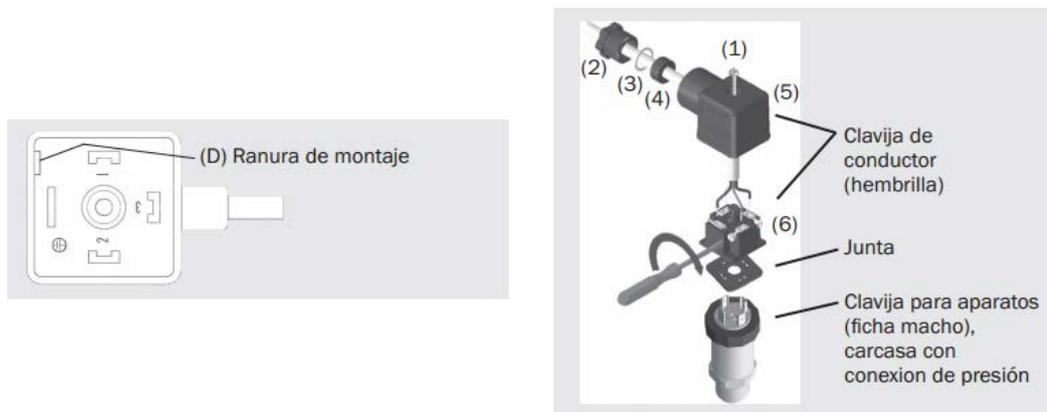
Recuperado de: [www.sick.com](http://www.sick.com)

**Tabla 3** Diagrama de conexiones

	Sistema 2 hilos	Sistema 3 hilos
DIN EN 175301-803, Form A Conector con salida lateral, para sección de conductores hasta máx. 1,5 mm <sup>2</sup> , diámetro exterior del conductor 6 hasta 8 mm, IP 65		
Conector circular M 12x1, IP 67		
Salida por cable con una longitud de 1,5 m, sección de conductores max. 0,5 mm <sup>2</sup> , AWG 20 con virolas de cable, diámetro exterior del conductor 6,8 mm, IP 67 IP 68, sin acceso al potenciómetro de punto cero y de rango		
	gris blindaje	gris blindaje

**Fuente:** www.sick.com

**Nota:** Conexiones necesarias para el montaje del sensor y su correcto funcionamiento.



**Figura 2.42** Conexión eléctrica

**Fuente:** Sick

Recuperado de: www.sick.com

### **2.7.6 Conexión eléctrica DIN EN 175301-803 A**

- 1) Destornille el tornillo central (1)
- 2) Abre el prensaestopas (2)
- 3) Estire el conector angular (5) con el bloque de terminales (6) en su interior, del instrumento.
- 4) Saque el bloque de terminales (6) del conector angular (5), usando un destornillador pequeño como palanca en la ranura de montaje (D). Para no dañar la junta del conector angular, por favor no trate de expulsar el bloque de terminales (6) a través del prensaestopas (2) o del tornillo central (1)
- 5) Asegúrese que el diámetro exterior del cable usado es adecuado para el prensaestopas del conector angular. Pase el cable a través de la rosca (2), de la junta metálica (3), de la junta de goma (4) y del conector angular (5)
- 6) Conecte los conductores a los terminales del bloque (6) según el dibujo adjunto.
- 7) Monte el bloque de terminales (6) a presión adentro del conector angular (5)
- 8) Cierre el prensaestopas (2). Asegúrese que la junta de goma no este dañada y que todas las juntas estén montadas de forma correcta para asegurar la protección IP.
- 9) Ponga la junta plana cuadrada por encima de los conectores en el tope de la caja del instrumento.
- 10) Enchufe el bloque de terminales (6) a los conectores.
- 11) Monte el conector angular (5) y el bloque de conectores (6) al instrumento atornillando el tornillo central (1)

**Tabla 4.1** Datos técnicos del transmisor

Datos técnicos	Tipo PFT												
Rango de medición <sup>1)</sup>	bar	0,1	0,16	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16
Límite de sobrecarga	bar	1	1,5	2	2	4	5	10	10	17	35	35	80
Presión de rotura	bar	2	2	2,4	2,4	4,8	6	12	12	20,5	42	42	96
Rango de medición <sup>1)</sup>	bar	25	40	60	100	160	250	400	600				
Límite de sobrecarga	bar	50	80	120	200	320	500	800	1200				
Presión de rotura	bar	96	400	550	800	1000	1200	1700 <sup>1)</sup>	2400 <sup>1)</sup>				
{Vacío, presiones positivas, escalas compuestas, presión absoluta disponibles}. <sup>1)</sup> Para el versión frontal: el valor especificado en la tabla solo se aplica cuando la estanqueidad se realiza con la junta anular debajo de la hexagonal. Si no aplica max 1500 bar.													
Material													
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Piezas en contacto con el medio                             <ul style="list-style-type: none"> <li>» Standard</li> <li>» Versión frontalmente</li> </ul> </li> <li>■ Carcasa</li> </ul>													
Líquido interno de transmisión <sup>3)</sup>	Aceite sintético												
<sup>2)</sup> Junta tórica de FPM/FKM en la versión frontal con tramo de refrigeración integrado.													
<sup>3)</sup> No existe en el standard versión para rangos de medición > 25 bar.													
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Energía auxiliar L<sup>+</sup></li> </ul>	L <sup>+</sup> en VDC	10 < L <sup>+</sup> ≤ 30 (14 ... 30 con salida 0 ... 10 V)											
Señal de salida y carga óhmica máx. admisible R <sub>A</sub>	R <sub>A</sub> en Ohm	4 ... 20 mA, 2-hilos						R <sub>A</sub> ≤ (L <sup>+</sup> - 10 V) / 0,02 A					
		0 ... 5 V, 3-hilos						R <sub>A</sub> > 5000					
		0 ... 10 V, 3-hilos						R <sub>A</sub> > 10000					
		{Otras señales de salida a petición}											
Posibilidad de ajuste punto cero/rango	%	± 5 mediante potenciómetro dentro del equipo											

**Fuente:** www.sick.com

**Nota:** La tabla con los datos técnicos del transmisor, rangos de funcionamiento y dimensiones

**Tabla 4.2** Datos técnicos del transmisor

Datos técnicos	Tipo PFT	
Tiempo de respuesta (10 ... 90 %)	ms	≤ 1 (≤ 10 ms con temperaturas del fluido de medición < -30 °C para rangos de medición de hasta 25 bar o con membrana frontal enrasada (versión frontal).
Prueba de rigidez dieléctrica	VDC	500 <sup>4)</sup>
		<sup>4)</sup> NEC Class 02 energía auxiliar (límite de potencia máx. 100 VA también en condición de error)
Precisión	% del rango	≤ 0,5 <sup>5)</sup> ≤ 0,25 <sup>5)</sup> opcional para rangos de medición ≥ 0,25 bar
		<sup>5)</sup> No-Linealidad, histéresis y error de punto cero y span incluidas (correspondiente al error de medición según IEC 61298-2). Ajuste con posición vertical de instalación, conexión de presión hacia abajo.
No-Linealidad	% del rango	≤ 0,2 (BFSL) conforme a IEC 61298-2
No-repetibilidad	% del rango	≤ 0,1 conforme a IEC 61298-2
Estabilidad al año	% del rango	≤ 0,2 (con condiciones de referencia)
Rangos de temperatura admisibles		Versión frontal con tramo de refrigeración integrado
■ Medio <sup>6)</sup>	°C	-30 ... +100 -40...125 optional   -20 ... +150
■ Entorno <sup>6)</sup>	°C	-20 ... +80   -20 ... +80
■ Almacenamiento <sup>6)</sup>	°C	-40 ... +100   -20 ... +100
		<sup>6)</sup> Cumple también con EN 50178, tabla 7, Funcionamiento (C) 4K4H, transporte (E) 2K3, Almacenaje (D) 1K4, Transporte (E) 2K3
Rango de temperatura compensado		0 ... +80 °C
Coefficientes de temperatura en el rango de temperatura compensado		
■ CT medio del punto cero	% del rango	≤ 0,2 / 10 K (< 0,4 para rangos de medición ≤ 250 mbar)
■ CT medio del rango	% del rango	≤ 0,2 / 10 K

Fuente: [www.sick.com](http://www.sick.com)

**Tabla 4.3** Datos técnicos del transmisor

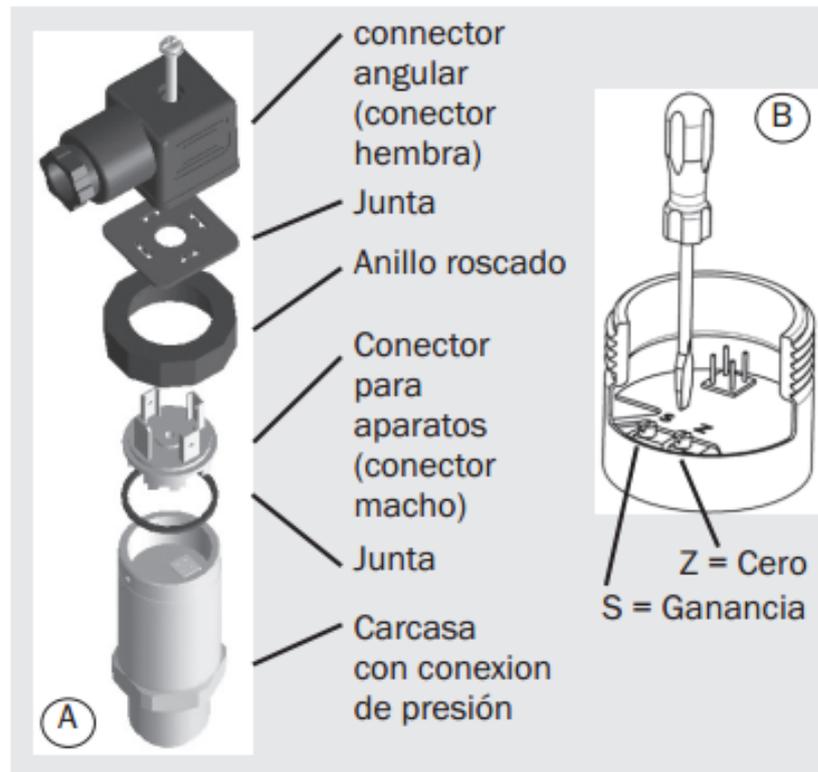
Datos técnicos	Tipo PFT	
CE- Indicativo		
■ Directiva para aparatos de presión		97/23/EC
■ CEM-Directiva		2004/108/EG EN 61326-2-3
Resistencia a choques	g	1000 conforme a IEC 60068-2-27 (impacto mecánico)
Resistencia a vibraciones	g	20 conforme a IEC 60068-2-6 (vibración con resonancia)
Tipos de protección eléctrica	VDC	
■ Resistencia a cortocircuitos		Q <sub>A</sub> con M
■ Protección contra polaridad inversa		L <sup>+</sup> con M
Peso	kg	Aprox. 0,2 Aprox. 0,3 con la opción de la desviación de la línea característica del 0,25% del rango; carcasa más alta.

Fuente: [www.sick.com](http://www.sick.com)

### 2.7.7 Prueba de funcionamiento

- Abra las conexiones sólo si el sistema está en estado sin presión.
- Tenga en cuenta los parámetros de servicio.
- Respete el límite de sobrecarga del rango de medición respectivo. Al tocar el transmisor de presión, tenga en cuenta de que las superficies de los compoentes del instrumento puedan calentarse durante el funcionamiento. La señal de salida debe ser proporcional a la presión. Si no lo es, eso podría ser un indicio de un deterioro de la membrana.

### 2.7.8 Ajuste de cero / margen (sólo para sensores con anillo roscado)



**Figura 2.43** Ajuste de cero

**Fuente:** Sick

Recuperado de: [www.sick.com](http://www.sick.com)

No recomendamos que ajuste el potenciómetro del span. Se usa para ajustes en fábrica y no debería ser ajustado si no dispone de los equipos de calibración adecuados (precisión por lo menos 3-veces superior al del sensor)

- Asegúrese al desmontaje / montaje de la clavija de que no se rompan o compriman ningún conductor.
- Desmontar el conector hembra. Abrir transmisor de presión, desmontando el anillo roscado (ver A). Desmonta el conector macho de la carcasa con cuidado.
- Ajustar el cero (Z) (ver B), generando el límite inferior del rango de presión.
- Ajuste el margen (S) y generando el límite superior del rango de presión.
- Controle el cero.
- Si el cero es erróneo, repetir el procedimiento.
- Cierre el transmisor de presión cuidadosamente. Asegúrese de que las juntas no estén deterioradas y verifique su posición correcta para asegurar el modo de protección.

#### **2.7.9 Mantenimiento, accesorios**

- Los transmisores SICK están libres de mantenimiento.
- Sólo el fabricante puede efectuar reparaciones.

#### **2.7.10 Eliminación de perturbaciones**

- Abrir las conexiones de presión sólo si el sistema está sin presión.
- Para no dañar las membranas en la conexión de presión, no utilizar para la limpieza objetos puntiagudos ni duros.
- Tome medidas de precaución en cuanto a residuos de los fluidos de medición en transmisores de presión desmontados. Medios residuales pueden causar daños en personas, medio ambiente y equipo.
- Ponga fuera de servicio el sensor y protéjalo contra la puesta en funcionamiento por error, si no puede eliminar perturbaciones.
- Sólo el fabricante es autorizado para efectuar reparaciones. Compruebe previamente si hay presión (válvulas/llave esférica, etc. abiertas), y si ha elegido

la fuente de tensión correcta y el tipo de cableado correspondiente (2 hilos/3 hilos).

**Tabla 5** Posibles averías y soluciones

Avería	Posible causa	Medida
Sin señal de salida	Ruptura de línea Sin o falsa tensión de alimentación o golpe de corriente	Comprobar continuidad Corregir tensión de alimentación según instrucciones de servicio *)
Sin o falsa señal de salida	Error de cableado (p. ej. sistema a 2 hilos cableado en 3 hilos)	Observar empleo de los conductores (ver placa indicad. de tipo / instrucciones de uso)
Señal de salida constante en caso de cambio de presión	Sobrecarga mecánica por excesiva presión	Cambiar el instrumento; en caso de fallo repetido, consultar con el fabricante *)
Alcance de la señal demasiado pequeño / dropping off	Sobrecarga mecánica por sobrepresión  Deterioro de membrana, p. ej. por golpes, medio abrasivo/agresivo; corrosión en membrana/racor de presión ; falta el medio de transmisión Junta/superficie de obturación deteriorada/ensuciada, posición incorrecta de la junta, espiras bloqueadas	Cambiar el instrumento; en caso de fallo repetido, consultar con el fabricante *)  Contactar con el fabricante y cambiar el instrumento  Limpiar junta/superficie de junta, eventualmente cambiar junta
Alcance de la señal inestable/ inexacto	Fuentes de interferencias perturbaciones electromagnéticas en la proximidad, p. ej. convertidor de frecuencia. Temperaturas de aplicación altas/bajas  Instrumento no puesto a tierra Presión del fluido de proceso muy inestable	Blindar aparato; blindaje de línea; eliminar fuente de interferencias  Observar temperaturas admisibles según instrucion de uso. Poner instrumento a tierra Atenuación; consultar con el fabricante
Desviación de la señal del cero	Temperaturas de aplicación altas/bajas  Posición de montaje divergente  Límite de sobrecarga sobrepasado	Observar temperaturas admisibles según instrucciones de uso Corregir cero por potenciómetro o panel de control o software Observar límite de sobrecarga (ver instrucciones de uso *)

**Fuente:** [www.sick.com](http://www.sick.com)

**Nota:** Lista de posibles averías según el fabricante, posibles causas y formas de corregirlo.

### 2.7.11 Almacenaje, eliminación de desechos

Al almacenar los sensores o eliminar los desechos tome medidas de precaución en cuanto a residuos de fluidos de medición en transmisores de presión desmontados. Recomendamos que la limpieza se realice de forma adecuada y cuidadosa. Fluidos residuales pueden causar daños en personas, medio ambiente y equipo.

## *Almacenaje*

Al almacenaje del transmisor de presión hay que montar el capuchón de protección para no deteriorar la membrana (versión frontal).

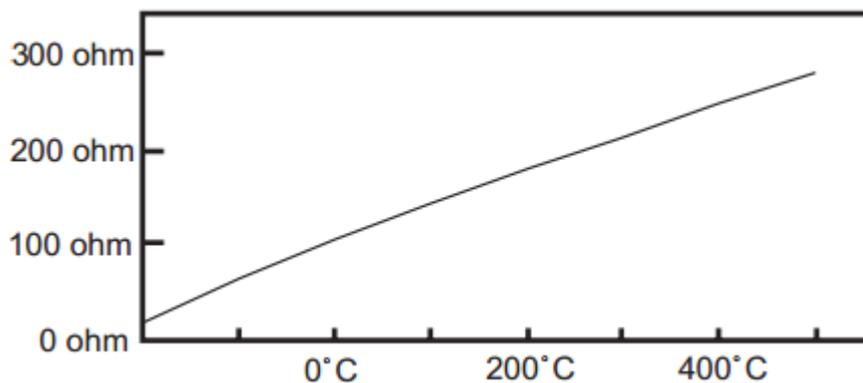
## *Eliminación de los desechos*

Elimine los desechos de componentes en sensores y materiales de embalaje según el reglamento respectivo del tratamiento de residuos y eliminación de desechos de la región o del país donde el sensor se ha suministrado.

## **2.8 PT100**

### **2.8.1 ¿Que es un Pt100?**

Un Pt100 es un sensor de temperatura. Consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica. El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde.



**Figura 2.44** Curva característica del PT100

**Fuente:** Arian – Control & Instrumentación

Un Pt100 es un tipo particular de RTD (Dispositivo Termo Resistivo)

Normalmente las Pt100 industriales se consiguen encapsuladas en la misma forma que las termocuplas, es decir dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material (vainas), en un extremo está el elemento sensible (alambre de platino) y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).

### **2.8.2 Ventajas del Pt100**

Por otra parte los Pt100 siendo levemente más costosos y mecánicamente no tan rígidos como las termocuplas, las superan especialmente en aplicaciones de bajas temperaturas (-100 a 200°)

Los Pt100 pueden fácilmente entregar precisiones de una décima de grado con la ventaja que la Pt100 no se descompone gradualmente entregando lecturas erróneas, si no que normalmente se abre, con lo cual el dispositivo medidor detecta inmediatamente la falla del sensor y da aviso. Este comportamiento es una gran ventaja en usos como cámaras frigoríficas donde una desviación no detectada de la temperatura podría producir algún daño grave. Además la Pt100 puede ser colocada a cierta distancia del medidor sin mayor problema (hasta unos 30 metros) utilizando cable de cobre convencional para hacer la extensión.

### **2.8.3 Conexión de la Pt100**

Existen 3 modos de conexión para las Pt100, cada uno de ellos requiere un instrumento lector distinto. El objetivo es determinar exactamente la resistencia eléctrica  $R(t)$  del elemento sensor de platino sin que influya en la lectura la resistencia de los cables  $R_c$ .

#### ***Con 2 hilos***

El modo más sencillo de conexión (pero menos recomendado) es con solo dos cables. En este caso las resistencias de los cables  $R_{c1}$  y  $R_{c2}$  que unen la Pt100 al instrumento se suman generando un error inevitable. El lector medirá el total  $R(t)+R_{c1}+R_{c2}$  en vez de  $R(t)$ . Lo único que se puede hacer es usar cable lo más

grueso posible para disminuir la resistencia de  $R_{c1}$  y  $R_{c2}$  y así disminuir el error en la lectura.

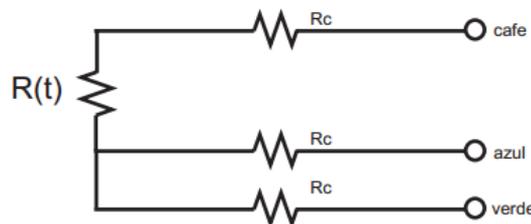


**Figura 2.45** Conexión dos hilos

**Fuente:** Arian – Control & Instrumentación

### *Con 3 hilos*

El modo de conexión de 3 hilos es el más común y resuelve bastante bien el problema de error generado por los cables.



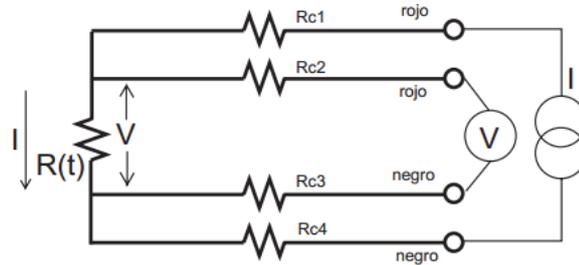
**Figura 2.46** Conexión tres hilos

**Fuente:** Arian – Control & Instrumentación

El único requisito es que los tres cables tengan la misma resistencia eléctrica pues el sistema de medición se basa (casi siempre) en el "puente de Wheatstone". Por supuesto el lector de temperatura debe ser para este tipo de conexión. En el caso particular de los instrumentos ARIAN, se hace pasar una corriente conocida a través de los cables azul y verde con lo cual el instrumento mide  $2R_c$ . Luego mide la resistencia por los cables café y azul para finalmente restarle  $2R_c$  al valor medido y obtener  $R(t)$ .

### *Con 4 hilos*

El método de 4 hilos es el más preciso de todos, los 4 cables pueden ser distintos (distinta resistencia) pero el instrumento lector es más costoso.



**Figura 2.47** Conexión cuatro hilos

**Fuente:** Arian – Control & Instrumentación

Por los cables 1 y 4 se hace circular una corriente  $I$  conocida a través de  $R(t)$  provocando una diferencia de potencial  $V$  en los extremos de  $R(t)$ . Los cables 2 y 4 están conectados a la entrada de un voltímetro de alta impedancia luego por estos cables no circula corriente y por lo tanto la caída de potencial en los cables  $Rc2$  y  $Rc3$  será cero ( $dV=I_c \cdot R_c=0 \cdot R_c=0$ ) y el voltímetro medirá exactamente el voltaje  $V$  en los extremos del elemento  $R(t)$ . Finalmente el instrumento obtiene  $R(t)$  al dividir  $V$  medido entre la corriente  $I$  conocida.

#### 2.8.4 Autocalentamiento y corriente de excitación

Cualquiera que sea el método de conexión, se debe hacer pasar una cierta corriente  $I$  por el elemento sensor de modo de poder medir su resistencia. Esta corriente  $I$  llamada "corriente de excitación" la suministra el instrumento lector y es del orden de 0.1 mA a 2 mA dependiendo del modelo y marca del equipo. Un problema que puede ocurrir es que la "corriente de excitación" genere por efecto Joule ( $P=I \cdot I \cdot R$ ) un calentamiento del elemento sensor aumentando su temperatura y produciendo así un error en la lectura. Este problema es más pronunciado mientras más pequeña sea la Pt100 (menor capacidad de disipación del calor generado) y a la vez mientras se esté midiendo en un medio menos conductor de calor.

### 2.8.5 Precauciones

Finalmente se deben tener ciertas precauciones de limpieza y protección en la instalación de los Pt100 para prevenir errores por fugas de corriente. Es frecuente que cables en ambientes muy húmedos se deterioren y se produzca un paso de corriente entre ellos a través de humedad condensada. Aunque mínima, esta corriente "fugada" hará aparecer en el lector una temperatura menor que la real. Estas fugas también pueden ocurrir en óxido, humedad o polvo que cubre los terminales. Por la descripción hecha de los métodos de medición, queda claro que a diferencia de las termocuplas, no es posible conectar 2 unidades lectoras a un mismo Pt100 pues cada una suministra su corriente de excitación. En el momento de comprar un Pt100 se debe tener presente que existen distintas calidades y precios para el elemento sensor que va al extremo del Pt100. Los de mejor calidad están hechos con un verdadero alambre de platino, en tanto que existen algunos sensores económicos hechos en base a una pintura conductora sobre un substrato de alumina (cerámica) Estos últimos son menos precisos. En general no se debe montar un Pt100 en lugares sometidos a mucha vibración pues es probable que se fracture.



**Figura 2.48** Formas de una PT100

**Fuente:** Direct industry

Recuperado de: [www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)

**Tabla 6.1** Cálculo valor PT100 R vs °C

Pt 100 ohms	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-190	22.78	22.35	21.93	21.50	21.08	20.66	20.23	19.81	19.38	18.96
-180	27.01	26.59	26.17	25.74	25.32	24.90	24.47	24.05	23.63	23.20
-170	31.24	30.81	30.39	29.97	29.55	29.13	28.70	28.28	27.86	27.44
-160	35.45	35.03	34.61	34.19	33.77	33.34	32.92	32.50	32.08	31.66
-150	39.65	39.23	38.81	38.39	37.97	37.55	37.13	36.71	36.29	35.87
-140	43.78	43.37	42.96	42.54	42.13	41.72	41.30	40.89	40.48	40.06
-130	47.90	47.49	47.08	46.67	46.26	45.85	45.43	45.02	44.61	44.20
-120	52.01	51.60	51.19	50.78	50.37	49.96	49.55	49.14	48.73	48.32
-110	56.11	55.70	55.29	54.88	54.48	54.07	53.66	53.25	52.84	52.43
-100	60.20	59.79	59.38	58.98	58.57	58.16	57.75	57.34	56.93	56.52
-90	64.23	63.83	63.43	63.02	62.62	62.22	61.81	61.41	61.01	60.60
-80	68.25	67.85	67.45	67.05	66.65	66.25	65.84	65.44	65.04	64.64
-70	72.26	71.86	71.46	71.06	70.66	70.26	69.86	69.46	69.06	68.66
-60	76.26	75.86	75.46	75.06	74.67	74.27	73.87	73.47	73.07	72.67
-50	80.25	79.85	79.45	79.06	78.66	78.26	77.86	77.46	77.06	76.66
-40	84.22	83.83	83.43	83.03	82.64	82.24	81.84	81.44	81.05	80.65
-30	88.18	87.79	87.39	87.00	86.60	86.21	85.81	85.41	85.02	84.62
-20	92.13	91.74	91.35	90.95	90.56	90.16	89.77	89.37	88.98	88.58
-10	96.07	95.68	95.29	94.89	94.50	94.11	93.71	93.32	92.92	92.53
0	100.00	99.61	99.22	98.82	98.43	98.04	97.65	97.25	96.86	96.47
0	100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51
10	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.41
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.74	110.12	110.51	110.90	111.29
30	111.67	112.06	112.45	112.84	113.22	113.61	114.00	114.38	114.77	115.16
40	115.54	115.93	116.32	116.70	117.09	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01
50	119.40	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.48	122.86
60	123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69
70	127.07	127.46	127.84	128.22	128.60	128.99	129.37	129.75	130.13	130.51
80	130.89	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.56	133.94	134.32
90	134.70	135.08	135.46	135.84	136.22	136.60	136.98	137.36	137.74	138.12
100	138.50	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40	140.77	141.15	141.53	141.91
110	142.29	142.67	143.04	143.42	143.80	144.18	144.55	144.93	145.31	145.69
120	146.06	146.44	146.82	147.19	147.57	147.95	148.32	148.70	149.07	149.45
130	149.83	150.20	150.58	150.95	151.33	151.70	152.08	152.45	152.83	153.20
140	153.58	153.95	154.33	154.70	155.08	155.45	155.83	156.20	156.57	156.95
150	157.32	157.69	158.07	158.44	158.81	159.19	159.56	159.93	160.30	160.68
160	161.05	161.42	161.79	162.16	162.53	162.91	163.28	163.65	164.02	164.39
170	164.76	165.13	165.50	165.88	166.25	166.62	166.99	167.36	167.73	168.10
180	168.47	168.84	169.21	169.58	169.95	170.31	170.68	171.05	171.42	171.79
190	172.16	172.53	172.90	173.26	173.63	174.00	174.37	174.74	175.10	175.47
200	175.84	176.21	176.58	176.94	177.31	177.68	178.04	178.41	178.78	179.14
210	179.51	179.88	180.24	180.61	180.98	181.34	181.71	182.07	182.44	182.81
220	183.17	183.54	183.90	184.27	184.63	185.00	185.36	185.73	186.09	186.45
230	186.82	187.18	187.55	187.91	188.27	188.64	189.00	189.37	189.73	190.09
240	190.46	190.82	191.18	191.54	191.91	192.27	192.63	192.99	193.36	193.72
250	194.08	194.44	194.80	195.17	195.53	195.89	196.25	196.61	196.97	197.33
260	197.69	198.05	198.41	198.77	199.14	199.50	199.86	200.22	200.58	200.94
270	201.29	201.65	202.01	202.37	202.73	203.09	203.45	203.81	204.17	204.53
280	204.88	205.24	205.60	205.96	206.32	206.68	207.03	207.39	207.75	208.11
290	208.46	208.82	209.18	209.53	209.89	210.25	210.60	210.96	211.32	211.67
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Fuente:** Arian – Control & Instrumentación

**Nota:** Tabla de valores de resistencia según temperatura en los PT100

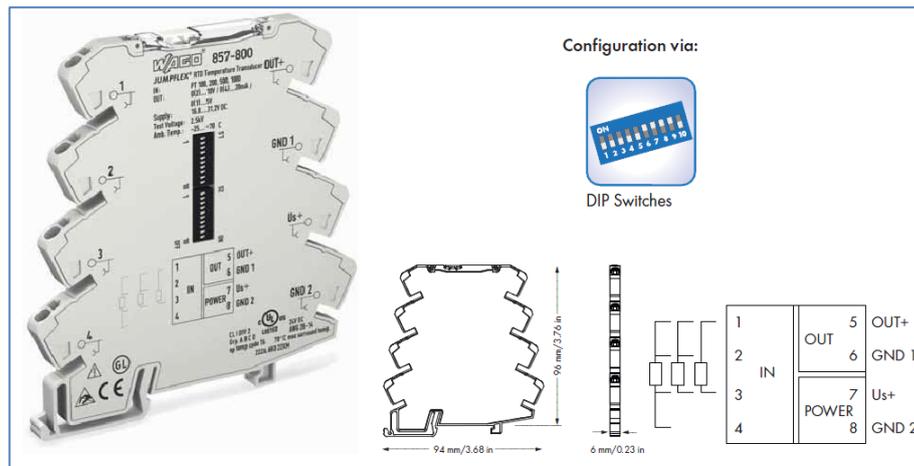
**Tabla 6.2** Cálculo valor PT100 R vs °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	212.03	212.39	212.74	213.10	213.45	213.81	214.16	214.52	214.88	215.23
310	215.59	215.94	216.29	216.65	217.00	217.36	217.71	218.07	218.42	218.77
320	219.13	219.48	219.84	220.19	220.54	220.90	221.25	221.60	221.96	222.31
330	222.66	223.01	223.37	223.72	224.07	224.42	224.77	225.13	225.48	225.83
340	226.18	226.53	226.88	227.24	227.59	227.94	228.29	228.64	228.99	229.34
350	229.69	230.04	230.39	230.74	231.09	231.44	231.79	232.14	232.49	232.84
360	233.19	233.54	233.89	234.23	234.58	234.93	235.28	235.63	235.98	236.32
370	236.67	237.02	237.37	237.72	238.06	238.41	238.76	239.11	239.45	239.80
380	240.15	240.49	240.84	241.19	241.53	241.88	242.23	242.57	242.92	243.26
390	243.61	243.95	244.30	244.65	244.99	245.34	245.68	246.03	246.37	246.72
400	247.06	247.40	247.75	248.09	248.44	248.78	249.12	249.47	249.81	250.16
410	250.50	250.84	251.19	251.53	251.87	252.21	252.56	252.90	253.24	253.58
420	253.93	254.27	254.61	254.95	255.29	255.64	255.98	256.32	256.66	257.00
430	257.34	257.68	258.02	258.37	258.71	259.05	259.39	259.73	260.07	260.41
440	260.75	261.09	261.43	261.77	262.11	262.45	262.78	263.12	263.46	263.80
450	264.14	264.48	264.82	265.16	265.49	265.83	266.17	266.51	266.85	267.18
460	267.52	267.86	268.20	268.53	268.87	269.21	269.54	269.88	270.22	270.55
470	270.89	271.23	271.56	271.90	272.24	272.57	272.91	273.24	273.58	273.91
480	274.25	274.58	274.92	275.25	275.59	275.92	276.26	276.59	276.93	277.26
490	277.60	277.93	278.26	278.60	278.93	279.26	279.60	279.93	280.26	280.60
500	280.93	281.26	281.60	281.93	282.26	282.59	282.93	283.26	283.59	283.92
510	284.25	284.58	284.92	285.25	285.58	285.91	286.24	286.57	286.90	287.23
520	287.56	287.90	288.23	288.56	288.89	289.22	289.55	289.88	290.21	290.54
530	290.86	291.19	291.52	291.85	292.18	292.51	292.84	293.17	293.50	293.82
540	294.15	294.48	294.81	295.14	295.47	295.79	296.12	296.45	296.78	297.10
550	297.43	297.76	298.08	298.41	298.74	299.07	299.39	299.72	300.04	300.37
560	300.70	301.02	301.35	301.68	302.00	302.33	302.65	302.98	303.30	303.63
570	303.95	304.28	304.60	304.93	305.25	305.58	305.90	306.22	306.55	306.87
580	307.20	307.52	307.84	308.17	308.49	308.81	309.14	309.46	309.78	310.11
590	310.43	310.75	311.07	311.40	311.72	312.04	312.36	312.68	313.01	313.33
600	313.65	313.97	314.29	314.61	314.93	315.26	315.58	315.90	316.22	316.54
610	316.86	317.18	317.50	317.82	318.14	318.46	318.78	319.10	319.41	319.73
620	320.05	320.37	320.69	321.01	321.33	321.65	321.96	322.28	322.60	322.92
630	323.24	323.55	323.87	324.19	324.51	324.82	325.14	325.46	325.78	326.09
640	326.41	326.73	327.04	327.36	327.67	327.99	328.31	328.62	328.94	329.25
650	329.57	329.89	330.20	330.52	330.83	331.15	331.46	331.78	332.09	332.41
660	332.72	333.04	333.35	333.66	333.98	334.29	334.61	334.92	335.23	335.55
670	335.86	336.17	336.49	336.80	337.11	337.43	337.74	338.05	338.36	338.68
680	338.99	339.30	339.61	339.92	340.24	340.55	340.86	341.17	341.48	341.79
690	342.11	342.42	342.73	343.04	343.35	343.66	343.97	344.28	344.59	344.90
700	345.21	345.52	345.83	346.14	346.45	346.76	347.07	347.38	347.68	347.99
710	348.30	348.61	348.92	349.23	349.53	349.84	350.15	350.46	350.77	351.07
720	351.38	351.69	352.00	352.30	352.61	352.92	353.22	353.53	353.84	354.14
730	354.45	354.75	355.06	355.37	355.67	355.98	356.28	356.59	356.89	357.20
740	357.51	357.81	358.12	358.42	358.72	359.03	359.33	359.64	359.94	360.25
750	360.55	360.85	361.16	361.46	361.77	362.07	362.37	362.68	362.98	363.28
760	363.59	363.89	364.19	364.49	364.80	365.10	365.40	365.70	366.01	366.31
770	366.61	366.91	367.21	367.51	367.81	368.12	368.42	368.72	369.02	369.32
780	369.62	369.92	370.22	370.52	370.82	371.12	371.42	371.72	372.02	372.32
790	372.62	372.92	373.22	373.52	373.82	374.12	374.42	374.71	375.01	375.31
800	375.61	375.91	376.21	376.50	376.80	377.10	377.40	377.70	377.99	378.29
810	378.59	378.88	379.18	379.48	379.77	380.07	380.37	380.66	380.96	381.26
820	381.55	381.85	382.14	382.44	382.74	383.03	383.33	383.62	383.92	384.21
830	384.51	384.80	385.10	385.39	385.69	385.98	386.27	386.57	386.86	387.16
840	387.45	387.74	388.04	388.33	388.62	388.92	389.21	389.50	389.79	390.09
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Fuente:** Arian – Control & Instrumentación

**Nota:** Tabla de valores de resistencia según temperatura en los PT100

## 2.8.6 Transductor Jumpflex 857-800



**Figura 2.49** Jumpflex 857-800

**Fuente:** Catálogo Wago

Los transductores 857-800 registran las Temperaturas de sensores como Pt100, PT200, Pt500 y Pt1000, así como las resistencias de hasta 4,5 kOhm, convirtiendo la señal de temperatura en una señal analógica estándar de 4 a 20mA en el lado de su salida.

### **Características:**

- Para los sensores Pt100, PT200, Pt500 y Pt1000, así como las resistencias de hasta 4,5 kOhm.
- Tecnología de conexión de 2, 3 y 4 hilos
- Cambio de escala calibrada
- Rotura de hilo / cortocircuito del sensor
- Rango de medición flujo inferior / rebose
- Capacidad de recorte permite la limitación de señal estándar analógico a valores superiores de rango

- Caja de aislamiento de 3 vías con tensión de prueba 2,5 kV a la norma EN 61140

**Tabla 7.1** Datos técnicos del Jumplex 857-800

<b>Technical Data</b>	
<b>Configuration:</b>	
Configuration	DIP switches
<b>Input:</b>	
Input signal	PT sensors and resistors
Sensor types	Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000
Sensor connection	2-wire, 3-wire, 4-wire (switchable)
Temperature range	-200 °C ... +850 °C
Sensorspeisestrom	< 0.5 mA
Resistor input	0 ... 1 k $\Omega$ , 0 ... 4.5 k $\Omega$
<b>Output:</b>	
Output signal	0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA, 0 ... 10 V, 2 ... 10 V, 0... 5 V, 1 ... 5 V, 0 ... 10 mA, 2 ... 10 mA
Load impedance	$\leq 600 \Omega$ (Out = mA) $\geq 2 \text{ k}\Omega$ (Out = V)
Step response	180 ms (360 ms at 3-wire)
<b>General specifications:</b>	
Voltage supply $V_S$	24 V DC
Supply voltage range	16.8 V ... 31.2 V
Current consumption at 24 V DC	< 40 mA
Min. measuring span	50 K (50 $\Omega$ )
Transmission error	$\leq 0.1 \%$ at max. measuring span
Transmission error of set measuring span	$((10 \text{ K} / \text{set measuring span [K]} + 0.1) \%$
Temperature coefficient	$\leq 0.02 \%$ /K

**Fuente:** Catálogo Wago

**Nota:** Datasheet del transductor según el fabricante, funcionamiento y dimensiones

**Tabla 7.2** Datos técnicos del Jumplex 857-800

<b>Technical Data</b>	
<b>Environmental requirements:</b>	
Ambient operating temperature	-25 °C ... +70 °C
Storage temperature	-40 °C ... +85 °C
<b>Safety and protection:</b>	
Test voltage (input/output/supply)	2.5 kV AC, 50 Hz, 1 min
<b>Connection and type of mounting:</b>	
Wire connection	CAGE CLAMP® S
Cross sections	solid:
	0.08 mm <sup>2</sup> ... 2.5 mm <sup>2</sup> / AWG 28 ... 14
	fine-stranded:
	0.34 mm <sup>2</sup> ... 2.5 mm <sup>2</sup> / AWG 22 ... 14
Strip lengths	9 ... 10 mm / 0.37 in
<b>Dimensions and weight:</b>	
Dimensions (mm) W x H x L	6 x 96 x 94
	Height from upper-edge of DIN 35 rail
Weight	42 g
<b>Standards and approvals:</b>	
Conformity marking	CE
UL 508	
ANSI/ISA 12.12.01	Class I, Div. 2, Grp. ABCD, T4
Shipbuilding	GL
<b>Accessories</b>	see pages 268 ... 271

**Fuente:** Catálogo Wago

**Nota:** Datasheet del transductor según el fabricante, funcionamiento y dimensiones

DIP Switch S1										DIP Switch Adjustability				● = ON
Wire connection		Sensor type			Output signal					Measuring range underflow	Measuring range overflow	Wire break	Short circuit	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
	2-wire			Pt100			0 ... 20 mA			Lower limit of output range - 5 % *	Upper limit of output range + 2,5 % *	Upper limit of output range + 5 % *	Lower limit of output range - 12,5 % *	
●	3-wire	●		Pt200	●		4 ... 20 mA							
●	4-wire	●	●	Pt500	●		0 ... 10 mA	●		Lower limit of output range	Upper limit of output range + 2,5 %	Upper limit of output range + 5 %	Lower limit of output range	
				Pt1000	●	●	2 ... 10 mA							
				1 kΩ			0 ... 10 V			Lower limit of output range	Upper limit of output range	Upper limit of output range + 5 %	Upper limit of output range + 5 %	
				4.5 kΩ	●	●	2 ... 10 V							
							0 ... 5 V							
							1 ... 5 V	●	●	Lower limit of output range	Upper limit of output range	Lower limit of output range	Lower limit of output range	

Figura 2.50 Ajuste de los DIP switch S1

Fuente: Catálogo Wago

DIP Switch S2																																		
Start temperature					End temperature																													
1	2	3	4	°C	°F	5	6	7	8	9	10	°C	°F	5	6	7	8	9	10	°C	°F	5	6	7	8	9	10	°C	°F					
														●						●	210	410					●	●	475	887				
●				-200	-328	●						0	32	●						●	80	176	●				●	220	428	●		●	500	932
●	●			-175	-283	●						5	41	●	●					●	85	185	●	●			●	230	446	●	●	●	525	997
●	●			-150	-238	●	●					10	50	●	●					●	90	194	●	●			●	240	464	●	●	●	550	1022
	●			-125	-193							15	59		●	●				●	95	203		●			●	250	482		●	●	575	1067
●	●			-100	-148	●	●					20	68	●	●	●				●	100	212	●	●			●	260	500	●	●	●	600	1022
●	●			-90	-130	●	●					25	77	●	●	●				●	110	230	●	●	●		●	270	518	●	●	●	625	1112
●	●			-80	-112	●	●					30	86	●	●	●				●	120	248	●	●	●		●	280	536	●	●	●	650	1202
	●			-70	-94							35	95			●	●			●	130	266			●		●	290	554		●	●	675	1247
●				-60	-76	●						40	104	●		●	●			●	140	284	●		●		●	300	572	●		●	700	1292
●	●			-50	-58	●	●					45	113	●	●	●				●	150	302	●	●	●		●	325	617	●	●	●	725	1337
●	●			-40	-40	●	●					50	122	●	●	●				●	160	320	●	●	●		●	350	662	●	●	●	750	1382
	●			-30	-22							55	131			●	●			●	170	338			●		●	375	707		●	●	775	1427
●	●			-20	-4	●	●					60	140	●	●	●				●	180	356	●	●	●		●	400	752	●	●	●	800	1472
●	●			-10	14	●	●					65	149	●	●	●				●	190	374	●	●	●		●	425	797	●	●	●	825	1517
●	●			0	32	●	●					70	158	●	●	●				●	200	392	●	●	●		●	450	842	●	●	●	850	1562

The minimum distance from the start temperature to the end temperature may not fall short of 50K degrees on the Celsius (C) scale or 122K degrees on the Fahrenheit (F) scale.

Figura 2.51 Ajuste de los DIP switch S2

Fuente: Catálogo Wago

## 2.9 Repartidor de carga

Dispositivo alimentado con un voltaje externo hacia sus barras con el fin de distribuir o repartir de forma balanceada el consumo que requieran elementos como relés, PLC, sensores, etc. Las barras cuentan con orificios con hilos y su respectivo perno para ajustar el cable a ser colocado.

## 2.10 MOTORES DEL TREN ACABADOR

### 2.10.1 Caja laminadora # 16 - Características



**Figura 2.52** Caja laminadora # 16

**Fuente:** Los autores

**Tabla 8** Datos de placa del motor Caja # 16

CAJA# 16				
MARCA: ABB		<b>ABB</b>	No.: 8794528	
TIPO: DMI280V			IM: 1001	
AÑO: 2009			PESO: 1920KG	
DC MOTOR		NO DE ESCOBILLAS: 6/ARM		
KW	HP	VOLTIOS	AMPERAJE	RPM
375		500	804	800
EXCITACIÓN :		200VOLTIOS	30,3AMPERIOS	

**Fuente:** Los autores

### 2.10.2 Caja laminadora # 17 – Características



**Figura 2.53** Caja laminadora # 17

**Fuente:** Los autores

**Tabla 9** Datos de placa del motor Caja # 17

CAJA# 17				
MARCA: ANSALDO		<b>ASI</b>	No.: 72896	
TIPO: GH 355 SK			IM: B3/V5	
AÑO: 2007			PESO: 2900KG	
DC MOTOR		No. DE ESCOBILLAS: 6/ARM		
KW	HP	VOLTIOS	AMPERAJE	RPM
350		525	724	800
350		525	724	2000
350		525	640	2100
EXCITACIÓN: 219,26VOLTIOS 18,0-4,8-4,6 AMP.				

**Fuente:** Los autores

### 2.10.3 Caja laminadora # 18 – Características



**Figura 2.54** Caja laminadora # 18

**Fuente:** Los autores

**Tabla 10** Datos de placa del motor Caja # 18

CAJA# 18				
MARCA: ANSALDO		<b>ASI</b>	No.: 72900	
TIPO: GH 355 SK			IM: B3/V5	
AÑO: 2007			PESO: 2900KG	
DC MOTOR		NO DE ESCOBILLAS: 6/ARM		
KW	HP	VOLTIOS	AMPERAJE	RPM
350		525	724	800
350		525	724	2000
350		525	640	2100
EXCITACIÓN: 219,26VOLTIOS 18,0-5,0-4,6 AMP.				

**Fuente:** Los autores

**2.10.4 Caja laminadora # 19 – Características**



**Figura 2.55** Caja laminadora # 19  
**Fuente:** Los autores

**Tabla 11** Datos de placa del motor Caja # 19

CAJA# 19				
MARCA: ANSALDO		<b>ASI</b>	No.: 72901	
TIPO: GH 355 SK			IM: B3/V5	
AÑO: 2007			PESO: 2900KG	
DC MOTOR		NO DE ESCOBILLAS: 6/ARM		
KW	HP	VOLTIOS	AMPERAJE	RPM
350		525	724	800
350		525	724	2000
310		525	640	2100
EXCITACIÓN: 219,26VOLTIOS 18,0-5,0-4,6 AMP.				

**Fuente:** Los autores

**2.10.5 Caja laminadora # 20 – Características**



**Figura 2.56** Caja laminadora # 20

**Fuente:** Los autores

**Tabla 12** Datos de placa del motor Caja # 20

CAJA# 20				
MARCA: ANSALDO		<b>ASI</b>	No.: 72899	
TIPO: GH 355 SK			IM: B3/V5	
AÑO: 2007			PESO: 2900KG	
DC MOTOR		NO DE ESCOBILLAS: 6/ARM		
KW	HP	VOLTIOS	AMPERAJE	RPM
350		525	724	800
350		525	724	2000
310		525	640	2100
EXCITACIÓN: 219,26VOLTIOS 18,0-5,0-4,6 AMP.				

**Fuente:** Los autores

2.10.6 Caja laminadora # 21 – Características



Figura 2.57 Caja laminadora # 21

Fuente: Los autores

Tabla 13 Datos de placa del motor Caja # 21

CAJA# 21				
MARCA: ABB		<b>ABB</b>	No.: 8779315	
TIPO: DMI280V			IM: 1001	
AÑO: 2008			PESO: 1920KG	
DC MOTOR		NO DE ESCOBILLAS: 6/ARM		
KW 375	HP	VOLTIOS 500	AMPERAJE 806	RPM 800
EXCITACIÓN :		220VOLTIOS	24,1AMPERIOS	

Fuente: Los autores

## CAPÍTULO 3

### 3.1 ESTUDIO DEL PROYECTO

En este capítulo se explican detalladamente los diferentes procesos y su implementación para la correcta ejecución del proyecto. Se dan a conocer los diagramas de las conexiones realizadas, la programación, configuración del PLC y detalles del scada.

### 3.2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.

#### 3.2.1 CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL.

##### Introducción

El tablero eléctrico es el elemento en el cual se albergarán los diferentes dispositivos de control para el proceso, según la cantidad de los mismos se escoge las dimensiones de dicho tablero de manera que los dispositivos queden distribuidos de forma uniforme y entren sin problemas.



**Figura 3.1:** Tablero de conexiones eléctricas

**Fuente:** Los autores

### 3.2.2 Tamaño

Las dimensiones del tablero son 70x60x30, debido a la cantidad considerable de elementos se escogió uno de dimensiones un poco grandes para que al momento de realizar la distribución no se tengan dificultades o alguno quede fuera por falta de espacio.

A continuación se detalla el proceso de construcción del tablero:

1. Se colocan las canaletas ranuradas de 60x30 mm alrededor de la base del tablero donde se ubicará el cableado eléctrico. La riel din de 35 mm se ubican de forma horizontal con el objetivo de sujetar los diferentes dispositivos de mando.



**Figura 3.2:** Distribución de canaletas y riel din

**Fuente:** Los autores

2. Con un esquema previamente analizado y diseñado, se ubican correctamente cada uno de los dispositivos (PLC, fuente, transductores, etc.)

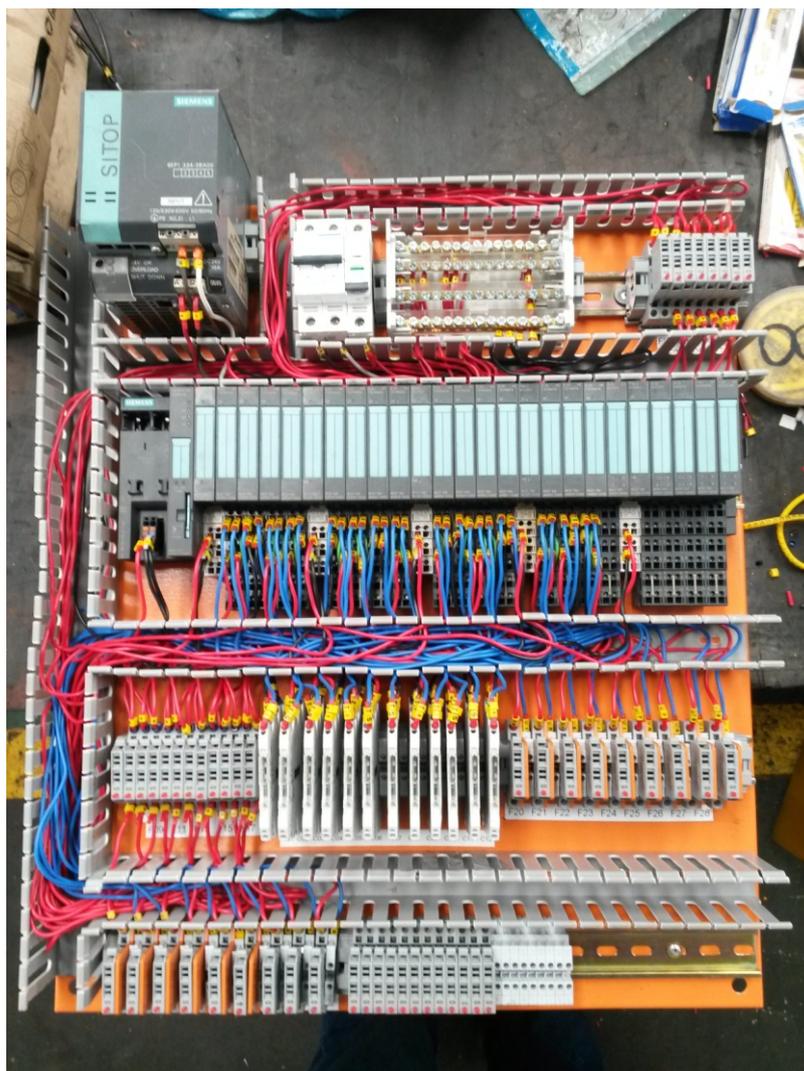


**Figura 3.3:** Distribución de elementos de control dentro del tablero

**Fuente:** Los autores

3. Al terminar de colocar todos los dispositivos dentro del tablero, se procede con las conexiones eléctricas, para ello se utilizó un tipo de cable para el circuito de control, a continuación se describe el color del cable usado para las conexiones:

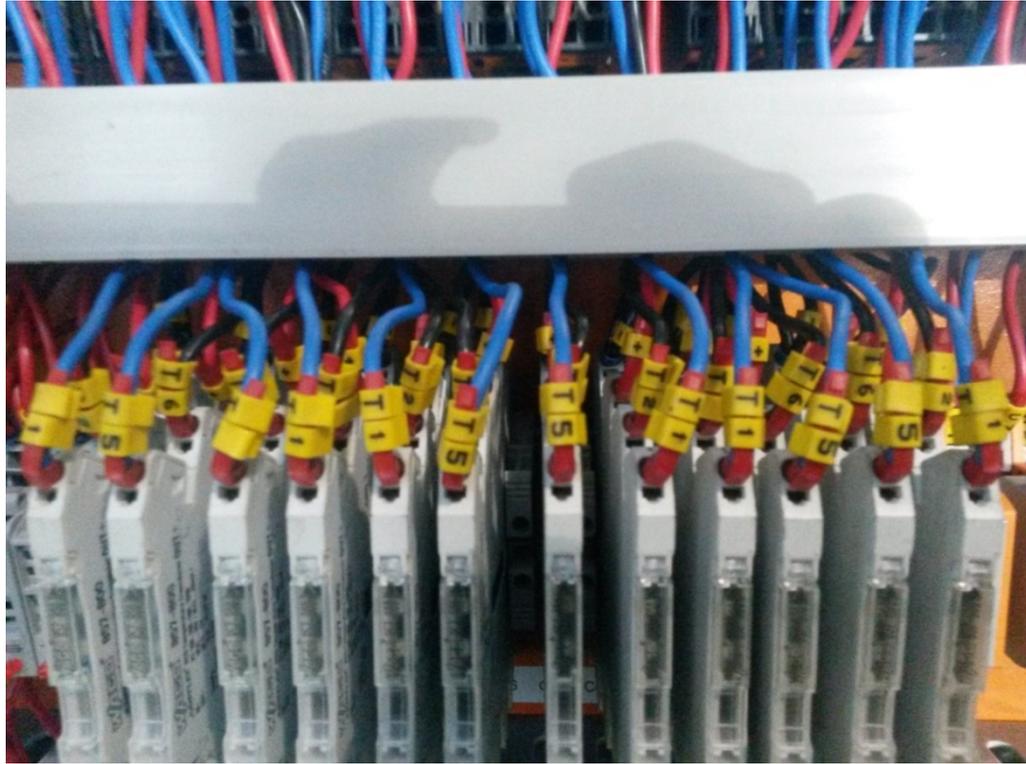
- ✓ Cable # 16 color negro y blanco (110 VAC)
- ✓ Cable # 18 color rojo y negro (24 VDC)
- ✓ Cable # 18 color celeste (señales para el PLC)



**Figura 3.4:** Cableado eléctrico del tablero

**Fuente:** Los autores

4. Se procede con la codificación ya que es muy importante tener marcado todo cable que se encuentre conectado. Se colocan marquillas plásticas alfanuméricas.



**Figura 3.5** Marquillas en los transductores de temperatura.

**Fuente:** Los autores

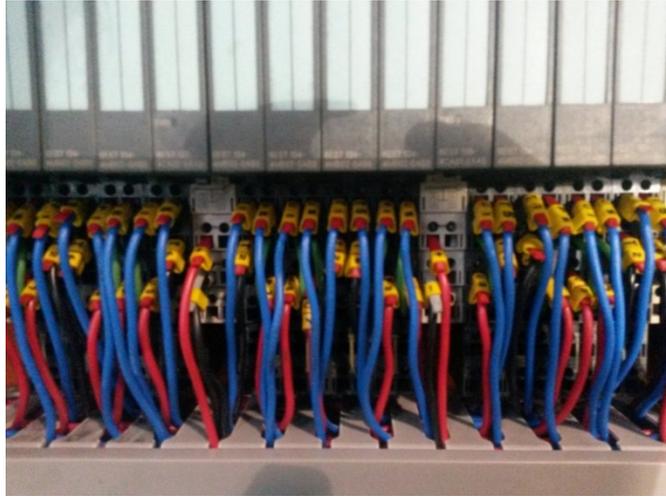
### 3.2.3 CONEXIONES

Para realizar las diferentes conexiones en el tablero de control, se debe de tener un control estético de tal manera que el cableado quede totalmente impecable además de mantener el aseo dentro de dicho tablero. A continuación se distinguen los diferentes tipos de conexiones empleados en el tablero de control:

- ✓ Conexiones en la parte interna del tablero.
- ✓ Conexiones que llegan de los sensores de campo.

### 3.2.4 Conexiones en la parte interna del tablero

Estas son las conexiones realizadas para desarrollar el circuito, en ella encontramos la remota, los transductores de temperatura, borneras portafusibles y la fuente SITOP



**Figura 3.6:** Vista de las conexiones en la remota, parte interna del tablero

**Fuente:** Los autores

### 3.2.5 Cableado externo o de campo.

Las señales que van al PLC provienen de los sensores que se colocaron en el campo de trabajo. Se reemplazaron cajas de paso que estaban en mal estado y que no iban a servir ya que su tamaño era reducido para la cantidad de cables a conectar por cada motor.



**Figura 3.7:** Caja de paso a reemplazar por deterioro y falta de espacio

**Fuente:** Los autores

En la nueva caja, por su tamaño, se tiene comodidad para hacer las conexiones necesarias y colocar borneras adicionales para posibles mejoras a futuro.



**Figura 3.8:** Caja de paso nueva de mayor dimensión

**Fuente:** Los autores



**Figura 3.9:** Vista interna de la caja de paso

**Fuente:** Los autores

Los cables de los sensores llegan hasta esta caja de paso, luego de aquí se realizó un tendido de eléctrico de cables hasta el sector del sótano lugar en el cual se deja colocado el tablero con la remota.

### 3.2.6 Montaje del tablero eléctrico

Se decide que el tablero eléctrico con los elementos de control del proyecto sea colocado en el sótano de la planta por el bajo tránsito del personal por este sector. Aquí también está una remota la cual acoge varias señales del proceso de la planta, dicho tablero es diseño original marca Danieli.



**Figura 3.10:** Perforación para la colocación de los pernos de expansión

**Fuente:** Los autores



**Figura 3.11:** Tablero colocado en el sótano

**Fuente:** Los autores

### 3.2.7 Colocación de los sensores

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, se usaron sensores de temperatura y ultrasonido en los motores. A cada motor se le colocaron los siguientes sensores:

- Pt100 en lado accionamiento
- Pt100 en lado opuesto
- Ultra-trak en lado accionamiento (vibración)
- Ultra-trak en lado opuesto (vibración)
- Sick PFT en tubería de enfriamiento (presión)

Se usaron placas de aluminio para aprovechar su propiedad de transferencia de calor al colocar los pt100 en los escudos del motor, ya que no se pudo perforarlos para poner los vulvos en el lugar asignado.



**Figura 3.12:** Estrella de aluminio, material usado como soporte de los Pt100

**Fuente:** Los autores



**Figura 3.13:** Montaje de los sensores lado accionamiento

**Fuente:** Los autores



**Figura 3.14:** Vista de los sensores ya colocados en su sitio

**Fuente:** Los autores



**Figura 3.15:** Soporte para los sensores de presión

**Fuente:** Los autores



**Figura 3.16:** Sensor de presión Sick PFT colocado en la tubería

**Fuente:** Los autores



**Figura 3.17:** Vista de los sensores de temperatura vibración y caja de paso.

**Fuente:** Los autores

### 3.3 PROGRAMACIÓN

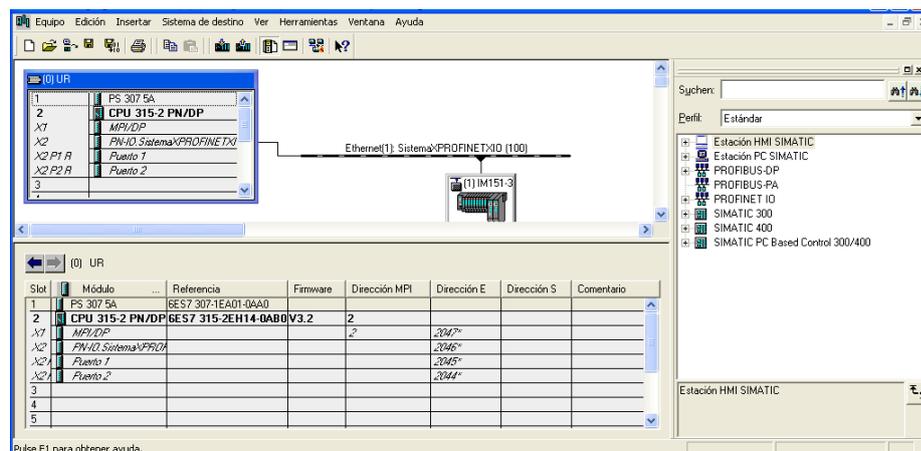
La programación se la hizo en el software de siemens Step 7.

Consta de bloques de organización con partes del programa a ejecutarse, cada bloque cumple una función específica para el desarrollo del programa.

#### 3.3.1 Configuración del hardware

La primera parte de la programación es la configuración del hardware del proyecto, aquí se colocan todos los elementos físicos a usar los cuales se detallan a continuación:

- Fuente de alimentación carga 120/230V AC:24VDC/5ª, 6ES7 307-1EA00-0AA0
- CPU 315 2PN/DP, Memoria de trabajo 384KB; 0,05ms/1000 instr.; conexión PROFINET; comunicación S7 (FBs/FCs cargables); PROFINET IO-Controller; soporta RT/IRT; interfaz PROFINET y 2 puertos; MRP; PROFINET CBA; PROFINET CBA-Proxy; protocolo de transporte TCP/IP; conexión MPI/DP combinada (MPI o maestro DP o esclavo DP); configuración en varias filas de hasta 32 módulos; ciclo de bus DP equidistante; routing; firmware V3.2, 6ES7 315-2EH14-0AB0
- IM151-3PN, Módulo de interfaz dispositivo PROFINET IO IM 151-3 PN ST (ERTEC200) para módulos electrónicos ET 200S, soporta compresión de direcciones; interfaz PROFINET y 2 puertos; actualización FW vía bus; diagnóstico de puerto; funcionalidad I&M; IRT y arranque prioritario; funcionalidad shared; MRP; configuración futura; firmware V7.0
- PM-E DC24V, Módulos de potencia PM-E para módulos electrónicos, DC24V, con diagnóstico.
- 2AI I 2/4WIRE HF, Módulo de entradas analógicas AI 2xI, 2/TM4hilos (+/- 20mA /15 Bit+signo, 4..20mA /15 Bit), High Feature, soporta modo isócrono.
- 4DI DC24V ST, Módulo de entradas digitales DI 4xDC24V, estándar.
- 4DO DC24V/2A ST, Módulo de salidas digitales DO 4xDC24V/2A, estándar, soporta modo isócrono.



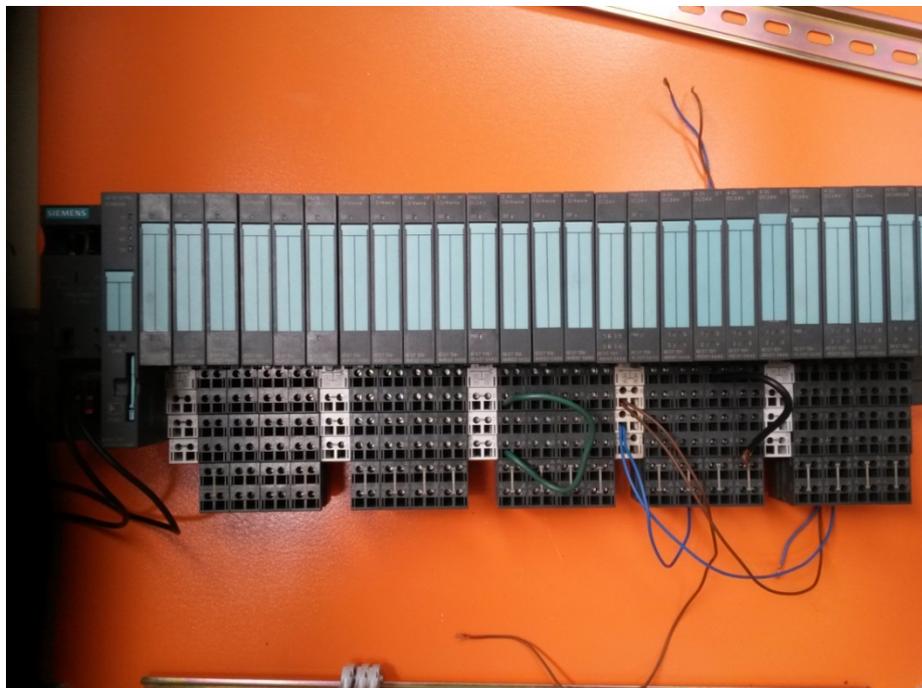
**Figura 3.18:** Vista del hardware configurado.

**Fuente:** Los autores

Slot	Módulo	Referencia	Dirección E	Dirección S	Dirección de diagnóstico	Comentario	Acceso
0	IM151-3PN.SistemaXPROFINETIO	6ES7 151-3			2040*		pleno
X7	FN-IO				2039*		pleno
X7	Puerto 1				2042*		pleno
X7	Puerto 2				2041*		pleno
1	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA			2038*		Pleno
2	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	256...259				Pleno
3	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	260...263				Pleno
4	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	264...267				Pleno
5	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	268...271				Pleno
6	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA			2034*		Pleno
7	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	272...275				Pleno
8	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	276...279				Pleno
9	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	280...283				Pleno
10	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	284...287				Pleno
11	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA			2037*		Pleno
12	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	288...291				Pleno
13	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	292...295				Pleno
14	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	296...299				Pleno
15	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	300...303				Pleno
16	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA			2033*		Pleno
17	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	304...307				Pleno
18	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	308...311				Pleno
19	2AI 1 2/4WIRE HF	6ES7 134-4MB	312...315				Pleno
20	4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD	1.0...1.3				Pleno
21	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA			2035*		Pleno
22	4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD	2.0...2.3				Pleno
23	4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD	3.0...3.3				Pleno
24	4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD	4.0...4.3				Pleno
25	4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD	0.0...0.3				Pleno
26	4DO DC24V/2A ST	6ES7 132-4BD		1.0...1.3			Pleno
27							
28							

**Figura 3.19:** Vista de los módulos configurados en la remota ET200

**Fuente:** Los autores



**Figura 3.20:** Remota ET200 y sus módulos de expansión

**Fuente:** Los autores

### 3.3.2 Bloques de programación

El software de programación STEP 7 permite estructurar el programa de usuario, es decir, subdividirlo en distintas partes. Esto aporta las siguientes ventajas:

- Los programas de gran tamaño se pueden programar de forma clara
- Se pueden estandarizar determinadas partes del programa
- Se simplifica la organización del programa
- Las modificaciones del programa pueden ejecutarse más fácilmente
- Se simplifica el test del programa, ya que puede ejecutarse por partes
- Se simplifica la puesta en servicio.

Las partes de un programa de usuario estructurado equivalen a las distintas tareas y se definen como los bloques del programa.

**Tabla 14** Bloques de programación

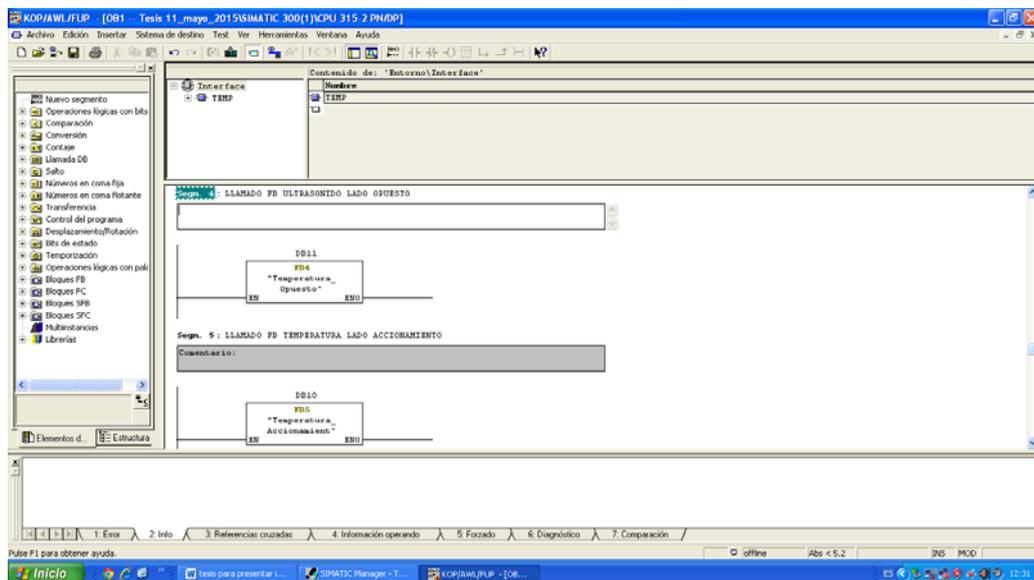
Bloque	Descripción breve de la función	Consulte también
Bloques de organización (OB)	Los OBs definen la estructura del programa de usuario.	"Bloques de organización y estructura del programa"
Bloques de función del sistema (SFBs) y funciones de sistema (SFCs)	Los SFBs y SFCs están integrados en la CPU S7, permitiéndole acceder a importantes funciones del sistema.	"Bloques de función de sistema (SFB) y funciones de sistema (SFC)"
Bloques de función (FB)	Los FBs son bloques con "memoria" que puede programar el mismo usuario.	"Bloques de función (FB)"
Funciones (FC)	Las FCs contienen rutinas de programa para funciones frecuentes.	"Funciones (FC)"
Bloques de datos de instancia (DBs de instancia)	Al llamarse a un FB/SFB, los DBs de instancia se asocian al bloque. Los DBs de instancia se generan automáticamente al efectuarse la compilación.	"Bloques de datos de instancia"
Bloques de datos (DB)	Los DBs son áreas de datos para almacenar los datos de usuario. Adicionalmente a los datos asociados a un determinado bloque de función, se pueden definir también datos globales a los que pueden acceder todos los bloques.	"Bloques de datos globales (DB)"

**Nota:** Cada bloque cumple una función específica en el desarrollo del programa

### 3.3.2.1 Bloque OB1

Este bloque de organización se encarga de llamar cada bloque de función del programa, está conformado de cinco segmentos que son:

- Segmento 1: llamado FB ultrasonido lado accionamiento
- Segmento 2: llamado FB ultrasonido lado opuesto
- Segmento 3: llamado FB presión
- Segmento 4: llamado FB temperatura lado opuesto
- Segmento 5: llamado FB temperatura lado accionamiento



**Figura 3.21:** Vista del OB1

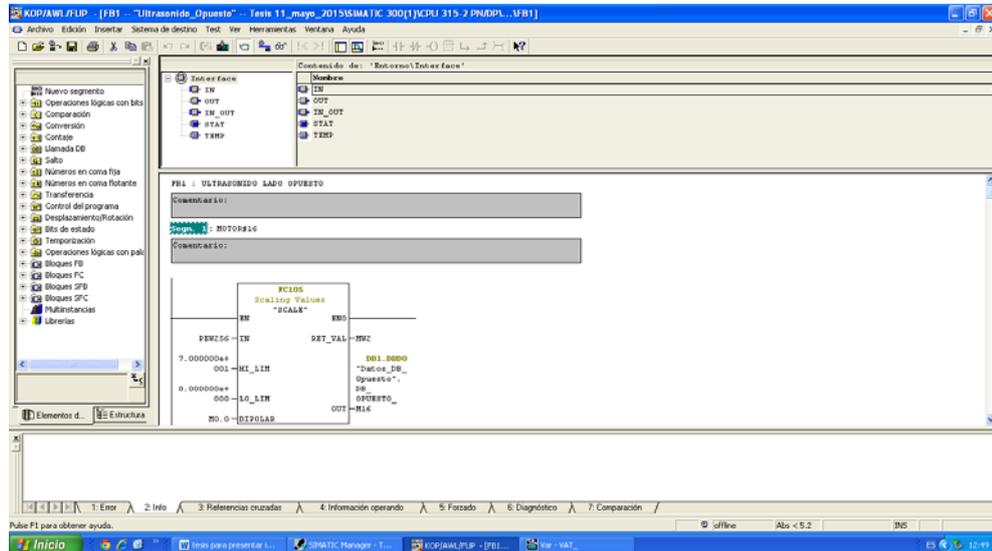
**Fuente:** Los autores

### 3.3.2.2 Bloques FB

Los bloques de función programados son los siguientes:

- FB1: en los segmentos de este bloque se escalizan los sensores de ultrasonido de los motores lado opuesto.
- FB2: en los segmentos de este bloque se escalizan los sensores de ultrasonido de los motores lado accionamiento.
- FB3: en los segmentos de este bloque se escalizan los sensores de presión de salida de agua del sistema de enfriamiento de los motores.

- FB4: en los segmentos de este bloque se escalizan los sensores de temperatura de los motores lado opuesto
- FB5: en los segmentos de este bloque se escalizan los sensores de temperatura de los motores lado accionamiento.



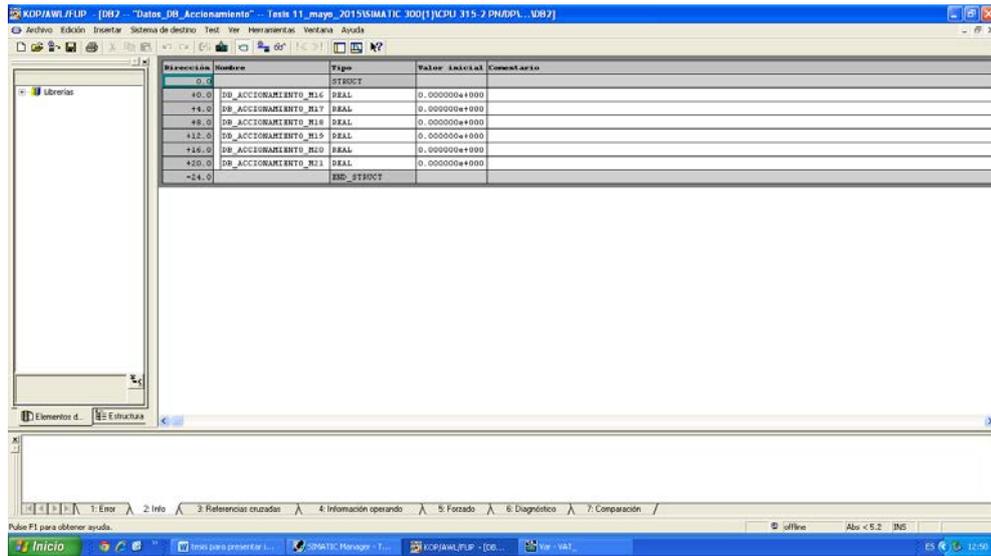
**Figura 3.22:** Vista de uno de los bloques FB

**Fuente:** Los autores

### 3.3.2.3 Bloques DB

Los bloques de datos programados son los siguientes:

- DB1: en este bloque se guardan los datos de los sensores de ultrasonido de los motores lado opuesto.  
DB2: en este bloque se guardan los datos de los sensores de ultrasonido de los motores lado accionamiento.
- DB3: en este bloque se guardan los datos de los sensores de presión de salida de agua del sistema de enfriamiento de los motores.
- DB4: en este bloque se guardan los datos de los sensores de temperatura de los motores lado opuesto
- DB5: en este bloque se guardan los datos de los sensores de temperatura de los motores lado accionamiento.

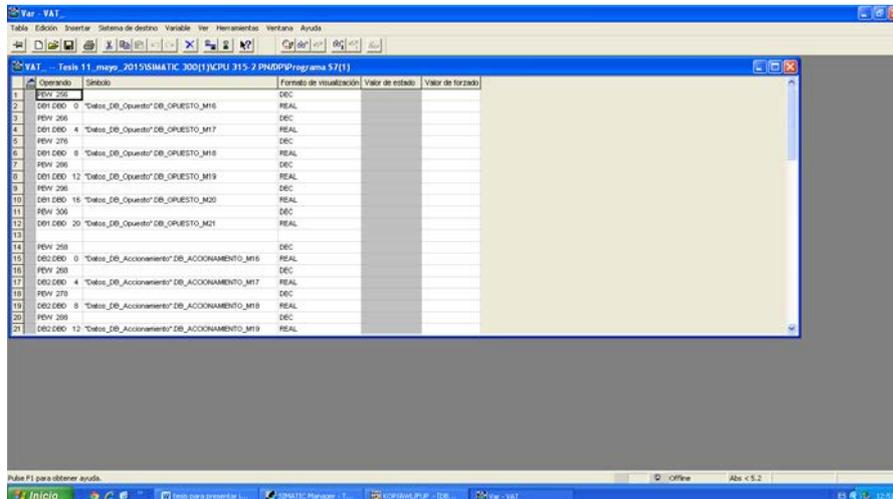


**Figura 3.23:** Vista de uno de los bloques DB

**Fuente:** Los autores

### 3.3.2.3 Bloque de variables

En este bloque se visualizan todas las variables declaradas en el programa.



**Figura 3.24:** Vista de las variables declaradas

**Fuente:** Los autores

## CAPITULO 4

### 4.1 Análisis de costo del proyecto.

El capital utilizado para la realización de este proyecto fue cubierto en su totalidad por la empresa.

Los softwares y licencias fueron provistos también por la empresa.

Los materiales de control, como son los, relés, fusileras, botoneras etc. Se los encuentra en el mercado nacional, por tal motivo los repuestos para el mismo son de fácil acceso.

A continuación se detalla mediante una tabla los gastos generados en la implementación del proyecto.

### PRESUPUESTO

**Tabla 15 Presupuesto**

ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CPU 315 2 PN/DP 384KB	1	3490	3490
FUENTE PS 307 24 VDC, 2ª	1	200	200
PERFIL SOPORTE L=530MM	1	40	40
MICRO MEMORY CARD 2MB	1	400	400
CONECTOR DE BUS	2	20	40
ET200S IM151-3	1	433	433
MODULO 4 DI 24 VDC (5 UN)	1	216	216
MODULO 2AI 4-20 Ma	12	292	3504
MODULO TERMINAL ENT. (5 UN)	4	87	348
MODULO PM-E 24 VDC	5	60	300
MODULO TERMINAL ALIMENT.	5	14	70
MODULO 4 DO 24 VDC (5 UN)	1	500	500
MICRO MEMORY CARD 512KB	1	300	300
PERFIL SOPORTE 35 MMx483MM	2	10	20
CONECTOR RJ45 MET. PROFINET	10	29	290
CABLE COMUN. PROFINET	200	3,3	660
FUENTE SITOP 220VAC/24VDC 5ª	2	250	500
CABLE CONCENTRICO 3x14 AWG	300	1,3	390
CABLE APANTALL. 4x18 AWG	400	2,5	1000
CABLE FLEX. 16 AWG NEGRO	200	0,3	60

CABLE FLEX. 16 AWG ROJO	100	0,3	30
CABLE FLEX. 16 AWG CELESTE	100	0,3	30
TERMINAL PARA CABLE # 16 AWG	300	0,1	30
TERMINAL PARA CABLE # 12 AWG	100	0,1	10
TABLERO ELECT. 60x70x20 IP65	3	110	330
RIEL SIMETRICA PROF. 35 MM 2M	3	5	15
REMACHE ALUMINIO 4 MM	100	0,03	3
BREAKER 2P 1ª	1	15	15
BREAKER 1P 5ª	1	10	10
BREAKER 1P 1ª	5	10	50
BORNA PORTA FUSIBLE 5X20	50	4	200
FUSIBLE VIDRIO 5X20	100	0,3	30
SOPORTE FINAL	20	3	60
COMPUTADORA WIN XP	1	1000	1000
LICENCIA WINCC	1	3500	3500
<b>TOTAL</b>			\$ 18074

**Fuente:** Los autores, 2015.

**Nota:** Todo el trabajo de instalación y programación fue realizado por Los autores del proyecto.

## **CONCLUSIONES.**

Inicialmente se tiene que conocer cuáles son las condiciones del proyecto antes de ejecutar una programación para la CPU de tal manera que cumplan con todas las funciones requeridas.

La plataforma de siemens es muy amigable al usuario haciendo de la experiencia de programar algo relativamente sencillo aunque se debe tener claro los conceptos para tener más agilidad y menos inconvenientes a la hora de programar.

En ANDEC, toda la automatización fue realizada bajo esta marca, aunque el diseño fue creado por la marca internacional Danieli ellos en sus trabajos utilizan Siemens para sus proyectos. Por esta razón y por seguir con la tendencia dentro de la empresa, se usa la plataforma siemens ya que todo el personal que labora en la planta ya está familiarizado con este tipo de productos, por el lado de los operadores y por la parte técnica pues es más fácil de realizar un mantenimiento, una reparación o un reemplazo de elementos ya que en las bodegas de la empresa existe stock de ciertos de estos elementos a citar fuentes SITOP, módulos de expansión, PLC, todos en buen estado y listos para ser utilizados.

La comunicación entre PLC y SCADA se realiza de forma rápida por la red utilizada que en este caso es Ethernet entre pc-plc y para comunicar la remota con la red también se usa Ethernet.

El presente proyecto está abierto a mejoras que ayude a potenciar la utilidad del mismo. Se contribuye con el mejoramiento continuo, política interna de la planta siderúrgica ANDEC de la cual quedamos muy agradecidos por la oportunidad brindada.

## **RECOMENDACIONES.**

Para la conservación del proyecto en una forma óptima se recomienda una capacitación del personal que vaya a manipularlo, o a su vez una reinducción ya que como toda la plataforma de automatización en la planta es siemens la mayoría de colaboradores está familiarizado con la misma.

**Andec** es una empresa que por la naturaleza de sus procesos tiende a tener un ambiente con un alto contenido de impurezas ya sean estas polvo laminoso, cenizas y en el suelo por fugas presentan en algunas zonas aceite y agua por lo que se debe tener en cuenta la limpieza del sector donde se dejó colocado el tablero con los elementos de control.

Asimismo, durante el proceso se pueden producir los llamados “cobles” que son los descarrilamientos de las varillas durante el proceso de laminación, esto podría provocar la avería de alguno de los sensores por lo que se debe estar muy pendiente en este caso.

Para tener un desempeño óptimo del software (scada) se debe usar una computadora que sea solo para este proceso ya que si se sobrecarga de programas bajaría la respuesta de transferencia de los datos o a su vez podría provocar que la máquina quede inhibida dejando así de funcionar por un lapso indeterminado quedando el proceso sin resguardar.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

GONZÁLES DE DURANA, José María, “*Automatización de procesos industriales*”- Dpto. I.S.A. EUI-UPV/EHU-Vitoria-Gasteiz.

SIMENS, *Manual del sistema Simatic Controlador programable S7-300 MANUAL- A5E02486683-02*, Noviembre /2009.

MENGUAL, Pilar, *STEP7 Una manera fácil de programar PLC de Siemens* - 1era edición, alfaomega grupo editor, México, noviembre 2009.

# **ANEXOS**

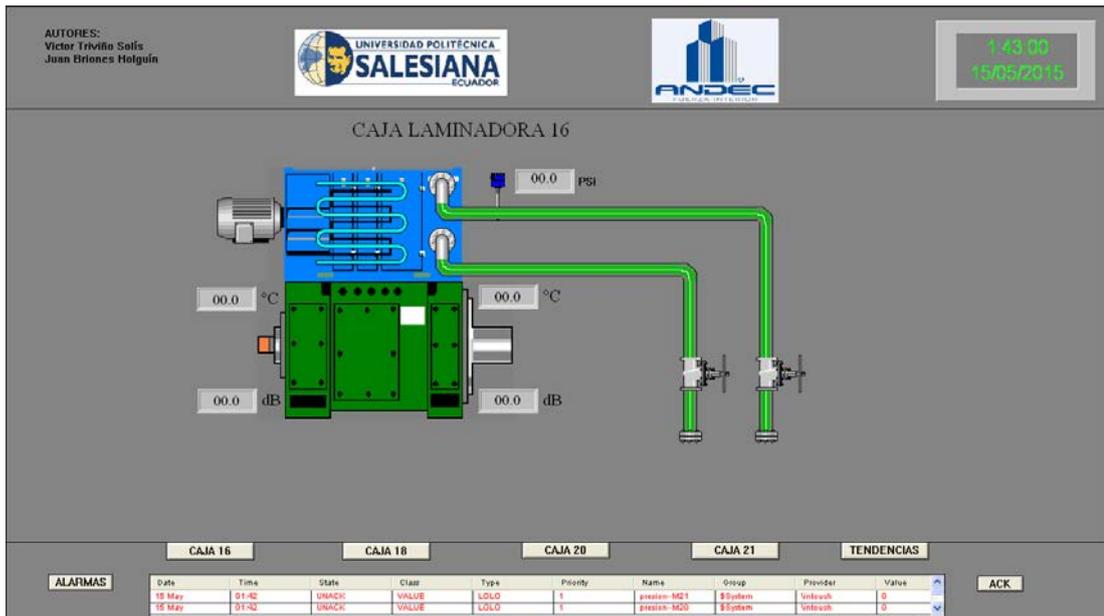


Figura 3.25: Vista de pantalla de variables motor 16

Fuente: Los autores

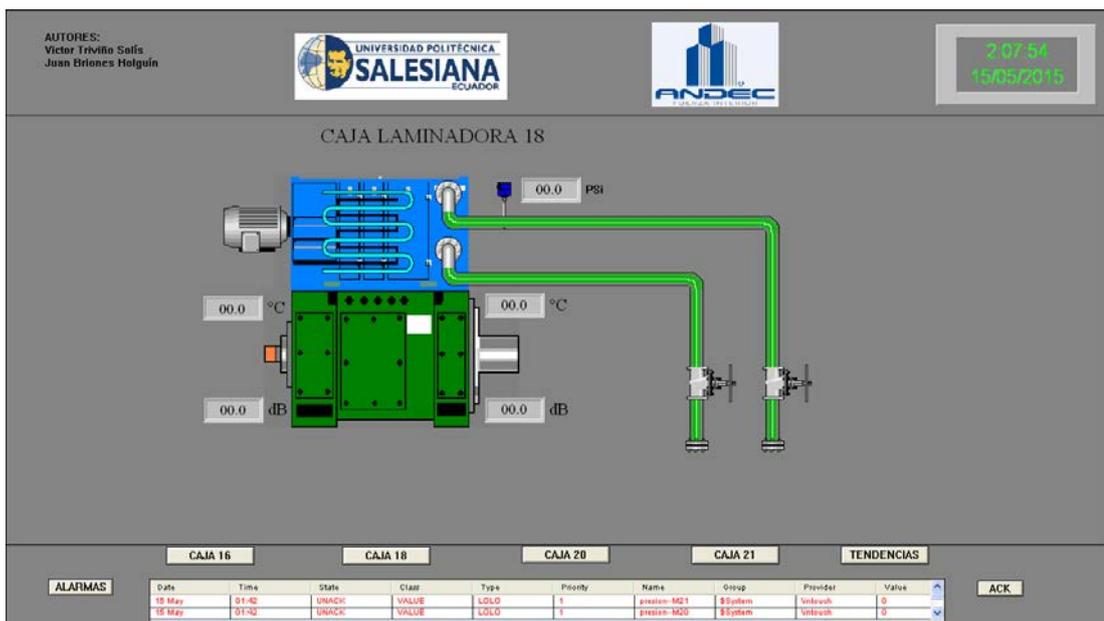


Figura 3.26: Vista de pantalla de variables motor 18

Fuente: Los autores

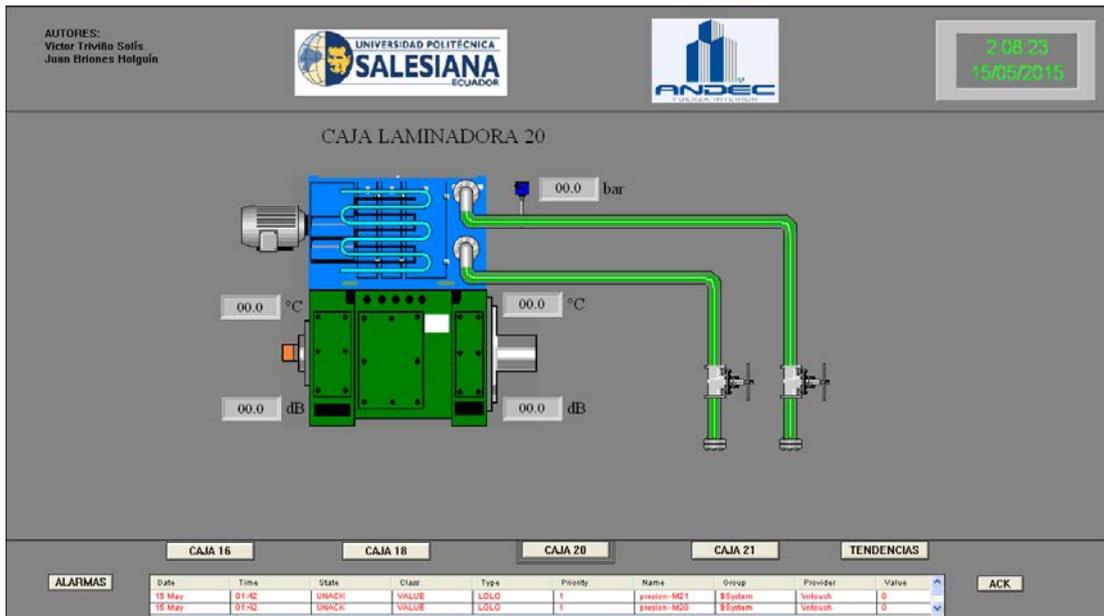


Figura 3.27: Vista de pantalla de variables motor 20

Fuente: Los autores

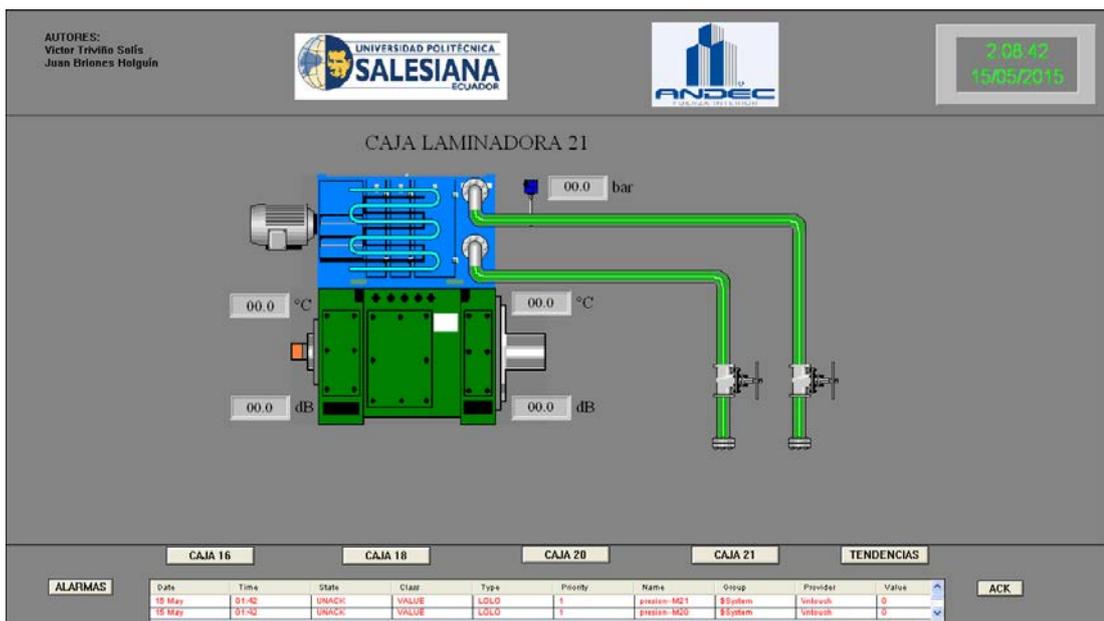


Figura 3.28: Vista de pantalla de variables motor 21

Fuente: Los autores

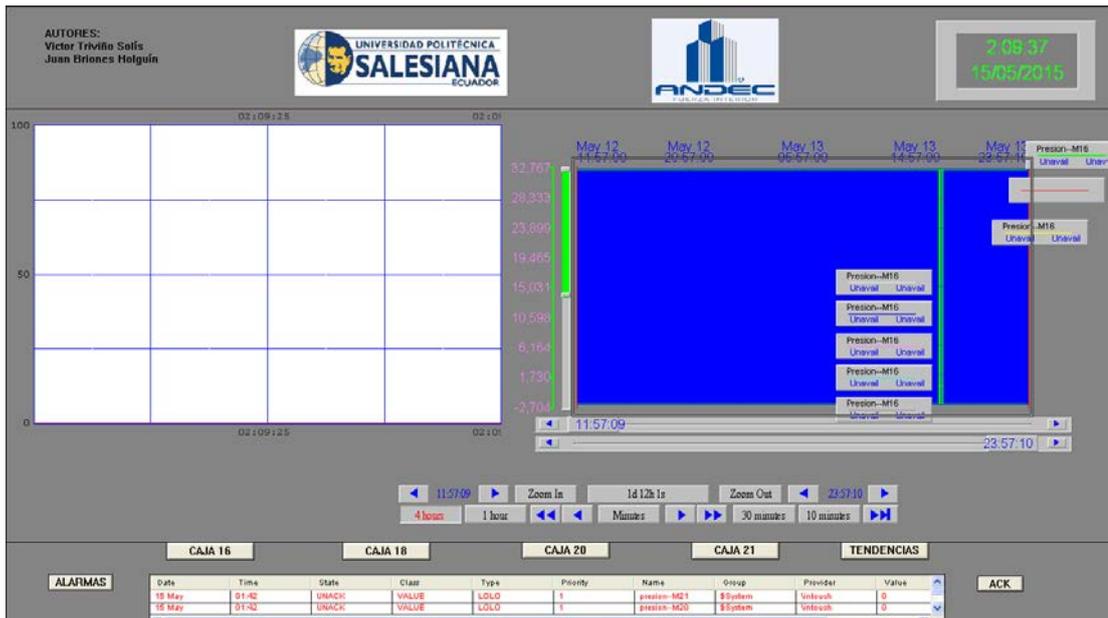


Figura 3.29: Vista de pantalla de tendencias

Fuente: Los autores



Figura 3.30: Vista de pantalla de histórico de alarmas

Fuente: Los autores