

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previo a la Obtención Del Título de:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO  
MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

**MODALIDAD: TESIS**

**TITULO DEL PROYECTO**

**“APLICACIÓN DE UN PROGRAMA QUE PERMITA LA  
ADMINISTRACIÓN VÍA WEB DE UN SISTEMA SCADA SOBRE REDES  
INDUSTRIALES, BASADO EN LABVIEW”**

**ALUMNOS:**

**FRANCO STALIN SARMIENTO INTRIAGO  
JORGE ANTONIO ZAMBRANO ZAMBRANO**

**DIRECTOR:**

**ING. MARCOS ANDRADE REYES**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**DICIEMBRE 2011**

## CALIFICACIÓN

Los Miembros del tribunal, luego de haber receptado la Defensa de trabajo escrito, hemos determinado la siguiente calificación.

Para constancia de lo expuesto firman:

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Manuel Romero DECANO DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO	.....	.....
Ing. Luis Córdova DIRECTOR CARRERA DE ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO	.....	.....
Ing. Marcos Andrade DIRECTOR DE TESIS	.....	.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL	.....	.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL	.....	.....
NOTA DE LA TESIS	.....	

## **DERECHO DE AUTOR**

Nosotros, Franco Stalin Sarmiento Intriago y Jorge Antonio Zambrano Zambrano, somos responsables de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en el presente trabajo de investigación y los derechos de autoría pertenecen a cada autor del proyecto, como a la UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación está dedicado a todas las personas que siempre han confiado en mi capacidad intelectual y además forman parte de mi vida directa e indirectamente, en especial a mi madre que siempre ha estado pendiente de mi progreso y me ha alentado dándome fuerzas para conseguir mis metas propuestas a lo largo de mi vida, a mi esposa e hijas las cuales me han apoyado con su comprensión y paciencia, cuando me ausentado en ocasiones especiales, por darle tiempo a mis estudios, a mi hermano que me ha inculcado buenos valores y me encamino a un derrotero de prosperidad al que tengo que llegar para satisfacción personal y familiar.

La vida es como la marea, la cual baja y sube dependiendo de las metas que uno se propone en el vivir cotidiano, se que este es un peldaño más que he podido traspasar, pero esto no termina aquí, seguiré esforzándome para conseguir más logros en mi vida.

**FRANCO SARMIENTO INTRIAGO**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación está dedicado a mis padres, esposa e hija que forman parte directa de mi vida y además a todas las personas que siempre han estado pendiente de mi superación profesional y me han alentado para terminar con éxito mis metas propuestas en esta etapa de mi vida, para satisfacción personal y familiar.

**JORGE ZAMBRANO ZAMBRANO**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar le agradezco a nuestro creador "Dios" por darme un día más de vida y proveerme de sabiduría para alcanzar mis metas propuestas, a mi madre por darme siempre su apoyo incondicional, a mi esposa e hijas por estar siempre a mi lado, teniéndome paciencia, dedicación y saberme comprender y respetar mis deseos de continuar con mis estudios, a todos los amigos que me han apoyado moralmente, a los docentes de la Universidad por haberme impartido sus conocimientos y un agradecimiento muy especial para mi Director de Tesis, el cual siempre confió en mí y me apoyo profesionalmente en todos los aspectos, para culminar con éxitos esta tesis.

**FRANCO SARMIENTO INTRIAGO**

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco en primer lugar a nuestro creador "Dios", por darme un día más de vida, por darme sabiduría y fé, para terminar mis metas propuestas a lo largo de mi vida, a mis padres que me dieron la vida, y me inculcaron con buenos valores a lo largo de mi existencia, a mi esposa e hija por estar siempre a mi lado, por saberme comprender y aceptar mis decisiones sin dudar y a todas las personas que me alentado directa e indirectamente para lograr terminar mis estudios con éxito.

**JORGE ZAMBRANO ZAMBRANO**

## INDICE GENERAL

CALIFICACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTO .....	VI
INDICE GENERAL .....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	XIV
INDICE DE GRÁFICOS .....	XV
RESUMEN.....	XIX
ABSTRACT .....	XX
<b>CAPÍTULO 1: GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1. <b>Introducción.</b> .....	1
1.2. <b>Antecedentes.</b> .....	1
1.3. <b>Definición del problema.</b> .....	4
1.4. <b>Justificación del problema.</b> .....	4
1.5. <b>Objetivo general y específicos.</b> .....	5
<i>1.5.1 Objetivo general.</i> .....	5
<i>1.5.2 Objetivos específicos.</i> .....	5
1.6. <b>Hipótesis.</b> .....	6
1.7. <b>Metodología de la investigación.</b> .....	6
1.8. <b>Marco teórico.</b> .....	7
<b>CAPÍTULO 2: SENSORES Y ACTUADORES. ....</b>	<b>9</b>
2.1. <b>Introducción.</b> .....	9
2.2. <b>Concepto de sensor.</b> .....	9
2.3. <b>Características estáticas y dinámicas de los sistemas de medidas.</b> .....	10
2.4. <b>Datos Técnicos y Características Funcionales.</b> .....	11
• <i>Funciones:</i> .....	11

•	<i>Características técnicas:</i> .....	11
•	<i>Características Mecánicas.</i> .....	12
•	<i>Aprobaciones.</i> .....	12
	<b>Características dinámicas de los sistemas de medidas.</b> .....	13
<b>2.5.</b>	<b>Clasificación de los sensores según sus parámetros y la señal de salida.</b> .....	14
2.5.1.	<i>Sensores analógicos.</i> .....	14
2.5.2.	<i>Sensores digitales.</i> .....	16
2.5.2.1	<i>Tipos De Sensores Digitales.</i> .....	16
2.5.2.2	<i>Ejemplo de sensor digital - galga extensométrica digital.</i> .....	17
2.5.3.	<i>Sensores todo-nada.</i> .....	19
2.5.3.1	<i>Sensor inductivo.</i> .....	19
2.5.3.2	<i>Composición y funcionamiento de los sensores inductivos.</i> .....	20
<b>2.6</b>	<b>Otros tipos de sensores relacionados con señal de salida.</b> .....	21
2.6.1.	<i>Sensores pasivos.</i> .....	21
2.6.2.	<i>Sensores Activos.</i> .....	21
<b>2.7</b>	<b>Clasificación según la magnitud física a detectar.</b> .....	21
<b>2.8</b>	<b>Transductor</b> .....	23
<b>2.9</b>	<b>Concepto actuador</b> .....	23
2.9.1.	<i>Accionadores.</i> .....	24
2.9.2	<i>Preaccionadores.</i> .....	25
2.9.3	<i>(Pre) Accionamientos Eléctricos.</i> .....	25
2.9.4	<i>(Pre) Accionamientos Hidráulicos Y Neumáticos.</i> .....	25
2.9.5	<i>Ejemplo de etapa de accionamiento.</i> .....	26
	<b>CAPÍTULO 3: REDES INDUSTRIALES.</b> .....	27
<b>3.1</b>	<b>Introducción.</b> .....	27
<b>3.2</b>	<b>Redes de comunicaciones industriales.</b> .....	27

<b>3.3</b>	<b>Breve historia de las redes.</b> .....	28
<b>3.4.</b>	<b>Generalidades sobre redes informáticas.</b> .....	32
3.9.1.	<i>El ordenador que opera como consola.</i> .....	36
3.9.2.	<i>El Ordenador Que Opera Como Controlador.</i> .....	37
3.9.3.	<i>Modelo O.S.I. (Open System Interconnection).</i> .....	37
<b>3.10.</b>	<b>Redes industriales.</b> .....	38
3.10.1.	<b>Niveles Jerárquicos De Las Redes Industriales.</b> .....	39
3.10.1.1.	<i>Entradas y salidas en el nivel inferior: buses de campo.</i> .....	39
3.11.	<i>Redes de Controladores</i> .....	45
3.12.	<i>Comunicaciones industriales. Necesidades.</i> .....	46
<b>3.13.</b>	<b>Sistema de fabricación flexible.</b> .....	46
<b>3.14.</b>	<b>Futuro cercano de las redes industriales.</b> .....	47
<b>3.15.</b>	<b>Medios de transmisión</b> .....	47
3.15.1.	<i>Cable coaxial</i> .....	48
3.15.2.	<i>Cable bifilar o de Par trenzado.</i> .....	49
3.15.3.	<i>Fibra óptica.</i> .....	50
3.15.4.	<i>Conectores para comunicación industrial.</i> .....	52
3.15.4.1.	<i>RS-485 (EIA-485, TIA/EIA-485).</i> .....	52
3.15.4.2.	<i>Ethernet industrial</i> .....	53
<b>3.16.</b>	<b>Ejemplo de redes industriales: Red AS-I.</b> .....	54
<b>3.17.</b>	<b>Las Redes AS-I.</b> .....	55
3.17.1.	<i>Introducción.</i> .....	55
3.17.2.	<i>Características Generales.</i> .....	55
•	<i>Máximo nivel de descentralización</i> .....	55
•	<i>Máxima flexibilidad en la topología</i> .....	55
•	<i>Simplicidad en la instalación y puesta en marcha</i> .....	55

• <i>Normalización eléctrica y mecánica</i> .....	55
3.17.3. <i>Tipos de cables de conexión</i> .....	56
3.17.4. <i>Cable de conexión AS-i</i> .....	56
3.17.5. <i>Métodos de Conexión</i> .....	56
3.17.6. <i>Red AS-I: Capa física</i> .....	57
3.17.7. <i>Conector y cable AS-I</i> .....	58
3.17.7.1. <i>Cable AS-i</i> .....	58
3.17.8. <i>RED AS-i: Capa de enlace</i> .....	59
3.17.9. <i>RED AS-I: Capa Aplicación [4]</i> .....	61
<b>CAPÍTULO 4: SISTEMAS S.C.A.D.A.</b> .....	62
<b>4.1. Sistemas SCADA</b> .....	62
4.1.1. <i>Objetivos de Instalación:</i> .....	62
4.1.2. <i>Objetivos Técnicos:</i> .....	63
4.1.3 <i>Análisis de las prestaciones de los sistemas S.C.A.D.A.</i> .....	64
4.1.4 <i>Supervisión y Monitoreo</i> .....	65
4.1.5 <i>Adquisición y Procesamiento de Datos</i> .....	65
4.1.6. <i>Alarmas y Eventos</i> .....	66
<b>4.2. Ventajas y desventajas</b> .....	67
4.2.1. <i>Ventajas de los sistemas S.C.A.D.A.</i> .....	67
4.2.2. <i>Desventajas de los Sistemas S.C.A.D.A.</i> .....	68
<b>4.3. Criterios de diseño</b> .....	69
4.3.1. <i>Disponibilidad</i> .....	70
4.3.2. <i>Sistema Redundante</i> .....	71
4.3.2.1. <i>Entre las principales ventajas de la virtualización según IRIS                     XMV [4] tenemos:</i> .....	72
4.3.3. <i>Robustez y Mantenimiento</i> .....	72

4.3.4.	<i>Escalabilidad.</i>	73
4.4.	<b>Arquitectura de los sistemas S.C.A.D.A.</b>	77
4.4.1.	<i>Software de Control y Adquisición de Datos.</i>	77
4.4.2.	<i>Sistema de Adquisición de Datos</i>	78
4.4.3.	<i>Sistema de Comunicación Industriales.</i>	79
4.4.3.1.	<i>Comunicaciones Sensores, Actuadores y R.T.U.</i>	79
4.4.3.2.	<i>Comunicaciones R.T.U con M.T.U.</i>	80
4.4.3.3.	<i>Comunicaciones S.C.A.D.A.- M.T.U.</i>	81
4.5.	<b>Panel Operador y Interface Hombre Máquina (H.M.I.)</b>	81
4.5.1.	<i>Panel Operador.</i>	82
4.5.2.	<i>Interface Hombre Máquina (H.M.I)</i>	82
4.6.	<b>Base de datos industriales.</b>	83
4.6.1.	<i>SQL</i>	83
4.6.2.	<i>CORBA (Common Object Request Broker Architecture)</i>	84
4.6.3.	<i>Comunicaciones.</i>	85
4.6.3.1.	<i>Controladores específicos.</i>	85
4.6.3.2.	<i>Controladores Genéricos.</i>	86
4.7.	<b>O.P.C.</b>	87
4.7.1.	<i>Definición de OPC.</i>	88
4.7.1.1.	<i>Tecnología.</i>	89
<b>CAPITULO 5: INTEGRACIÓN DE P.L.C. SIEMENS S7-200 CON LABVIEW CONTROL Y MONITOREO VÍA WEB.</b>		91
5.1.	<b>Introducción.</b>	91
5.2.	<b>Integración de P.L.C. Siemens S7-200 con LabVIEW vía web.</b>	92
5.2.1.	<i>Programación del Controlador Lógico S7-200 de Siemens.</i>	92
5.2.2.	<i>Programación en el software STEP 7 de Siemens.</i>	93

<b>5.3. Conexión del P.L.C. S7-200 siemens con PC.....</b>	<b>98</b>
<b>5.3.1. Construcción de puerto genérico RS485 para conectar PROFIBUS DE SIEMENS sin riesgos.....</b>	<b>99</b>
<b>5.3.2. Configuración del NI OPC SERVER.....</b>	<b>100</b>
<b>5.3.3. Tabla comunicación de entradas y salidas del OPC Cliente vs PLC. ....</b>	<b>114</b>
<b>5.3.4. Esquema de un Radar.....</b>	<b>115</b>
<b>5.3.5. Parámetros del radar que vamos a controlar y monitorear por medio de las entradas y salidas del PLC. ....</b>	<b>116</b>
<b>5.3.6. Procedimientos para poner E/s del radar con el PLC. ....</b>	<b>116</b>
<b>5.4. Creación de La página Web.....</b>	<b>118</b>
<b>5.4.1. Acceso a la página Web desde un cliente de la red. ....</b>	<b>122</b>
<b>5.5. Descripción De La Aplicación.....</b>	<b>128</b>
<b>CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>130</b>
<b>6.1. Conclusiones.....</b>	<b>130</b>
<b>6.2. Recomendaciones.....</b>	<b>131</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>133</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>135</b>

## INDICE DE TABLAS

<i>TABLA 2. 1. CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS DE LOS SISTEMAS DE MEDIDAS.....</i>	<i>10</i>
<i>TABLA 2. 2. CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES .....</i>	<i>14</i>
<i>TABLA 2. 3. CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES .....</i>	<i>22</i>
<i>TABLA 3.1. TRANSDUCTORES DE DIVERSAS MAGNITUDES FÍSICAS .....</i>	<i>46</i>
<i>TABLA 4.1. UNE 20-324-93 GRADOS DE PROTECCIÓN PROPORCIONADOS POR LAS ENVOLVENTES (CÓDIGO IP). ESTA NORMA UNE ES LA VERSIÓN OFICIAL, EN ESPAÑOL, DE LA NORMA EUROPEA EN 60529. ....</i>	<i>74</i>
<i>TABLA 5.1. TABLA ENTRADAS Y SALIDAS DEL OPC VS PLC .....</i>	<i>114</i>

## INDICE DE GRÁFICOS

<i>FIGURA 2. 1. SENSOR DE NIVEL (DVES01BV) TIPO TODO-NADA</i> .....	12
<i>FIGURA 2. 2. TERMOPAR SENSOR ANALÓGICO</i> .....	15
<i>FIGURA 2. 3. CURVA DE CALIBRACIÓN DE LOS TERMOPARES</i> .....	15
<i>FIGURA 2. 4. SENSOR DIGITAL DE PRESIÓN</i> .....	17
<i>FIGURA 2. 5 CELDA DE CARGA DIGITAL MARCA CMC (CHEVELAND MOTION CONTROLS)</i> .....	18
<i>FIGURA 2. 6. SENSOR DE NIVEL (DVES01SBV) TIPO TODO-NADA</i> .....	19
<i>FIGURA 2. 7. ESTRUCTURA DEL SENSOR INDUCTIVO</i> .....	20
<i>FIGURA 2. 8. ESTRUCTURA DE UN TRANSDUCTOR</i> .....	23
<i>FIGURA 2. 9 DIAGRAMA DE BLOQUES DE CONTROL</i> .....	24
<i>FIGURA 2. 10 CAMBIO DE GIRO DE MOTOR TRIFÁSICO (DIAGRAMA DE FUERZA)</i> .....	26
<i>FIGURA 3.1. ESTRUCTURA DE UNA RED INDUSTRIAL DESDE EL NIVEL 2 HACIA ARRIBA</i> .....	28
<i>FIGURA 3.2. DISPOSITIVOS DE UN PROCESO INDUSTRIAL</i> .....	33
<i>FIGURA 3.3. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN 1-3</i> .....	35
<i>FIGURA 3.4. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN 4 Y 5</i> .....	35
<i>FIGURA 3.5. LENGUAJE DE CONTACTOS (ESCALERA)</i> .....	36
<i>FIGURA 3.6. MODELO O.S.I</i> .....	37
<i>FIGURA 3.7. PIRÁMIDE C.I.M.</i> .....	39
<i>FIGURA 3.8. BONDADES DE LAS REDES INDUSTRIALES</i> .....	40
<i>FIGURA 3.9. CONEXIÓN DE DISPOSITIVOS DE CAMPO</i> .....	40
<i>FIGURA 3.10. CAPAS DEL MODELO O.S.I. QUE SE UTILIZAN EN EL NIVEL 1 Y 2 DE LA PIRÁMIDE C.I.M.</i>	43
<i>FIGURA 3.11. NIVEL 3 DE LA PIRÁMIDE C.I.M.</i> .....	44
<i>FIGURA 3.12. NIVEL 4</i> .....	45
<i>FIGURA 3.13. SISTEMA DE FABRICACIÓN FLEXIBLE EJ.: LÍNEA DE PRODUCCIÓN AUTOMOTRIZ</i> .....	47
<i>FIGURA 3.14. MODELOS DE BUSES DE CAMPOS</i> .....	47
<i>FIGURA 3.15. CABLE COAXIAL</i> .....	48

<i>FIGURA 3.16. CABLE UTP 4 PARES.</i> .....	50
<i>FIGURA 3.17. FIBRA ÓPTICA.</i> .....	51
<i>FIGURA 3.18. CONECTOR RS-485.</i> .....	53
<i>FIGURA 3.19. CONFIGURACIONES DE TRANSMISIÓN PARA EL CONECTOR DB-9.</i> .....	53
<i>FIGURA 3.20. CONECTOR RJ-45 INDUSTRIAL (IP-67).</i> .....	54
<i>FIGURA 3.21. RED INDUSTRIAL AS-I</i> .....	57
<i>FIGURA 3.22. CONECTOR ASI.</i> .....	58
<i>FIGURA 3.23. CABLE ASI.</i> .....	59
<i>FIGURA 3.24. CABLES DE AS-I.</i> .....	59
<i>FIGURA 3.25. TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE DATOS EN REDES AS-I CON CÓDIGO MANCHESTER.</i> ...	61
<i>FIGURA 4.1. “HOT STAND-BY” CORTESÍA DE SIEMENS INDUSTRY MALL</i> .....	71
<i>FIGURA 4.2. ESCALABLE PASO 1<sup>º</sup></i> .....	75
<i>FIGURA 4.3. ESCALABLE PASO 2<sup>º</sup></i> .....	75
<i>FIGURA 4.4. ESCALABLE PASO 3<sup>º</sup></i> .....	76
<i>FIGURA 4.5. ESCALABLE PASO 4<sup>º</sup></i> .....	76
<i>FIGURA 4.6. ADQUISICIÓN DE DATOS.</i> .....	78
<i>FIGURA 4.7. INTEGRACIÓN DE DISPOSITIVOS DE CAMPO CON EL SISTEMA S.C.A.D.A.</i> .....	79
<i>FIGURA 4.8 CONEXIÓN DEL M.T.U. CON LOS RTU's.</i> .....	80
<i>FIGURA 4.9. CONEXIÓN DEL M.T.U. EL SOFTWARE S.C.A.D.A.</i> .....	81
<i>FIGURA 4.10. INTEGRACIÓN DE P.L.C. Y H.M.I.</i> .....	82
<i>FIGURA 4.11. INTEGRACIÓN DE CONTROLADORES ESPECÍFICOS.</i> .....	86
<i>FIGURA 4.12. INTEGRACIÓN DE CONTROLADORES CON O.P.C.</i> .....	87
<i>FIGURA 5.1. P.L.C. S7-200 SIEMENS</i> .....	93
<i>FIGURA 5.2. STEP 7 MICRO/WIN PROJECT</i> .....	94
<i>FIGURA 5.3. COMUNICACIÓN</i> .....	95
<i>FIGURA 5.4. DIAGRAMA ESCALERA DE FUNCIONAMIENTO DE UN RADAR</i> .....	96
<i>FIGURA 5.5. TEST DE S7-200</i> .....	96
<i>FIGURA 5.6. CARGA EN EL CPU</i> .....	97

<i>FIGURA 5.7. CONFIGURACIÓN DE PINES DEL PUERTO DEL PLC</i> .....	98
<i>FIGURA 5.8. CABLE DE CONEXIÓN ENTRE P.L.C. Y PC.</i> .....	99
<i>FIGURA 5.9. CABLE COMUNICACIÓN EDGEPORT/1 - RS-485 - PLC</i> .....	100
<i>FIGURA 5.10. CABLES ACOPLADOS PARA LA INTERFACE CON EL PLC</i> .....	100
<i>FIGURA 5.11. PANTALLA PRINCIPAL DEL NI POC SERVER</i> .....	101
<i>FIGURA 5.12. NEW CANNEL - IDENTIFICATION</i> .....	101
<i>FIGURA 5.13. DIVECE DRIVER</i> .....	102
<i>FIGURA 5.14. MASTER ID</i> .....	102
<i>FIGURA 5.15. CONFIGURACIÓN DE CICLOS</i> .....	103
<i>FIGURA 5.16. SUMMARY</i> .....	103
<i>FIGURA 5.17. NI OPC SERVER "RADAR"</i> .....	104
<i>FIGURA 5.18. NEW DEVICE - RADAR</i> .....	104
<i>FIGURA 5.19. MODELO DEL EQUIPO A UTILIZAR</i> .....	105
<i>FIGURA 5.20. NEW CHANNEL - COMMUNICATIONS</i> .....	105
<i>FIGURA 5.21. NEW DEVICE - ID</i> .....	106
<i>FIGURA 5.22. TIMING</i> .....	106
<i>FIGURA 5.23. AUTO- DEMOTION</i> .....	107
<i>FIGURA 5.24. SUMMARY</i> .....	107
<i>FIGURA 5.25. NI OPC SERVER</i> .....	108
<i>FIGURA 5.26. TAG PROPERTIES</i> .....	109
<i>FIGURA 5.27. VARIABLES</i> .....	109
<i>FIGURA 5. 28. COMUNICACIÓN ENTRE EL PLC Y NI OPC SERVER</i> .....	110
<i>FIGURA 5.29. PROJECT LABVIEW 9.0</i> .....	111
<i>FIGURA 5.30. CREATE NEW I/O SERVER</i> .....	111
<i>FIGURA 5.31. CONFIGURACIÓN DEL OPC CLIENTE I/O SERVER</i> .....	112
<i>FIGURA 5.32. LIBRERÍA</i> .....	112
<i>FIGURA 5.33. NEW VARIABLE</i> .....	113
<i>FIGURA 5.34. NEW VI</i> .....	113

<i>FIGURA 5.35. VI DE CONTROL Y MONITOREO DE UN RADAR (SISTEMA DE REFRIGERACIÓN)</i> .....	114
<i>FIGURA 5.36. ESQUEMA GRAFICO DE UN RADAR AERONAVAL</i> .....	115
<i>FIGURA 5.37. REPRESENTACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL RADAR CON EL PLC</i> .....	116
<i>FIGURA 5.38. VI RADAR</i> .....	118
<i>FIGURA 5.39. SELECCIÓN DEL VI A MONITOREAR</i> .....	119
<i>FIGURA 5.40. ASIGNACIÓN DE TITULO, ENCABEZAMIENTO Y PIE DE PÁGINA</i> .....	120
<i>FIGURA 5.41. GRABAR LA NUEVA PÁGINA WEB</i> .....	120
<i>FIGURA 5.42. PREVIEW IN BROWSER O CONNECTIONS</i> .....	121
<i>FIGURA 5.43. PRESENTACIÓN EN LA WEB DEL VI RADAR</i> .....	122
<i>FIGURA 5.44. NI LABVIEW RUN-TIME ENGINE 2009</i> .....	123
<i>FIGURA 5.45. DESTINATARIO EN EL DIRECTORIO</i> .....	124
<i>FIGURA 5.46. LIBRERÍA</i> .....	124
<i>FIGURA 5.47. PRIVACIDAD DEL PRODUCTO</i> .....	125
<i>FIGURA 5.48. CONTACTING NOTIFICATION SERVER</i> .....	125
<i>FIGURA 5.49. CONTRATO DE LICENCIA DE SOFTWARE N.I.</i> .....	126
<i>FIGURA 5.50. CONFIRMACIÓN DE LA INSTALACIÓN</i> .....	126
<i>FIGURA 5.51. PROGRESO DE LA INSTALACIÓN</i> .....	127
<i>FIGURA 5.52. FINAL DE LA INSTALACIÓN</i> .....	127

## RESUMEN

Los Sistemas **S.C.A.D.A.** (Supervisión Control y Adquisición de Datos) son utilizados con más frecuencia para controlar y monitorear los procesos industriales. Debido al efecto de integración como por Ej.: (fabricas, sistemas de seguridad, telecomunicaciones etc.) que causan la globalización en la vida de las personas, los sistemas **S.C.A.D.A.** en la actualidad están aprovechando un recurso que les permite, integración de sus sistemas a bajos costos, versatilidad en el monitoreo, optimizar el tiempo al tomar decisiones, entre otras ventajas, el recurso al cual nos referimos es la **WEB**.

Unos de los grandes retos que encuentran los profesionales al momento de modernizar los sistemas distribuidos de automatización, es la integración de las redes industriales al sistema **S.C.A.D.A.** Lo citamos como “**un gran reto**”, debido a que actualmente las redes industriales no están estandarizadas, al tratar de integrar sistemas de distintos fabricantes se presentan inconvenientes que van desde lo físico (conectores, cables, materiales, etc.), hasta complicaciones más complejas como establecer comunicación entre equipos de distintas procedencias.

El presente trabajo, nace gracias a la necesidad de emplear técnicas modernas de automatización y control, en procesos industriales distribuidos, por tal motivo nuestra investigación se basa en integrar los dispositivos de distintos fabricantes en un sistema **S.C.A.D.A.** vía **WEB** utilizando la plataforma **LabVIEW** de Nacional Instruments.

## ABSTRACT

S.C.A.D.A. Systems (Supervisory Control and Data Acquisition) are frequently used to control and monitor industrial processes. Due to the integration effect sag (factories, security systems, telecommunications, etc...) That cause globalization on the lives of people, SCADA systems are currently taking advantage of are source that allows integration of their systems at low costs, versatility in monitoring, and optimizing the time to make decisions, among other advantages, the use to which we refer is the WEB.

One of the major challenges faced by professionals at the time to modernize automation distributed systems is the integration of industrial networks to SCADA system cite as a "great challenge", because at present the industrial networks are not standardized, trying to integrate systems from different manufacturers have draw backs ranging from the physical (connectors, cables, materials, etc.) Until complications complex as communication between teams from different back grounds.

The present work is born by the need to use modern techniques of automation and control, distributed industrial processes, for this reason our research is based on integrating devices from different manufacturers in a SCADA system platform via Web using National Instruments LabVIEW.

# **CAPÍTULO 1: GENERALIDADES**

## **1.1. Introducción.**

Con el transcurrir del tiempo se ha logrado mejorar los procesos industriales en los diferentes campos laborales, debido a que se han realizado estudios, para mejorar el monitoreo y control de los procesos industriales, valiéndose de los altos estándares de tecnología que hay al momento en el mercado, los cuales nos permitirán tener un enfoque claro de lo que ocurre en la parte de los procesos de producción en las empresas, desde un nivel gerencial por medio de un sistema de Supervisión, Control, administración y Adquisición de Datos (**SCADA**) desarrollado en LabVIEW, utilizando la tecnología que ha revolucionado en el mundo como es el internet utilizando una página WEB.

El monitoreo y control de los procesos a nivel empresario nos permitirá tomar más rápido decisiones en cuanto a la producción en las empresas.

## **1.2. Antecedentes.**

Como nos damos cuenta, el desarrollo de tecnologías de control industrial va de la mano con las innovaciones en las redes industriales y gracias a este crecimiento sincronizado se obtienen procesos más óptimos para la consecución del producto final.

Haciendo un breve recorrido histórico de los paradigmas del automatismo podemos mencionar que al comienzo del siglo anterior, en la Primera y Segunda Guerra Mundial, se desarrolló de manera acelerada la implementación de diferentes controles para barcos, aviones y demás, y, provocó que muchas

personas se vieran involucradas en este campo, dándose en estos conflictos un gran aporte al progreso del Control Automático.

Se puede encontrar muchos equipos desarrollados en estas etapas, pero podemos mencionar las que para nosotros son las que fueron determinantes en el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial, como fue la maquina enigma por parte de lado alemán, la cual consistía en encriptar automáticamente los mensajes que circulaban en la fuerzas alemanas y de no haber sido captura una de estas máquinas por los aliados probablemente el destino de la guerra hubiese cambiado. Por el lado de los aliados estuvo el radar centrimétrico que fue gran aporte para la lucha en contra de los submarinos alemanes, ya que los detectaba cuando estaban en la superficie y lo que fue más importante durante la noche.

Independientemente del resultado de estas dos guerras, cabe recalcar el importante aporte brindado al avance tecnológico. A nivel de control industrial otro gran desarrollo fueron las máquinas de control numérico mismo que se inventó para adaptar las variaciones en la configuración de los productos. El torno es un ejemplo muy importante de automatización en la confección de componentes metálicos. El control numérico (CN) es una forma de automatización programable en la cual el equipo de procesado se controla a través de números, letras y otros símbolos. Cuando la tarea en cuestión cambia, se cambia el programa de instrucciones. El primer desarrollo en el área del control numérico lo realizó el inventor norteamericano John T. Parsons (Detroit 1913-2007), junto con su empleado Frank L. Stulen, en la década de 1940.

En 1946, surge el computador: Eckert y Mauchly construyen el ENIAC en la U. de Pennsylvania. En el MIT, Whirlwind crea un computador de propósito general y resuelve un primer problema.

En 1951, el francés Raymond Goertz diseña el primer brazo articulado tele operado para la comisión de la energía atómica. El diseño es puramente mecánico.

En 1954, George Devol diseña el primer robot programable y acuña el término “Universal Automation”, germen del nombre de su futura empresa, UNIMATION, que funda junto a Joseph Engelberger (con el apoyo económico de Condec). En 1961, venden el primer robot a GM.

En 1968, GM Hydramatic realiza un concurso para la propuesta de un controlador electrónico que sustituya a las soluciones de control cableado utilizadas hasta ese momento.

La propuesta ganadora corresponde a la consultora Bedford Associates, que propone un Controlador Lógico Programable (PLC). El primer PLC comercial, denominado MODICON 084, fue presentado por esta empresa. Uno de sus colaboradores, Richard E. Morley, es considerado en la actualidad el “padre” del PLC.

Quien patentó, en 1974, el término PLC fue la marca ALLENBRADLEY (hoy Rockwell Automation). El Dr. Odo J. Struger, fallecido en 1998, es considerado el “padre” de sus PLC’s. El Dr. Struger, de origen Austriaco, trabajó para la empresa A & B durante 40 años y colaboró activamente en el desarrollo del estándar IEC 1131-3.

La red más utilizada es Ethernet – TCP/IP (Ethernet fue diseñado por Bob Metcalf en PARC Xerox - 1972/3). Se estima que actualmente lo utiliza más del 80% de las comunicaciones en este sector.

En las dos últimas décadas del siglo XX se acrecentó el interés por desarrollar redes de comunicación específicamente diseñadas para entornos industriales y que diesen soporte a la intercomunicación de las operaciones del nivel de fábrica y las del nivel de empresa.

Fue GM la que, a mediados de los 80, desarrolló la red MAP (Manufacturing Automation Protocol). Posteriormente, en 1986 surge en el seno de la empresa BOEING la red TOP (Technical and Office Protocol). De la unión de ambos surgió el proyecto de red MAP/TOP, que contemplaba la capacidad de intercomunicación de los sistemas de control (MAP) con los de oficina de (TOP).

En la actualidad el control automático está orientado a la integración de todos los equipos y sistemas que conforman una industria de esta manera se tiene una comunicación entre los niveles más altos de administración y los niveles de planta, todo esto se logra gracias a los sistemas S.C.A.D.A. (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

Desde el año de 1957, cuando empieza la era espacial y de la informática, y hasta nuestros días, con el desarrollo tecnológico en las diferentes áreas, el Control automático es algo con lo que se convive día a día, y haciendo que la vida de cada persona sea más fácil.

### **1.3. Definición del problema.**

Necesidad de desarrollar una aplicación de Supervisión, Control, administración y Adquisición de Datos (**SCADA**), que me permita el control de los procesos industriales, de manera remota optimizando recursos tanto de software como hardware.

### **1.4. Justificación del problema.**

La integración de los recursos tecnológicos de las Redes Industriales dan el norte en la manera de automatizar las industrias, es también nuestro punto de partida en el desarrollo de un SCADA en LabVIEW, que permita el control y el

monitoreo vía web de los sistemas y su integración entre los diferentes periféricos e interfaces propietarios.

El desarrollo de la aplicación y la comunicación del SCADA con los diferentes hardware, proporciona las bases para el desarrollo de investigación es técnicas de aplicación, lo cual beneficiará a los estudiantes de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG, innovando en el desarrollo de trabajos de tutorías de las asignaturas impartidas en la carrera de Ingeniería en Electrónica en Control y Automatismo por los docentes de nuestra facultad.

## **1.5. Objetivo general y específicos.**

### ***1.5.1 Objetivo general.***

Desarrollar una aplicación utilizando el laboratorio virtual (LabVIEW), que permita el control, monitoreo y gestión vía WEB, integrando los equipos que trabajan con los diferentes protocolos a nivel de comunicación de las redes industriales.

### ***1.5.2 Objetivos específicos.***

1. Revisar el marco teórico sobre los distintos protocolos de comunicación de las redes industriales.
2. Realizar una aplicación que permita la integración entre el OPC server de LABVIEW y el controlador lógico programable.
3. Desarrollar un programa grafico que permita visualizar vía WEB el sistema S.C.A.D.A. basado en la plataforma de LabVIEW.
4. Evaluar experimentalmente a través de la red, el funcionamiento correcto del programa y configurar los puertos de comunicación que requieren las Redes Industriales para integrarlos al sistema SACADA.

5. Realizar una demostración del sistema integrado (alarmas, criterios de paradas, etc.)

## **1.6. Hipótesis.**

A través de los sistemas SCADA se podrá acceder a la información considerando factores de seguridad en el acceso a los datos, utilizando una plataforma de bajo costo, que además permita la integración con cualquier PLC.

## **1.7. Metodología de la investigación.**

La propuesta del presente trabajo investigativo se orienta a encontrar la correlación entre las diversas plataformas (protocolos industriales) y un sistema integrado que permita gestionar las comunicaciones y el control entre los diversos sistemas y procesos auditados.

Se desarrollará un análisis de las técnicas de comunicación de los diversos protocolos y la forma como se los puede integrar bajo el conocimiento de la norma industrial en la cual se basan cada uno orientados al uso de LabVIEW como integrador de sistemas (marcas).

El proceso se desarrollará sistemáticamente mediante la experimentación y toma de datos efectivos de los diversos protocolos utilizados en el mercado industrial. Estos resultados propondrán la integración en un sistema de control industrial que modelado en LabVIEW gestione la comunicación vía web de un sistema industrial.

## **1.8. Marco teórico.**

Los Sistemas SACADA son el futuro y el presente en la automatización de las Industrias y sus avances tecnológicos van de la mano con las innovaciones de los protocolos de comunicación, de esta forma se optimizan recursos económicos y humanos, el funcionamiento de la planta es más confiable, se aminoran las falla, por el hecho de reducir las interfaces de conexión.

Como dijimos anteriormente al darse una mayor eficiencia en el sector de maquinaria, logrará que la empresa industrial disminuya los costos de producción o procesos industriales, y por lo tanto aumente una mayor calidad, que se logran mediante la exactitud de las maquinas automatizadas; todo esto ayudará a que la empresa industrial mediante la utilización de inversiones tecnológicas, aumente toda su competitividad en un porcentaje considerable con respecto a toda su competencia, y si no se hace así, la empresa puede sufrir el riesgo de quedarse rezagada.

La automatización industrial es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias o procesos industriales substituyendo a operadores humanos. El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos, mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano. La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistema de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real, para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

Existen muchos trabajos donde no existe riesgo inmediato de la automatización. Ningún dispositivo que se haya inventado puede competir contra

el ojo humano para la precisión y certeza en muchas tareas; tampoco el oído humano. El más inútil de los seres humanos puede identificar y distinguir mayor cantidad de esencias que cualquier dispositivo automático. Las habilidades para el patrón de reconocimiento humano, reconocimiento de lenguaje y producción de lenguaje se encuentran más allá de cualquier expectativa de los ingenieros de automatización.

Las computadoras especializadas, referidas como Controlador Lógico Programable (PLC), son utilizadas frecuentemente para sincronizar el flujo de entradas de sensores y eventos con el flujo de salidas a los actuadores y eventos. Esto conduce para controlar acciones precisas que permitan un control estrecho de cualquier proceso industrial. (Se temía que estos dispositivos fueran vulnerables al error del año 2000, con consecuencias catastróficas, ya que son tan comunes dentro del mundo de la industria).

Las interfaces Hombre-Máquina (HMI) o interfaces Hombre-Computadora (CHI), formalmente conocidas como interfaces Hombre-Máquina, son comúnmente empleadas para comunicarse con los PLC's u otras computadoras, para labores tales como; introducir y monitorear temperaturas o presiones para controles automáticos o respuesta a mensajes de alarma.

Otra forma de automatización que involucra computadoras es la prueba de automatización, donde las computadoras controlan un equipo de prueba automático, que es programado para simular seres humanos que prueban manualmente una aplicación. Esto es acompañado por lo general de herramientas automáticas para generar instrucciones especiales (escritas como programas de computadora) que direccionan al equipo automático en prueba, en la dirección exacta para terminar las pruebas.

## **CAPÍTULO 2: SENSORES Y ACTUADORES.**

### **2.1. Introducción.**

En los últimos años los sistemas automatizados utilizan un sin número de redes de sensores como, (WSN. WIRELESS Sensor Networks), los cuales nos facilitan el control y monitoreo de los procesos industriales, podemos decir que es un campo que no se puede determinar la magnitud de su crecimiento, debido que la tecnología avanza y va en crecimiento. Por ejemplo, observando nuestro entorno, podemos destacar que hay diversos dispositivos que están conectado directamente a nosotros en nuestro vivir cotidiano, desde el momento que escuchamos la alarma auditiva de un carro, al ingresar al baño a ducharnos nuestra piel actúa como un sensor que nos permite sentir la temperatura del agua, hay un sin número de hechos que nos ayudaran a definir cómo funcionan los instrumentos de medidas industriales tales como:

- Un sensor y un actuador.

Mediante investigación, desarrollo y estudios avanzados, se han desarrollado una variedad de inventos y avances científicos en la electrónica para ser explotados de la forma más óptima en la industria y garantizar una mejor producción y rendimiento, los niveles de competencia en el mercado han hecho que cada día, se obtengan mejores instrumentos industriales para garantizar los procesos con cero errores, y se evite los gastos innecesarios que ocasionan pérdidas para el mercado, por no tomar las debidas precauciones, de control y monitoreo que nos pueden brindar con eficacia los dispositivos electrónicos.

### **2.2. Concepto de sensor.**

Es un dispositivo electrónico que nos permite detectar determinada acción o fenómeno físico y trasmitirla adecuadamente, la cual puede ser desde una variación de magnitudes o intensidades de las variables. Los sensores son

dispositivos pequeños, un poco económicos con capacidad de comunicación y procesamiento limitado, que son utilizados para controlar fenómenos como [1].

- Temperatura
- Presión
- Nivel
- Flujo
- Conductibilidad
- Tensión eléctrica
- Potencia eléctrica
- Revolución por minuto
- Posición, etc.

### 2.3. Características estáticas y dinámicas de los sistemas de medidas.

Los sistemas de medidas vienen condicionados por las características estáticas que poseen cada tipo de sensor, las cuales influyen directamente en el compartimento dinámico del sensor, es decir en el comportamiento que presenta cuando la magnitud de medida varia a lo largo del tiempo. Los conceptos de las características estáticas y dinámicas no son exclusivos para los sensores, si no para todos los instrumentos de medida [1]

<i>ESTÁTICAS</i>	<i>DINÁMICAS</i>
Campo de medida (rango)	Velocidad de respuesta
Resolución (discriminación)	Respuesta Frecuencial
Exactitud (margen de error)	Estabilidad
Precisión	
Linealidad	
Sensibilidad	
Ruido	
Histéresis	

**Tabla 2. 1. Características estáticas y dinámicas de los sistemas de medidas.**

En la tabla 2.1 como podemos apreciar se trata de las características de los sistemas de medición en los cuales están incluidos los sensores y actuadores, se dividen en dos grandes grupos que son las características dinámicas y estáticas entre las cuales vamos a estudiar un poco de las más relevantes, que suelen aparecer en la mayoría de especificaciones técnicas de los sensores. Debemos tomar muy en cuenta que estas pueden variar según las condiciones ambientales en las que vayan a ser utilizados, es por eso que para elegir el sensor con el que se va trabajar en determinado proceso debemos verificar el campo de validez de los parámetros que presentan estos, los cuales se indican en sus valores nominales y las máximas desviaciones provocadas por las condiciones ambientales, ya que esto nos dará más eficacia en el proceso a ser utilizado.

Para entender mejor de que se tratan las características específicas de un sistema de medición como es un sensor, podemos citar como ejemplo a un sensor todo o nada (Sensor de nivel DVES01BV) que más adelante lo podremos apreciar en la figura 2.1., como es su forma que cuyo funcionamiento es de medir niveles de agua en un buque sea de cualquier tipo este, las características que vendrán en la cartilla con el sensor son las siguientes:

## **2.4. Datos Técnicos y Características Funcionales**

- ***Funciones:***

Detector de inundación

Flotador y tubo de orientación de PVC

Posibilidad permanente de test mediante elevación del flotador

- ***Características técnicas:***

Características Eléctricas.

Alimentación 12 o 24 VDC

Conexión eléctrica mediante cable flexible de 3 conductores

Longitud estándar 2,5 m (longitud superior mediante solicitud)

- **Características Mecánicas.**

Dimensiones Dimensión total, modelo estándar, 185 mm

Montaje Espacio necesario bajo pata de fijación modelo estándar 116 mm

(Diferente mediante solicitud)

- **Aprobaciones.**

Bureau Veritas 12753/A0 BV

PRODUCTOS ASOCIADOS MARINELEC

Paneles de alarma ALTOR 16 BV, ALTAIR 8V2, ALTAIR 16V2

Referencia documento DVES01BV FP ES A (documento non contractual)

MARINELEC



**Figura 2. 1. Sensor de nivel (DVES01BV) tipo todo-nada**

### **Características estáticas de los sistemas de medidas.**

- **Campo De Medida:** Es el Rango de valores de la magnitud de entrada comprendido entre el máximo y el mínimo detectables por un sensor, con una tolerancia de error aceptable.
- **Resolución:** Es la mínima diferencia entre dos valores próximos que el sensor es capaz de distinguir.
- **Exactitud:** Es la diferencia entre la salida real y el valor teórico de dicha salida (valor verdadero). Se suele dar en valor absoluto o relativo. Esta se determina mediante la calibración estática. Esta

consiste en mantener todas las entradas excepto una a un valor constante. Entonces la entrada de estudio se varía lentamente, tomando sucesivamente valores constantes, dentro del margen de medida y se van anotando los valores que da a la salida, para verificar la curva de calibración del proceso del sensor para, evitar errores en la comparación al censar.

- **Precisión:** Es la capacidad de obtener la misma salida cuando se realizan varias lecturas de la misma entrada y en las mismas condiciones. La mayor parte de los sensores tienen un comportamiento dinámico asimilable a un sistema de primer o segundo orden.
- **Linealidad:** Cercanía de la curva característica a una recta especificada. Linealidad equivale a sensibilidad constante.
- **Sensibilidad:** Variación de la salida producida por una variación de entrada pendiente de la curva de calibración. Cuanto mayor, mejor.
- **Histéresis:** Diferencia entre valores de salida correspondientes a la misma entrada, según la trayectoria seguida por el sensor.

#### **Características dinámicas de los sistemas de medidas.**

- **Velocidad De Respuesta:** capacidad para que la señal de salida siga sin retraso las variaciones de la señal de entrada.
- **Respuesta Frecuencial:** Relación entre la sensibilidad y la frecuencia cuando la entrada es una excitación senoidal. Representación mediante un gráfico de Bode.

- **Estabilidad:** Desviación de salida del sensor al variar ciertos parámetros exteriores distintos del que se pretende medir.

## 2.5. Clasificación de los sensores según sus parámetros y la señal de salida.

Podemos apreciar en la tabla 2.2., que de acuerdo a la experiencia adquirida en el campo de la industria los sensores, según el tipo de parámetros que estos tienen y la señal que estos dan en la fase de salida se clasifican de la siguiente manera:

CRITERIO	CLASES	EJEMPLOS
APORTE DE ENERGÍA	MODULADORES/GENERADORES	TERMISTOR/TERMOPAR
SEÑAL DE SALIDA	ANALÓGICOS/ DIGITAL	POTENCIÓMETRO CODIFICADOR DE POSICIÓN
MODO DE OPERACIÓN	DE DEFLEXIÓN DE COMPARACIÓN	ACELERÓMETRO DE DEFLEXIÓN SERVO ACELERÓMETRO

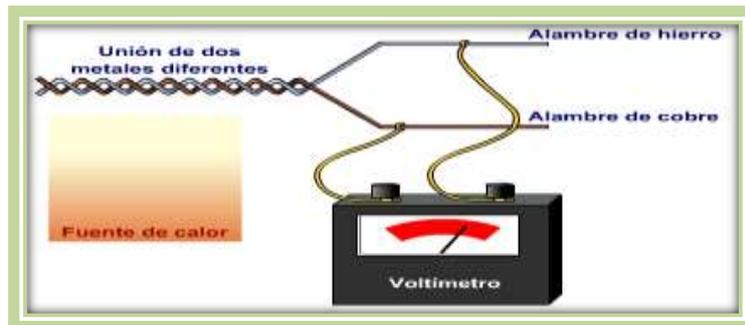
**Tabla 2. 2. Clasificación de los Sensores**

De acuerdo a esta clasificación vamos a enfocarnos en los sensores que se clasifican por la señal de salida como son: Analógicos, digitales, todo-nada.

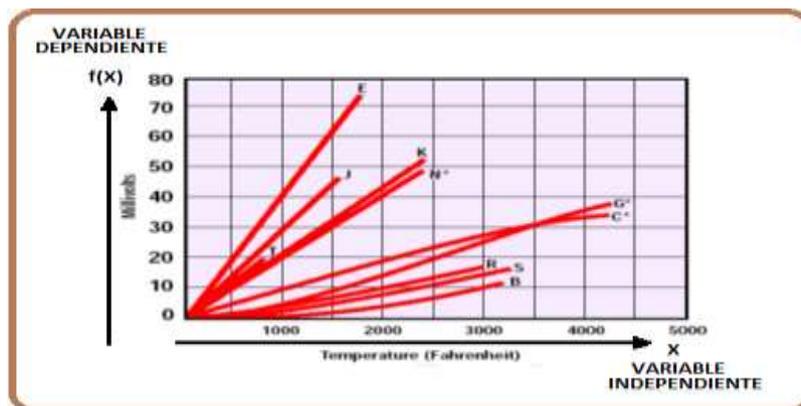
### 2.5.1. Sensores analógicos.

Los sensores analógicos o se salida continua, son muy utilizados hasta la fecha en el campo del control y automatismo, estos a su vez varían a su salida, dependiendo del estado de la variable física que están midiendo, de forma continua. La información de estos tipos de sensores se puede establecer con su curva de calibración como se muestra en la figura 2.3., si bien se suelen incluir en este grupo los sensores con salida en el dominio del tiempo [1]. Estos en su etapa de salida suministran señales normalizadas de 0-10 V o 4-20 mA, estos últimos valores de corriente son los más utilizados, ideales para ambientes industriales,

debido a que en la corriente los efectos electromagnéticos no son problema. Podemos citar como un ejemplo de un sensor analógico a un termopar el cual se encuentra ilustrado en la figura 2.2.



*Figura 2. 2. Termopar Sensor analógico.*



*Figura 2. 3. Curva de calibración de los Termopares.*

En la figura la figura 2.3 se muestra la curva de calibración de los termopares, en donde apreciamos la influencia que tiene la variable física (**eje de las abscisas**) en la salida del termopar,  $f(X)$  (**eje de las ordenadas**) es el valor en mili volts (para este caso en particular) entregado por el sensor, el cual es analógico porque su señal de salida es continua en el dominio del tiempo.

### **2.5.2. Sensores digitales.**

Debido al crecimiento y demanda de sistemas electrónicos digitales, esta clase de sensores han evolucionado hacia una palabra digital, quiere decir que ya no son dispositivos que cambian de estado activo a inactivo para ser introducidos al sistema, sino que entregan datos precisos y confiables de fenómenos físicos a los cuales se los desea analizar o medir, ya que por lo general son acciones continuas en el tiempo que para ciertos sistemas requieren de alta presión (temperatura, presión, vibración, etc.).

Este tipo de sensores se hacen muy atractivos ya que ofrecen directamente a su salida una señal digital por la simplificación que suponen en el acondicionamiento de señales y su mayor inmunidad a las interferencias electromagnéticas en determinados procesos, estos a su salida nos dan una señal codificada en forma de pulsos o en forma de una palabra digital codificada en binario, B.C.D. u otro sistema cualquiera.

#### **2.5.2.1 Tipos De Sensores Digitales.**

Se distinguen aquí dos tipos de sensores digitales.

- Los primeros ofrecen directamente una señal digital a partir de una entrada analógica; este grupo lo forman los codificadores de posición.
- El segundo tipo es el de los sensores que se basan en un fenómeno físico de tipo oscilatorio, transducido posteriormente por un sensor modulador convencional. Los sensores de este grupo se denominan autos resonantes, de frecuencia variable, o casi digitales, y necesitan un circuito electrónico posterior (un contador) para ofrecer la señal digital deseada. Como lo podemos apreciar en la figura 2.4.

**Nota:** Es de destacar que no hay prácticamente ningún fenómeno cuya transducción de directamente una salida digital. Lo que se hace propiamente es convertir una magnitud analógica de entrada en una señal digital por medio de un sensor, sin necesidad de convertir una tensión analógica en su equivalente digital<sup>1</sup>.



*Figura 2. 4. Sensor digital de presión*

#### *2.5.2.2 Ejemplo de sensor digital - galga extensométrica digital.*

La celda de carga se encarga de convertir la fuerza en una señal de voltaje (celda de carga analógica) o en un valor digital (celda de carga digital). Las celdas de carga consisten en un metal que sufre una deformación conforme se le aplica una fuerza. Este metal se calcula para soportar un rango de fuerza (que va desde cero fuerza hasta la capacidad máxima), ilustrado en la figura 2.5., ya sea a tensión, compresión o ambos. La deformación se realiza en la "parte elástica", esto es lo que limita la capacidad de una celda de carga. Al momento de sobrepasar la parte elástica del metal, sufre una deformación permanente, así como un resorte que se estira de más y ya no regresa a su punto inicial.

---

<sup>1</sup>[www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Tutorial/TECNO5.pdf](http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Tutorial/TECNO5.pdf)

Al metal, se le adhieren galgas extensométrica. Las galgas extensométrica consisten en un metal que al flexionarse varía su resistencia. Las galgas se conectan en un arreglo de puente de wheatstone (Circuitos con resistencias en paralelo), de tal forma que al alimentarse con un voltaje entregan una señal de voltaje proporcional a la fuerza aplicada. La señal de voltaje entregada es en el orden de milivolts. Por lo general la señal que se va a tener a la capacidad máxima es de 20mV. En el caso ideal, la señal es lineal, si se aplica el 50% de la capacidad se tendrán 10mV y si se aplica cero fuerza se obtendrían 2mV.

La señal de la celda se lleva a un convertidor análogo-digital, el cual utilizar códigos para realizar la conversión (N.R.Z. (No retornó a cero), R.Z. (Retorno a cero), biface (autosincronizados), Mánchester (**se ampliara en el capítulo 3**) para convertirla a un valor numérico digital, este valor se multiplica por un factor para convertirlo a unidades de pesaje kg, lb, etc. En sí, las básculas miden la fuerza que genera un objeto y como la Fuerza es igual a la Masa por la aceleración ( $F=m.a$ ) y la aceleración es una constante (la gravedad de la tierra) se puede decir que la Masa es directamente proporcional a la Fuerza.

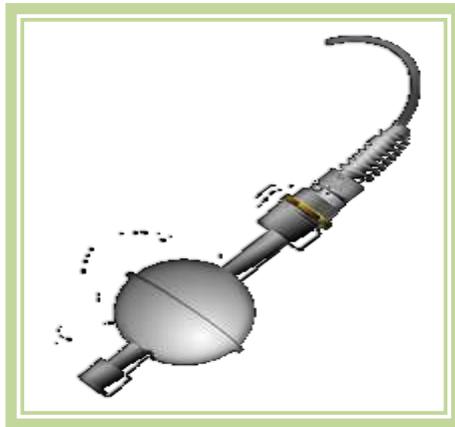
El factor es el que se ajusta en una calibración de ganancia.



*Figura 2. 5 Celda de Carga digital Marca CMC (Cheveland Motion Controls).*

### 2.5.3. *Sensores todo-nada.*

Este tipo de sensores son muy utilizados en la detección de niveles de referencia mediante dispositivos todos o nada (1/0) pueden basarse en diferentes principios físicos, dependiendo, sobre todo, de si se trata de líquidos o de sólidos. Sobre todo este dispositivo es utilizado cuándo la variable detectada rebasa un cierto umbral en determinado proceso. En la figura 2.6., podemos apreciar un sensor tipo todo-nada, que es utilizado para controlar niveles de inundación de un buque. A continuación presentamos un ejemplo de sensor todo o nada.



*Figura 2. 6. Sensor de nivel (DVES01SBV) tipo todo-nada.*

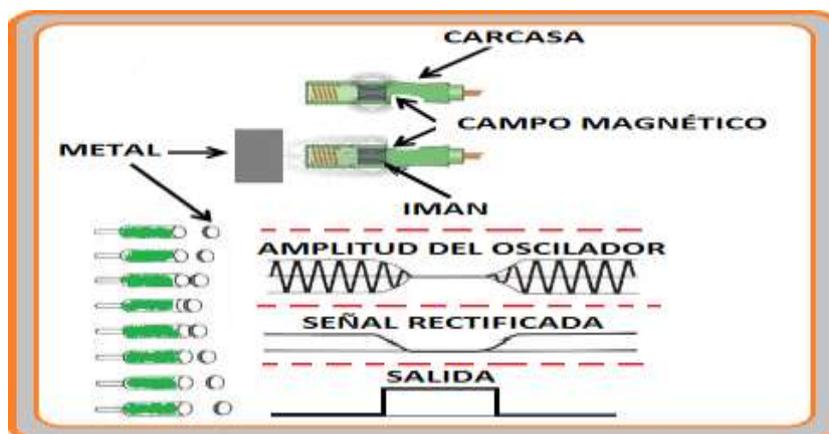
#### 2.5.3.1 *Sensor inductivo.*

Escogimos este sensor en particular debido a que estos instrumentos de captación se utilizan principalmente en aplicaciones industriales. Su función es detectar cualquier objeto de material férnico sin necesidad de establecer contacto con él; indica la presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de contaje. El rango de distancias oscila entre 1mm y 30mm, dependiendo de la sensibilidad que se le dé.

### 2.5.3.2 Composición y funcionamiento de los sensores inductivos.

La señal que entregan los sensores de proximidad inductivo son de todo o nada, para lograr este efectos consta de un oscilador, conformado por un imán permanente y bobinados de hilo de cobre que forman la cara sensible, y de una etapa de salida. El oscilador forma un campo electromagnético alterno delante de la cara sensible. La frecuencia del campo electromagnético se encuentra entre (100-600) kHz según el modelo y la calibración del instrumento. Cuando un objeto conductor (metal) penetra en el campo, este se deforma, y afectará a la bobina, soporta corrientes inducidas circulares que se desarrollan a su alrededor (efecto piel). Esto da lugar a la aparición de una tensión eléctrica inducida en la bobina, que será transmitida a través del cable externo al sistema de control. Estas corrientes constituyen una sobrecarga para el sistema oscilador y provocan una reducción de la amplitud de las oscilaciones a medida que se acerca el objeto, hasta bloquearlas por completo [2].

La detección del objeto es efectiva cuando la reducción de la amplitud de las oscilaciones es suficiente para provocar el cambio de estado de la salida del detector (1-0). En la figura 2.7., se demuestra cómo está estructurado un sensor inductivo



**Figura 2. 7. Estructura del Sensor Inductivo.**

## **2.6 Otros tipos de sensores relacionados con señal de salida.**

Según la señal de salida los sensores o captadores propiamente dichos requieren o no una alimentación externa para funcionamiento.

En el primer caso se denominan sensores pasivos y en el segundo caso Activos o directos. Realizaremos un estudio breve de cómo funcionan estos sensores.

### **2.6.1. Sensores pasivos.**

Estos sensores se basan, por lo general, en la modificación de la impedancia eléctrica o magnética de un material bajo determinadas condiciones físicas o químicas (resistencia, capacidad, inductancia, reluctancia, etc.). Este tipo de sensores, debidamente alimentados provoca cambios de voltaje o de corriente en un circuito, los cuales son recogidos por el circuito de interfaz<sup>2</sup>.

### **2.6.2. Sensores Activos.**

A diferencia de los anteriores estos son, en realidad generadores eléctricos, con una pequeña señal. Por ello necesitan alimentación exterior para funcionar, aunque si suelen necesitar para amplificar la débil señal del captador.

## **2.7 Clasificación según la magnitud física a detectar.**

Dependiendo de la magnitud a detectar hay una gran variedad sensores en el campo de la industria, utilizados en los procesos de control y automatismo. En la tabla 2.3., tenemos resumidos en breves rasgos los más utilizados.

---

<sup>2</sup>*Balcells J., Romeral, J.L.; 'Autómatas programables'; ed. Marcombo*

MAGNITUD DETECTADA	TRANSDUCTOR	CARACTERÍSTICAS
POSICIÓN LINEAL O ANGULAR	Potenciómetro	Analógico
	Encoders	Digital
	Síncro y resolver	Analógicos
PEQUEÑOS DESPLAZAMIENTOS O DEFORMACIONES	Transformador diferencial	Analógico
	Galga extensométrica	Analógico
VELOCIDAD LINEAL O ANGULAR	Dinamo tacométrica	Analógico
	Encoders	Digital
	Detector inductivo u óptico	Digitales
ACELERACIÓN	Acelerómetro	Analógico
	Sensor de velocidad + calculador	Digital
FUERZA Y PAR	Medición indirecta (galgas o trafos diferenciales)	Analógicos
PRESIÓN	Membrana+detector de desplazamiento	Analógicos
	Piezoeléctricos	Analógicos
CAUDAL	De turbina	Analógico
	Magnético	Analógico
TEMPERATURA	Termopar	Analógico
	Resistencias PT100	Analógico
	Resistencias NTC	Analógico
	Resistencia PTC	Todo-nada
	Bimetálicos	Todo-nada
SENSORES DE PRESENCIA O PROXIMIDAD	Inductivos	Todo-nana o analógicos
	Capacitivos	Todo-nada
	Ópticos	Todo-nada o analógicos
	Ultrasónicos	analógicos
SENSORES TÁCTILES	Matriz de contactos	Todo-nada
	Matriz capacitiva piezoeléctrica u óptica	Todo-nada
	Piel artificial	Analógico
SISTEMAS DE VISIÓN ARTIFICIAL	Cámaras de video y tratamiento imagen	Procesamiento digital por puntos o pixeles

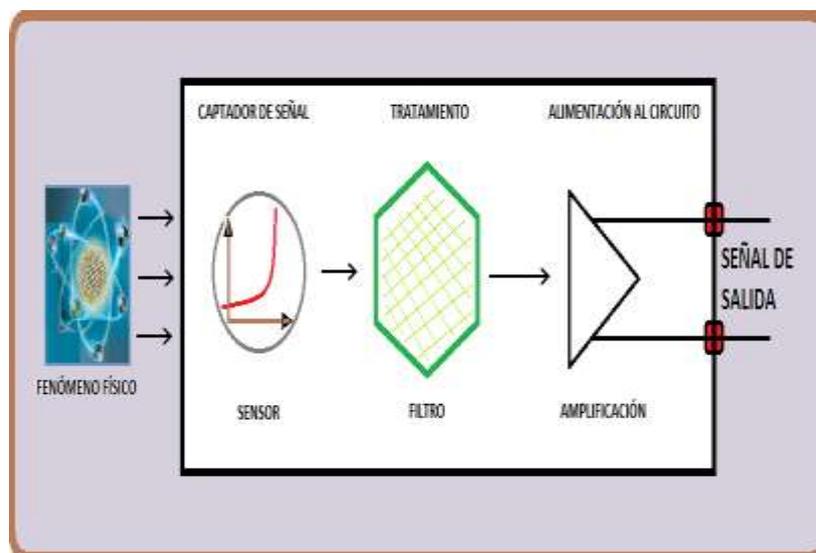
**Tabla 2. 3. Clasificación de los Sensores**

En general podemos determinar que los sensores por sus principios físicos y su diseño, estarán capacitados para desempeñarse en el campo de la industria y estos a su vez son utilizados para la medición de diferentes fenómenos físicos como:

- Cambios de resistividad,
- Electromagnetismo (inducción electromagnética),
- Piezoelectricidad,
- Efecto fotovoltaico,
- Termoelectricidad.

## 2.8 Transductor.

Es importante mencionar, que en muchos textos, se da el nombre de transductor para referirse a los sensores, por tal motivo hemos profundizado en el tema, para definir cuál es la estructura de un transductor, para no caer en confusiones. Un transductor es una etapa de acondicionamiento de las señales físicas, las cuales son captadas y transmitidas adecuadamente para ser utilizadas por el sistema o proceso. En la figura 2.8., se puede visualizar como está estructurado un transductor



*Figura 2. 8. Estructura de un Transductor.*

## 2.9 Concepto actuador.

Un actuador es un elemento que permiten modificar las variables a controlar en una instalación automatizada. Se trata de elementos que ejercen de interfaces de potencia o realizan el trabajo de fuerza de los circuitos y sistemas, convirtiendo magnitudes físicas, normalmente de carácter eléctrico en otro tipo de magnitud que permite actuar sobre el medio o proceso a controlar en la figura 2.9., se encuentra ilustrado en diagrama de bloques de control. De igual manera

protegen al sistema aislando la parte de control del sistema de la parte de fuerza del proceso.

Los actuadores consumen más energía, son más caros, tienen mayor capacidad de procesamiento y comunicación.

Entre los accionamientos más habituales se encuentran los destinados a producir movimiento como podemos mencionar.

- Motores.
- Cilindros.
- Bombas.
- Hornos.
- Generadores.
- Intercambiadores, etc.



*Figura 2. 9 Diagrama de bloques de Control.*

### **2.9.1. Accionadores.**

Dispositivo que se encarga de suministrar la “energía” (lumínica, calorífica,...) necesaria al sistema, para modificar los valores de la magnitud física a controlar. Flujo de líquidos, un generador, un motor, etc. son ejemplos claros de accionadores.

### **2.9.2 Preaccionadores.**

Permite de manera intermedia, la amplificación y/o conversión de la señal de control proporcionada por el controlador para el gobierno de la instalación: relé de maniobra o contactor, electroválvula, etc. Nos centraremos en éstos  
Clasificación atendiendo al tipo de energía empleada en el accionamiento:

- Accionamientos eléctricos.
- Accionamientos hidráulicos.
- Accionamientos neumáticos.
- Accionamientos térmicos.

Dentro de cada una de estas tecnologías de accionamiento encontramos de dos tipos:

- Accionamientos todo-nada.
- Accionamientos de tipo continuo.

### **2.9.3 (Pre) Accionamientos Eléctricos.**

- **Relés y contactares.-** Dispositivos electromagnéticos que conectan o desconectan un circuito eléctrico de potencia al excitar un electroimán o bobina de mando. Los relés están previstos para accionar pequeñas potencias (del orden de 1kW).
- **Servomotores.-** Pequeñas máquinas especialmente diseñadas para el control de posicionamiento.

### **2.9.4 (Pre) Accionamientos Hidráulicos Y Neumáticos.**

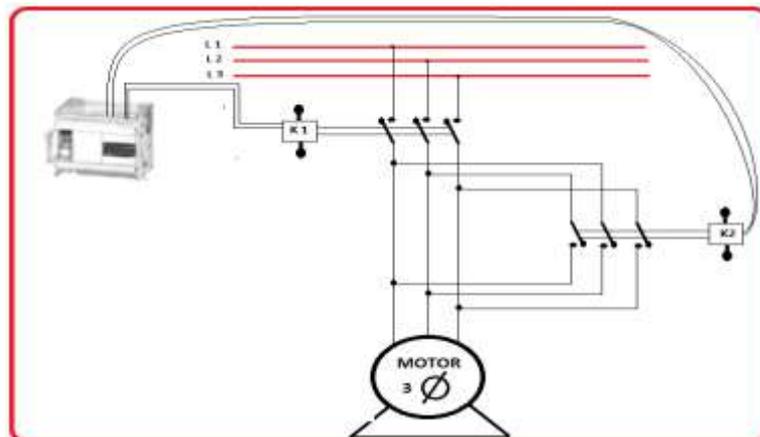
- **Válvulas distribuidoras.-** Dispositivos que permiten establecer o cortar la conexión hidráulica o neumática entre dos o más vías. Ya estudiadas.

- **Servoválvulas.-** Válvulas proporcionales capaces de regular la presión o el caudal siguiendo una cierta magnitud de consigna de tipo eléctrico.
- **Cilindros.-** Permiten obtener un movimiento aplicando una presión hidráulica o neumática a uno u otro lado del émbolo. Ya estudiados.

### 2.9.5 Ejemplo de etapa de accionamiento.

En la figura 2.10., se muestra la etapa de fuerza de un circuito eléctrico para controlar un motor trifásico a través de un Autómata Programable. En donde se logra mover el motor gracias a la conexión y desconexión de contactares (Pre Accionamientos) controlados con 24 VDC, tensión suministrada por el autómata.

Este control consiste en un intercambiador de giro automático (depende de la programación en el P.L.C.) de motor trifásico, en la parte de fuerza, la acción del giro a la izquierda y giro a la derecha se logra cambiando una de las líneas con las que se alimenta eléctricamente al motor como se muestra en la figura 10.



**Figura 2. 10 Cambio de giro de motor Trifásico (Diagrama de Fuerza).**

## **CAPÍTULO 3: REDES INDUSTRIALES.**

### **3.1 Introducción.**

Las redes de comunicaciones industriales son procesos tecnológicos que van evolucionando con el pasar del tiempo y que avanzan a pasos agigantados, los cuales nos permiten tener comunicaciones entre equipos electrónicos, para comenzar o terminar un ciclo de trabajo y a la vez en sus diferentes etapas darnos la facilidad de poder, controlar, monitorear, procesos en el campo de la industria.

Con el pasar del tiempo y las mejoras en la tecnología, aparecen los buses de campo, los cuales podrían distribuir el control del proceso, mediante los PLC, o un micro controladores que nos permitirían manejar varias variables, estos equipos se pueden comunicar con otros elementos del mismo nivel, o de un nivel de supervisión, lo que nos permite seccionar el proceso y en caso de fallas no se pararía la producción.<sup>3</sup>

Deben resolver la problemática de la transferencia de información entre los equipos de control del mismo nivel y entre los correspondientes a los niveles contiguos de la pirámide CIM, todo esto en ambientes hostiles (Ruido, vibración, electromagnetismo, polvo, temperatura, etc.).

### **3.2 Redes de comunicaciones industriales.**

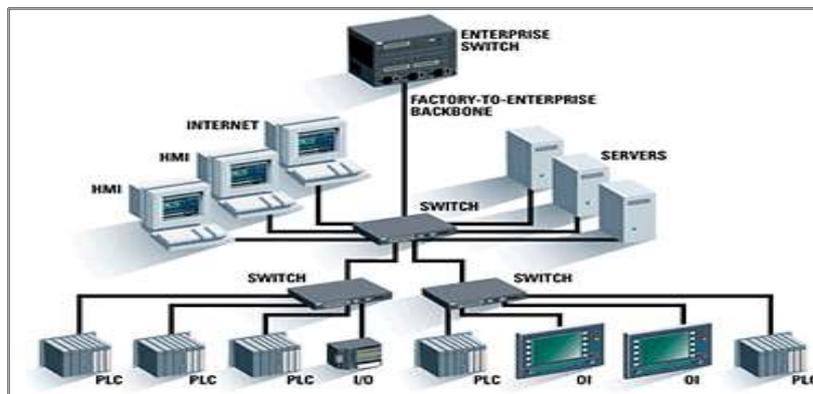
#### *¿Por que nacen las redes industriales?*

Cuando un sistema automatizado tiene una entidad tal que comprende varios autómatas programables y ordenadores portadores de funciones SCADA, es necesaria la comunicación en tiempo real de los diversos componentes del

---

<sup>3</sup>W. Remache Benavidez ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

sistema. La comunicación tiene lugar a través de redes informáticas o industriales. Como se lo demuestra en la figura 3.1.



*Figura 3.1. Estructura de Una red Industrial desde el nivel 2 hacia arriba.*

### **3.3 Breve historia de las redes.**

Cuando los sistemas enlazados están situados en la misma planta o emplazamientos próximos, o sea en redes de área local (LAN, Local Area Networks), la red más utilizada es Ethernet – TCP/IP (Ethernet fue diseñado por Bob Metcalf en PARC Xerox - 1972/3). Se estima que actualmente lo utiliza más del 80% de las comunicaciones en el sector empresarial.

En la década de los 70, se introdujeron en el campo industria las computadoras las cuales permitieron un mejor control de los procesos, fue fundamental para las tareas de vigilancia, pero una de las desventajas, era de que el punto crítico para que falle el proceso serían las misma ya que esta se encargaba de monitorear y controlar las variables de los procesos ósea que si esta fallaba se paraba la producción.

En la década de 1980, las comunicaciones industriales comenzaron a realizarse mediante comunicaciones digitales punto a punto para, posteriormente, evolucionar hacia la aplicación de redes multipunto.

La automatización siempre ha sido una de las mayores prioridades en las industrias de manufacturación. Desde que la firma Ford ensambló en su línea de fabricación el primer ejemplar del modelo ‘T’ hasta las modernas plantas de hoy día, se ha producido una profunda racionalización de la producción y se han mejorado notablemente los procesos de control que la afectan.<sup>4</sup>

Por ello, en las dos últimas décadas del siglo XX se acrecentó el interés por desarrollar redes de comunicación específicamente diseñadas para entornos industriales y que diesen soporte a la intercomunicación entre las operaciones del nivel de fábrica y las del nivel de empresa.

Fue GM la que, a mediados de los 80, desarrolló la red MAP (Manufacturing Automation Protocol). Posteriormente, en 1986 surge en el seno de la empresa BOEING la red TOP (Technical and Office Protocol).

De la unión de ambos surgió el proyecto de red MAP/TOP, que contemplaba la capacidad de intercomunicación de los sistemas de control (MAP) con los de oficina de (TOP).

El protocolo más importante de la capa de aplicación de una red MAP (o derivadas de ella) es el conocido como MMS (Manufacturing Message Specification). Fue diseñado para facilitar la monitorización y gestión de sistemas de control de procesos de fabricación (CNC’s, robots, PLC’s,...).

A pesar de sus características, la red MAP casi no se utiliza actualmente por [3]:

---

<sup>4</sup>Joan Domingo Peña *COMUNICACIONES EN EL ENTORNO INDUSTRIAL*

- Cubre adecuadamente los requisitos solicitados, pero la robustez de sus protocolos proporciona, en la práctica, tiempos de respuesta en la comunicación relativamente elevados para los exigidos en el nivel de planta o fábrica.
- Su especificación es tan vaga en algunos aspectos que se ha hecho muy complejo y difícil el desarrollo de interfaces, con lo que ello implica en costes comerciales.

En la actualidad, constituye una línea de gran auge la adaptación y redefinición de las tecnologías que son normas de facto en las redes de datos para poder utilizarlas en el ámbito del control de procesos. Surgen las conocidas como redes Industrial Ethernet, cuya capa de enlace está basada en la técnica Ethernet y cuyos protocolos básicos de comunicación se fundamentan en TCP/IP.

A grandes rasgos, estas redes tratan de rediseñar (en mayor o menor medida) el hardware y el software asociado a las capas inferiores de Ethernet para poder aplicarlo en los ambientes más hostiles de los niveles de planta (redundancia, redefinición de protocolos, mayores niveles de CEM, temperatura, humedad, vibraciones,...)

Con la venida de los nuevos dispositivos de última generación empleados, ha sido posible mejorar el nivel de producción en la industria. Ya que para la comunicación entre los niveles de la pirámide CIM (Manufactura Integrada por Computador) en el área de la automatización se implantó la PC, la cual ha sido de gran ayuda para mejorar el control y monitoreo de los procesos en el campo de la industria.

Los instrumentos utilizados en los procesos industriales para medir las variables del proceso siempre ha jugado un importante papel, para el control y monitoreo en el campo de la producción, los cuales con los avances tecnológicos nos permiten tener una mejor precisión y fiabilidad al desarrollar procesos ya sean estos mecánicos y neumáticos etc.

En los actuales momentos al hablar de comunicación entre dispositivos electrónicos tenemos una gran gama o variedad de sistemas que nos permiten la comunicación entre sí, sean estos digitales o analógicos, en las industrias encontraremos un sin número de sistemas, que debido al avance de la tecnología ya no es un tabú la forma como estos se comunican en las diferentes capas de la red de comunicación industrial.

En tiempos pasados la industria se manejaba con dispositivos que se comunicaban entre sí por medio físicos, como cable trenzado, etc., pero en los actuales momentos ya no es necesario en el nivel de campo, porque ahora existen medios inalámbricos e informáticos que nos dan iguales o mejores resultados con un menor costo, con la introducción de medios digitales en este campo podríamos decir que se han dejado atrás la comunicación digital punto a punto que eran muy usuales, con el pasar del tiempo ya podemos comunicarnos con diferentes dispositivos como son las redes multipuntos, al mismo tiempo sin necesidad de cables para la interface, el desarrollo electrónico e informático nos ha permitido relacionar diversos instrumentos en los procesos y los criterios que rigen en los sistemas de control, tal como lo expresamos en la figura 11. En la parte de hardware habido un avance tecnológico, con la aparición de circuitos integrados y microprocesadores que logran almacenar una gran cantidad de información.

Permitiendo grandes prestaciones a los instrumentos de campo, creando una gran gama de beneficios en la industria en la que está sujeta las

comunicaciones digitales, pero la principal necesidad es que el operador necesitaba un instrumento que pueda realizar una gran variedad de aplicaciones, para lo cual se afiance en su puesto de trabajo y poder eficazmente rendir mejor en los procesos a desarrollar con un mínimo de error.

### **3.4. Generalidades sobre redes informáticas.**

- **Red Informática:** Conjunto de computadoras enlazadas entre sí de manera que puedan compartir recursos e información entre ellos.
- **Conexión:** Cables, líneas telefónicas, microondas e incluso satélites.

Las redes informáticas, atendiendo al ámbito geográfico que abarcan, pueden dividirse en:

Redes de Área Local, LAN (Local Area Network). - se caracterizan por estar confinadas en un área geográfica moderada como una oficina, edificio, empresa o campus.

Redes de Área Extensa, WAN (Wide Area Network). - surgen para satisfacer las necesidades de transmisión de datos a distancias superiores a unos kilómetros, comprenden regiones más amplias que las anteriores pudiendo abarcar varios países. Para comunicar entre sí las distintas sedes de una empresa se utilizan redes de área metropolitana (MAN, Metropolitan Area Networks) y extensa (WAN, Wide Area Networks); un ejemplo de ellas es la red mundial conocida como Internet.

### **3.5. Presente y futuro de Ethernet.**

Ethernet se planteó en un principio como un protocolo destinado a cubrir las necesidades de las redes LAN. A partir de 2001 Ethernet alcanzó los 10 Gbps lo que dio mucha más popularidad a la tecnología.

Dentro del sector se planteaba a *El Modo de Transferencia Asíncrona o Asynchronous Transfer Mode (ATM)* es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones como la total encargada de los niveles superiores de la red, pero el estándar 802.3ae (Ethernet Giga bits 10) se ha situado en una buena posición para extenderse al nivel WAN. [3]

### 3.6. Configuraciones para procesos automáticos.

En la siguiente figura se podemos apreciar los elementos primordiales para poder realizar un proceso automático



*Figura 3.2. Dispositivos de un proceso industrial*

### 3.7. El P.L.C. (Controlador Lógico Programable).

El autómata programable industrial (A.P.I.) o controlador lógico programable (programmable logic controller, P.L.C.), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real los procesos secuenciales propios de un proceso productivo industrial.

Llamado también autómeta, fue el primer instrumento estandarizado para el control. En el P.L.C. se procesan señales digitales y analógicas de entradas, críticas en tiempo, y se generan las señales de salida apropiadas para el control.

### **3.8. Breve historia de los P.L.C.**

En 1968, GM Hydramatic realiza un concurso para la propuesta de un controlador electrónico que sustituya a las soluciones de control cableado utilizadas hasta ese momento. La propuesta ganadora corresponde a la consultora Bedford Associates, que propone un Controlador Lógico Programable (PLC).

El primer P.L.C. comercial, denominado **MODICON 084**, fue presentado por esta empresa y lleva el número 84 debido a que fue el proyecto # 84 para construir los que era el equipo en ese entonces. Uno de sus componentes, Richard E. Morley, es considerado en la actualidad el “padre” del PLC.

Quien patentó, en 1974, el término P.L.C. fue la marca ALLENBRADLEY (hoy Rockwell Automation).

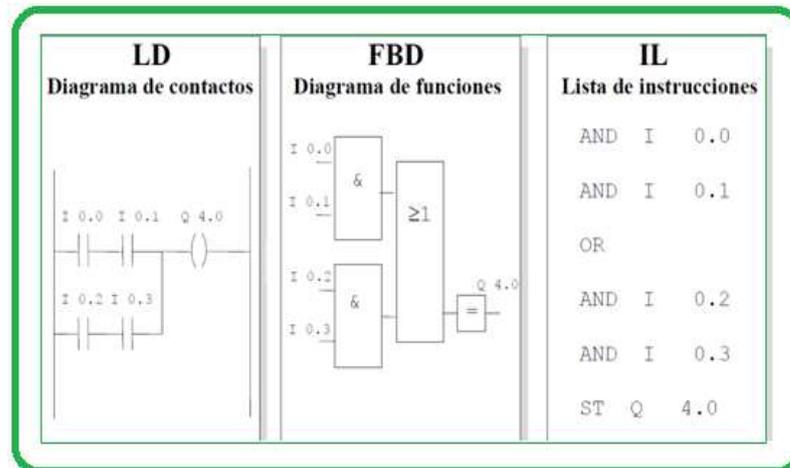
### **3.9. Lenguajes de Programación de los P.L.C.**

Para programar un P.L.C. se debe tener presente, conocer uno de los 5 lenguajes de programación de los autómetas los mismos que se manejan de acuerdo con la norma (IEC 61131-3) desarrollada por el Dr. Odo J. Struger, en empresa ALLENBRADLEY, el desarrollo este estándar el mismo que se mantiene en la actualidad y a sido acogida por la mayoría de fabricantes.

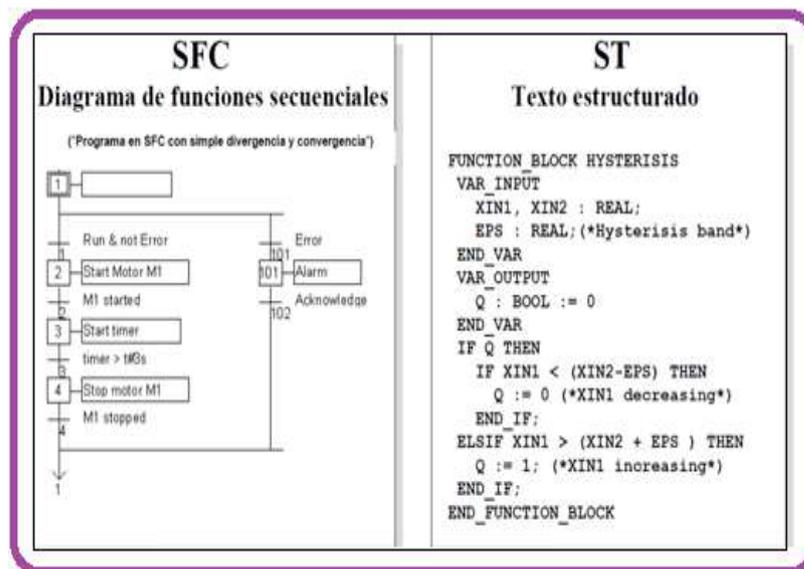
Lenguajes de Programación avanzados (IEC 61131-3):

1. Diagrama de Contactos (Escalera). Ilustrado figura 3.3.
2. Diagrama de funciones Lógica. Ilustrado figura 3.3.

3. Diagrama de Instrucciones. Ilustrado figura 3.3.
4. Diagrama de funciones Secuenciales. Ilustrado figura 3.4.
5. Texto Estructurado. Ilustrado figura 3.4.



**Figura 3.3. Lenguaje de Programación 1-3.**



**Figura 3.4. Lenguaje de programación 4 y 5.**

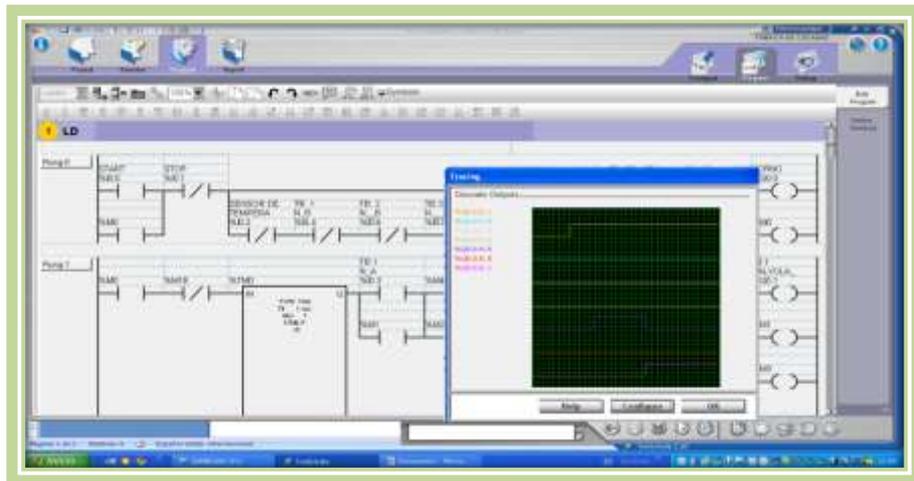
Para realizar la programación del P.L.C. se necesita el software de cada dispositivo, el cual es proporcionado por los fabricantes, a continuación se muestran distintas marcas de P.L.C. con su respectivo software:

## SOFTWARE

## HARDWARE

- Twidosuite                   Telemecanique (Schneider-Electric).
- Step 7                        S 7-Siemens.
- RSLogix 5000               **ALLEN BRADLEY.**
- MX4                         Mitsubishi.
- .....
- Ejemplo de Software Twido suite de Schneider-Electric: El cual es

muy utilizado por su lenguaje de programación basado en contactos como podemos apreciarlo en la figura 3.5.



*Figura 3.5. Lenguaje de Contactos (Escalera).*

### *3.9.1. El ordenador que opera como consola.*

Para diferenciar en si porque decimos que el ordenador opera como una consola de visualización, los instrumentos del proceso se conectan a este mediante una interfaz estándar. La aplicación de software permite que el operador solo visualice el proceso y solo supervise los parámetros en los que fueron configurados los instrumentos del nivel del campo.

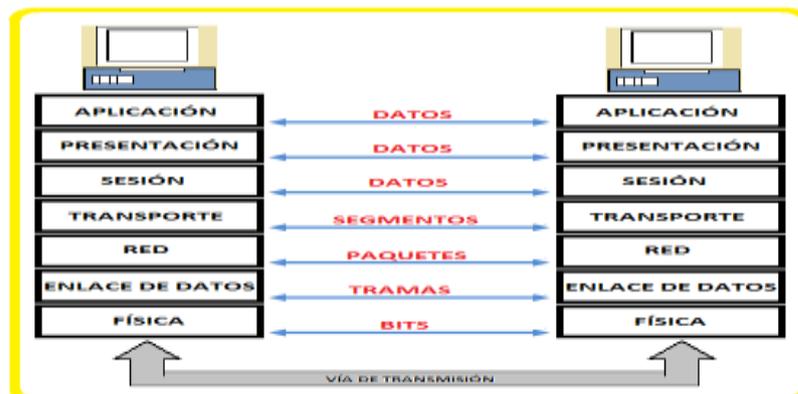
El ordenador o PC es una herramienta de control importante la cual al combinarse con PLC, adquiere una doble función, ya que ahora no solo se va a poder monitorear el proceso, sino que también se lo va a poder controlar que la ayuda del software existente en la actualidad, convirtiéndose en el controlador del proceso.

### 3.9.2. *El Ordenador Que Opera Como Controlador.*

A diferencia de características del anterior el ordenador sirve como una plataforma para los sistemas de control y además tiene la capacidad de visualizar y registrar variables del proceso. De esta manera el ordenador al combinarse con el PLC puedes realizar una gran variedad de sistemas de control de bajo costo. Esta permite el proceso integrado por ordenador C.P.I. (Computer Integrated Processing).

### 3.9.3. *Modelo O.S.I. (Open System Interconnection).*

El modelo O.S.I. que fue desarrollado por la ISO (Organización internacional para la estandarización) para la conexión de sistemas informáticos abiertos y comunicación entre HOST o PC. Representado en la figura 3.6...



*Figura 3.6. Modelo O.S.I.*

- **Capa Física:** Era la forma como mandar los bits por una cable ósea 0 y 1 por el aire o por el medio que se vallan a trasmitir, en otras palabras como mandar datos binario por un medio físico.
- **Capa de Enlace:** Esta es desenvuelve a nivel local, es decir dispositivo que estos próximos como mando una trama desde un equipo origen a un equipo destino.
- **Capa de Red y Capa Transporte:** En estas capas ya me permite hacer redes mas dispersas , en esta ya puedo utilizar otros dispositivos como switch, routher, etc., ya se puede ya enviar información a nivel WAN, desde aquí ya tenemos que ver como dirijo las diferentes mallas o redes como les hago para hacerle llegar los datos
- **Capa Sesión y Capa Presentación:** Estas capas son más nivel de usuario, de cómo se inicia una sesión de determinado equipo más se trata de configuración para que haya comunicación entre ellos, de cómo intercambiar los datos dependiendo en que fichero, es decir en que lenguaje por ultimo vamos intercambiar datos para subir a la una página web etc.
- **Capa de Aplicación:** Se establece la política de la producción del conjunto de la empresa en función de los recursos y costos del mercado. En él se incluyen labores de contabilidad y gestión empresarial.

### 3.10. Redes industriales.

Se pueden definir como: “Área de la tecnología que estudia la transmisión de información entre circuitos y sistemas electrónicos utilizados para llevar a cabo tareas de control y gestión del ciclo de vida de los productos industriales”.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup>José Ignacio Armestto Quiiroga <http://www.diisa.uvigo.es/> Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática

La estructura de las redes Industriales se puede definir con el diagrama de la pirámide C.I.M. indicando los distintos niveles de comunicación. Ilustrado en la figura 3.7.



*Figura 3.7. Pirámide C.I.M.*

### 3.10.1. Niveles Jerárquicos De Las Redes Industriales.

Cada uno de los niveles, además de llevar a cabo labores específicas, realiza un tratamiento y filtrado de la información que es transmitida en sentido ascendente o descendente por la pirámide. Así se limitan los flujos de información a los estrictamente necesarios para cada nivel. También existe un tráfico en sentido horizontal dentro de cada nivel, con distintas condiciones en cada uno de ellos.

#### 3.10.1.1. Entradas y salidas en el nivel inferior: buses de campo.

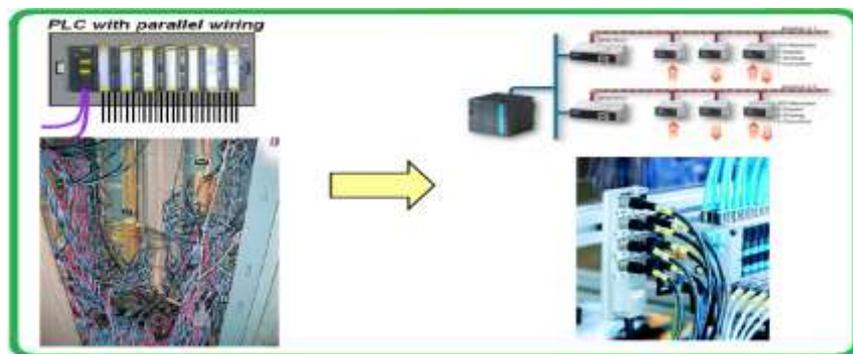
##### *Nivel 1: redes de sensores y actuadores.*

En este grupo se encuentran las redes de campo diseñados con el objetivo específico de intercomunicar los sistemas electrónicos de control con los

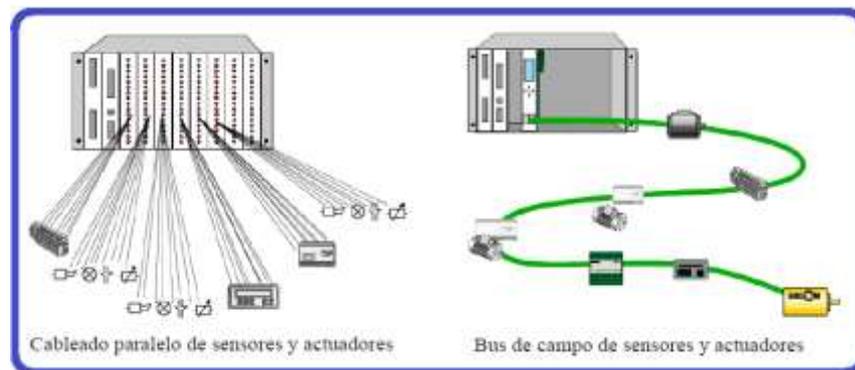
dispositivos de campo conectados al proceso, simplificando proceso y optimizando recursos, gracias a que en este nivel se utiliza por lo general la topología bus para integrar los dispositivos y no los largos tendidos de hilo de cobre como se puede apreciar en la figura 3.8. y 3.9.

Funcionan en aplicaciones de tiempo real estricto en una pequeña zona de la planta (típicamente una máquina o célula).

Los fabricantes suelen denominarlas redes de periferia distribuida (distributed periphery).



**Figura 3.8. Bondades de las Redes**



**Figura 3.9. Conexión de dispositivos de campo.**

Históricamente, el desarrollo de esta clase de redes (que se produjo en la década de los 80) fue debido a la elevación de la complejidad en la automatización de los sistemas industriales, que incrementó desmesuradamente el

volumen de cableado que era preciso realizar para conectar a los equipos de control un elevado número de dispositivos sensores y actuadores mediante hilos independientes.

Para resolver el problema, surgió la idea de conectar cada grupo de dispositivos de campo a un procesador de comunicaciones y éstos, a su vez y mediante otro procesador de comunicaciones, al sistema de control. Surgen así las redes de sensores-actuadores.

Realiza el control digital directo de los bucles de regulación o el control de los elementos de fabricación. Se adquieren datos de los sensores y se actúa en función de los algoritmos de control y consignas seleccionadas por el nivel superior. Se ejecutan programas de mecanización o manipulación, se activan alarmas y se transmiten los mensajes e informaciones oportunas al nivel superior. La coordinación de todos los elementos que constituyen este nivel se realiza a través de un “Bus de campo”.

Aunque existan protocolos que pretenden bajar el uso de la red local (Ethernet) hasta los niveles inferiores de un sistema de control distribuido, no dejan de ser protocolos que manejan grandes volúmenes de datos para la transmisión de archivos y no resultan apropiados para trabajar en tiempo real, como lo exige el nivel de mando de las máquinas con tiempos de reacción muy cortos o en la utilización de transductores y actuadores. Para este tipo de elementos se requiere una red de nivel inferior, con protocolo ágil, cableado fácil, barato y que permita comunicar periféricos de bajo nivel a un control maestro. Esta red local de nivel inferior se denomina bus de campo (Fieldbus).

El bus de campo constituye el nivel más simple y próximo al proceso dentro de la estructura de comunicaciones industriales. Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo (PLC's, transductores actuadores y sensores, etc.) utilizando un protocolo mínimo para gestionar la comunicación entre ellos. Este último hecho no le resta la fiabilidad y posibilidades de expansión a este nivel.

Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un costo bajo.

Estos elementos serán capaces de ejecutar funciones simples de auto diagnóstico, control o mantenimiento, además, los buses propuestos más recientemente contemplan la posible integración de los mismos a una estructura de comunicaciones jerárquicamente superior y más potente, tal como se requiere en los sistemas de control distribuido. Antes de que apareciesen los buses de campo, la comunicación tradicional en este ámbito se basaba casi exclusivamente en tecnología de señal analógica de lazo de corriente 4-20mA con conexiones punto a punto, es decir cada elemento de campo se conectaba directamente a su controlador o terminal específico de éste. Sin embargo, la automatización del control de procesos ha generado unas necesidades de comunicación entre equipos y sistemas que no pueden ser cubiertas satisfactoriamente por comunicaciones del tipo 4-20mA o similares.

La característica básica para que una red de comunicación pueda denominarse propiamente bus de campo es que permita intercambiar órdenes y datos entre productos de un mismo o de distintos fabricantes a través de un protocolo reconocido por cada uno de los nodos.

Con la aparición de los buses de campo el esquema se simplifica considerablemente y el añadir un nuevo elemento de campo tan sólo supone efectuar una simple conexión a dicho bus, que normalmente estará próximo al citado elemento.

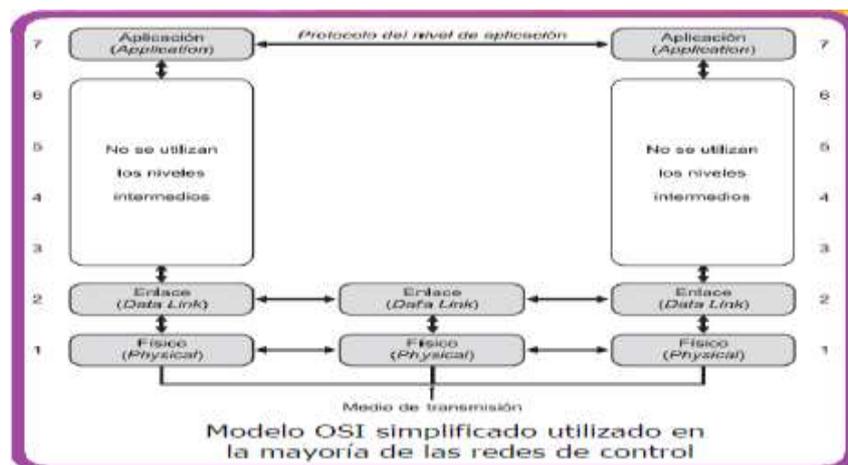
Han sido numerosos los fabricantes que han desarrollado este tipo de redes, que se diferencian en aspectos como:

La posibilidad de disponer de uno o más nodos principales (master) en la red.

- La comunicación de datos de sensores y actuadores todo/nada (on/off) o analógicos.
- La capacidad de diagnóstico y/o parametrización de los sensores y actuadores.

Es frecuente, además, que los fabricantes traten de normalizar el intercambio de información con los dispositivos de uso más frecuente (perfiles de comunicación).

ES importante mencionar que a nivel de buses de campo, para establecer comunicación entre dispositivos de este nivel y del nivel superior (entre nivel 1 Y 2), solo se utiliza 3 capas de modelo O.S.I. (Aplicación, Enlace y capa Física), como se indica en la figura 3.10.



**Figura 3.10. Capas del modelo O.S.I. que se utilizan en el Nivel 1 y 2 de la pirámide C.I.M.**

### ***Nivel 2: Controlador De Proceso.***

Nivel de supervisión al nivel de célula de fabricación o de control. Elabora la PROGRAMACIÓN del nivel inferior y se informa al operario de la situación de las variables y de las alarmas. Corrige algoritmos de control, consignas y programas.

### ***Nivel 3: Controlador de célula.***

En la figura 3.11., podemos apreciar de cómo se Lleva a cabo las labores de coordinación de la planta. Las cuales Controlan y organizan toda el área de producción tratando de optimizar balances de materias y energía. Para ello establece las condiciones de operación de cada proceso del área y las envía a cada control supervisor para que estos las adapten y distribuyan entre los controles directos.



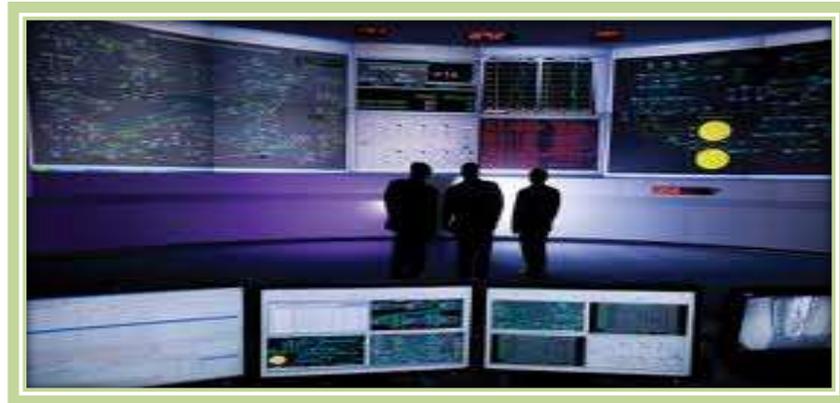
***Figura 3.11. Nivel 3 de la Pirámide C.I.M.***

### ***Nivel 4: controlador de área.***

En la figura 3.12., se aprecia las funciones del nivel superior en el cual se establecen la política de la producción del conjunto de la empresa en función de los recursos y costes del mercado. En él se incluyen labores de contabilidad y gestión empresarial.

La consecución de la implementación completa de todos estos niveles da lugar a la aparición del C.I.M. (Computer Integrated Manufacturing). El principal

inconveniente para el logro de esta integración se encuentra en los problemas que presenta la intercomunicación de los elementos de la base de la pirámide y con mayor grado de dificultad cuando son de distintos fabricantes, debido a que hasta la fecha no se estandariza la manera de establecer comunicación de los elementos de campo.



*Figura 3.12. Nivel 4.*

### **3.11. Redes de Controladores**

Este tipo de redes de control están diseñadas para realizar la comunicación de varios sistemas electrónicos de control (PLC's, CNC's, robots,...) entre sí son por lo general, redes de área local de tipo principal subordinado (maestro-esclavo) o productor-consumidor que poseen varios nodos principales (Multimaster Networks).

Los servicios de comunicación que proporcionan permiten no sólo el intercambio estructurado de información sino también llevar a cabo las tareas de diagnóstico, programación, carga, descarga y ejecución y depuración de los programas ejecutados en ellos.

### 3.12. Comunicaciones industriales. Necesidades.

La automatización integrada de la producción se realiza mediante un sin número de dispositivo, sistemas de control y gestión de proceso asociados a diferentes niveles y que han de estar intercomunicados.<sup>6</sup>

Nivel	Tipo de sistema Electrónico de control	Parámetros		
		Tiempo de repuesta	Relación (%) de tareas Gestión/Control	Operatividad Exigible (%)
4	Computador de planta	De días a segundos	95-100/0-5	>10
3	Controlador de área	De minutos a segundos	90-95/5-10	<10
2	Controlador de célula	De segundos a milisegundos	80-90/10-20	80-90
1	Controlador de proceso	De milisegundos a microsegundos	5-10/90-95	90-95

*Tabla 3.1. Transductores de diversas magnitudes físicas*

Las necesidades que tiene las comunicaciones industriales, que son diferentes a las comunicaciones óptimas, la automatización de la producción se realiza por medio de un sistema de gestión como son los autómatas, PLC, Robot etc., que deben comunicarse entre sí en la pirámide CIM y estar intercomunicados entre niveles.

### 3.13. Sistema de fabricación flexible.

Es uno o varios conjuntos de células de máquinas e instalaciones, conectadas entre sí mediante sistemas de transporte y control, que es capaz de producir una variedad de productos dentro de una línea de producción. Entre los que podemos mencionar la línea de producción automatizada ilustrado en la figura 3.13.

---

<sup>6</sup>José Ignacio Arnesto Quiroga Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática Vigo , Curso 2007-2008



*Figura 3.13. Sistema de fabricación Flexible Ej.: Línea de producción automotriz.*

### **3.14. Futuro cercano de las redes industriales.**

En lo que respecta a los protocolos de la capa de aplicación que se debe utilizar en las redes Industrial Ethernet en combinación con los protocolos de las capas inferiores, no existe actualmente una solución única normalizada y están propuestas diferentes soluciones como, las podemos apreciar en la figura 3.14.

- Modbus TCP
- Ethernet/IP
- Profinet
- EtherCat
- Powerlink
- FF HSE



*Figura 3.14. Modelos de buses de campos.*

### **3.15. Medios de transmisión**

El medio de transmisión constituye en un canal que permite la transmisión de información entre dos o varios terminales en un sistema de comunicación. Las transmisiones se realizan empleando ondas electromagnéticas (en medios físicos y en el aire) y ondas sonoras (en el agua) que se propagan a través del canal. A

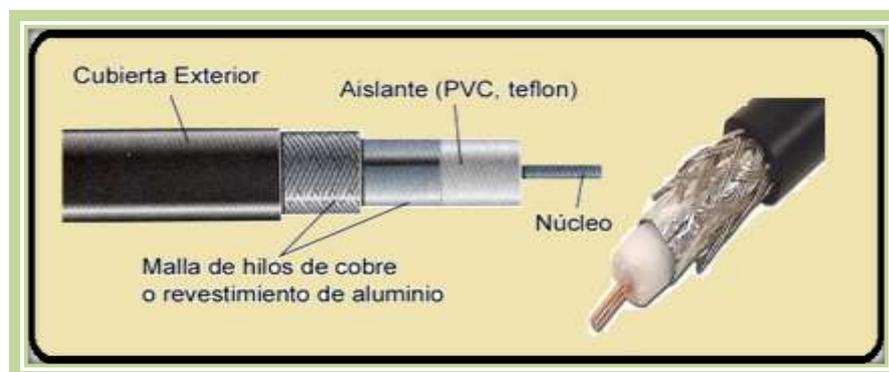
veces el canal es un medio físico y otras veces no, ya que las ondas electromagnéticas son susceptibles de ser transmitidas por el vacío.

### ***3.15.1. Cable coaxial***

El cable coaxial fue creado en la década de los 30, consiste en dos conductores concéntricos, uno central, llamado vivo, encargado de llevar la información y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla o blindaje, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes, separados por un dieléctrico y protegido del exterior por un aislante, este tipo de cable fue el que se utilizaba en las primeras redes informáticas con una configuración de Topología de bus.

Este tipo dejó de ser utilizado en las redes informáticas, pero en la actualidad es utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia, utilizadas para la recepción y transmisión de radiofrecuencias, en las etapas de antenas, debido que en este ambiente existe mucha interferencia electromagnética. En la figura 3.15., podemos observar el cable coaxial utilizado en la actualidad.

Entre las ventajas de su uso están su protección contra las interferencias eléctricas y su bajo precio.



***Figura 3.15. Cable coaxial.***

A continuación se describen los tipos de cables coaxiales más empleados en redes:

### ***10 Base 5.***

Conocido también como cable coaxial grueso (Thick coaxial) y sirve como dorsal para una red tipo LAN. Utiliza transeptores (transceivers) y AUI (Attachment Unit interface) para conectar la tarjeta de red con la dorsal de cable coaxial.

Tasa de transmisión: 10 Mbps

Longitud máxima: 500 metros por segmento.

Impedancia: 50 ohm.

Diámetro del conductor: 2.17 mm.

Nodos por segmento: 100 Long. Máxima (con repetidores): 1500 metros.

### ***10 Base 2***

Conocido también como cable coaxial delgado (thin coaxial) utilizado para redes tipo LAN. Utiliza conectores tipo BNC para conectar la tarjeta de red con la dorsal.

Tasa de transmisión: 10 Mbps

Longitud máxima: 180 metros por segmento.

Impedancia: 50 ohm, RG58.

Diámetro del conductor: 0.9 mm.

Nodos por segmento: 30 Long. Máxima (con repetidores): 1500 metros.

#### ***3.15.2. Cable bifilar o de Par trenzado.***

El **cable de par trenzado**, ilustrado en la figura 3.16. (Aunque en estricto rigor debería llamarse "par torcido") tiene una serie de conductores generalmente

de cobre aislados trenzados (para evitar interferencias externas) entre ellos y protegidos por una cubierta aislante.

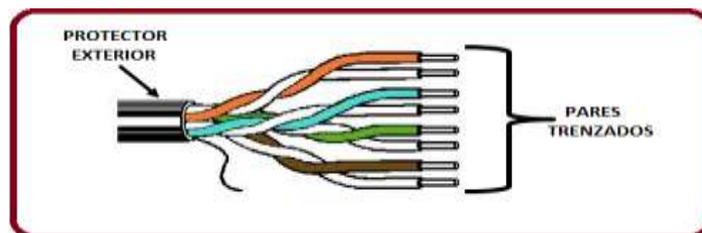
Sistema está utilizado en todo el mundo en telefonía y redes LAN, siendo muy barato y fácil de instalar.

***Ventajas:***

- Bajo costo.
- Alto número de estaciones de trabajo por segmento.
- Facilidad para el rendimiento y la solución de problemas.

***Desventajas:***

- Altas tasas de error a altas velocidades.
- Ancho de banda limitado.
- Baja inmunidad al ruido.
- Baja inmunidad al efecto crosstalk (diafonía).
- Distancia limitada (100 metros por segmento).

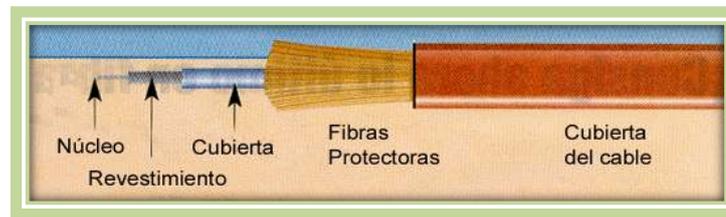


***Figura 3.16. Cable UTP 4 pares.***

***3.15.3. Fibra óptica.***

Es el medio de transmisión de datos inmune a las interferencias por excelencia, es el medio más moderno y avanzado como lo podemos apreciar en la figura 3.17... Las señales que se transmiten a través de impulsos luminosos

(generados por un láser) pueden recorrer varios kilómetros a alta velocidad sin necesidad de amplificar la señal.



*Figura 3.17. Fibra Óptica.*

Debido a la necesidad de manejar frecuencias cada vez más altas y a la digitalización de las transmisiones, en años recientes se ha sustituido paulatinamente el uso del cable coaxial por el de fibra óptica, en particular para distancias superiores a varios kilómetros, porque el ancho de banda de esta última es muy superior.

Se trata de un medio muy flexible y muy fino que conduce energía de naturaleza óptica. Su forma es cilíndrica con tres secciones radiales: núcleo, revestimiento y cubierta.

El núcleo está formado por una o varias fibras muy finas de cristal o plástico. Cada fibra está rodeada por su propio revestimiento que es un cristal o plástico con diferentes propiedades ópticas distintas a las del núcleo. Alrededor de este conglomerado está la cubierta (constituida de material plástico o similar) que se encarga de aislar el contenido de aplastamientos, abrasiones, humedad, efectos electromagnéticos, etc.

Es un medio muy apropiado para largas distancias e incluso últimamente para LAN y redes industriales a nivel de campo debido a que en este nivel encontramos ambientes hostiles. Sus beneficios frente a cables coaxiales y pares trenzados son:

- Permite mayor ancho de banda.
- Menor tamaño y peso.

- Menor atenuación.
- Aislamiento electromagnético.
- Mayor separación entre repetidores.

Generalmente esta luz es de tipo infrarrojo y no es visible al ojo humano. La modulación de esta luz permite transmitir información tal como lo hacen los medios eléctricos su rango de frecuencia es todo el espectro visible y parte del infrarrojo.

#### ***3.15.4. Conectores para comunicación industrial.***

A continua presentamos los conectores más utilizados para establecer comunicaciones en redes industriales a nivel de campo, vista que en los niveles superiores las comunicaciones ETHERNET se están haciendo indispensables, y las señales se utilizan en una amplia gama de sistemas informáticos y de automatización. .

##### *3.15.4.1. RS-485 (EIA-485, TIA/EIA-485).*

Esta interfaz de comunicaciones (RS485, Alianza de Industrias Electrónicas EIA-485), que se encuentran ilustrado en la figura 3.18., y la configuración para un conector DB-9 esta explicado en la figura 3.19., se utilizan en la capa física del modelo O.S.I. subyacente estándar de muchos y protocolos propietarios de automatización, que se utiliza para implementar sistemas de control industrial, incluyendo las versiones más comunes de Modbus y Profibus.

En general, Modbus y Profibus se utilizan en controladores lógicos programables (P.L.C.) y en los pisos de la fábrica (nivel 1 de la pirámide C.I.M.).



*Figura 3.18. Conector RS-485.*

Las especificaciones originales (que han sido superados por el hardware actual), permite a la red de hasta 32 estaciones en el mismo sentido, a velocidades de hasta 10 Mbits / s para una distancia de 4.000 pies (1.200 metros).

The diagram shows a DB-9 connector with pins numbered 1 through 9. Below it is a table with the following data:

PIN	RS-232	RS-485 (4W)	RS-485 (2W)	RS-422
1	DCD	TxD-(A)	---	TxD-(A)
2	RxD	TxD+(B)	---	TxD+(B)
3	TxD	RxD+(B)	Data+(B)	RxD+(B)
4	DTR	RxD-(A)	Data-(A)	RxD-(A)
5	GND	GND	GND	GND
6	DSR	---	---	---
7	RTS	---	---	---
8	CTS	---	---	---
9	---	---	---	---

*Figura 3.19. Configuraciones de transmisión para el conector DB-9.*

#### 3.15.4.2. Ethernet industrial

Basados en componentes con tecnología **STEADYTEC** los nuevos latiguillos IP67 recubiertos por extrusión, pueden utilizarse hasta Ethernet de 10 Gigabytes.

La innovadora tecnología de recubrimiento por extrusión garantiza su seguridad en el manejo, una efectiva protección contra el doblado y una elevada resistencia a la tracción. El conector macho aéreo RJ 45 apantallado ilustrado en la figura 3.20., encaja con conectores hembra de montaje en panel sellados con los que proporcionan un acoplamiento con calificación IP 67.



*Figura 3.20. Conector RJ-45 Industrial (IP-67).*

Cumple con MIL-C-26482. El principio del sistema es el mismo, por lo que permite la conexión de cables RJ45, de manera que pueda resistir entornos de condiciones agresivas. Poseen resistencia a pulverización de sal por encima de 500 horas y calificación IP67.

### **3.16. Ejemplo de redes industriales: Red AS-I.**

En el siguiente ejemplo de redes industrial, hemos tomado una red que trabaja en el nivel 1 de la pirámide C.I.M., con la finalidad de aclarar los temas tratados en el presente capítulo, recordemos que a nivel de campo estas redes trabajan solo en 3 capas del modelo O.S.I. (Física, enlace y aplicación), las misma que serán mencionadas a continuación.

## 3.17. Las Redes AS-I.

### 3.17.1. Introducción.

Las redes de control AS-I (Actuador-Sensor interface) es una de las más sencillas, que nos permite comunicar actuadores, sensores y sistemas de control y de las más importante en la industria, esta fue desarrollada originalmente por 11 fabricantes de sensores, actuadores y sistemas de control, basadas en una norma Europea, se puede apreciar cómo se desarrollan desde la parte de abajo hasta cómo se va definiendo las capa física, la capa de datos, su aplicación y a su vez la practica en donde se utilizan y que tipos de componentes utilizan estas redes.

### 3.17.2. Características Generales.

Esta red según los estudios realizados por los fabricantes en su mayoría Europeos era, que esta sea sencilla de aplicar y que tenía que tener las siguientes características:

- **Máximo nivel de descentralización:** El objetivo principal era de reducir al mínimo el cableado existente entre el nodo subordinado y el sensor haciendo más compacto la fusión.
- **Máxima flexibilidad en la topología:** Esta debería permitir cualquier tipo de configuración topología para simplificar al máximo su tendido en maquinas y facilitar la reconfiguración del sistema.
- **Simplicidad en la instalación y puesta en marcha:** En esta característica nos referimos que la red debe de tener un sistema de fácil conexión, rápido, confiable que se puedan realizar configuraciones sencillas en la red.
- **Normalización eléctrica y mecánica:** El objetivo es que esta red sea de bajo costo, pero que no pierda sus características industriales y se puedan intercambiar elementos del mismo desempeño pero de diferente fabricante.

### ***3.17.3. Tipos de cables de conexión.***

Al hablar de los tipos de cable estamos hablando de la capa física, en la cual la norma recomienda para determinada instalación un tipo de cable en especial según las características que tenga este, y tenga un buen desempeño en determinado proceso.

### ***3.17.4. Cable de conexión AS-i.***

Es un cable que en su parte exterior tiene una forma un poco redonda, en cuyo interior posee dos hilos de cable no trenzados, el cable puede ser de color amarillo (transmisión de datos), rojo (alimentación) y negro (alimentación) los cuales tienen diferentes características para ser utilizados con diferentes voltajes la cual la norma recomienda utilizarlos dependiendo su para que van a ser utilizados, son de perfil asimétrico que está diseñado para diversos campos es, muy flexible, auto cicatrizante, quiere decir que si lo pinchamos se vuelve a cerrar y mantiene el aislamiento de sus dos hilos.

### ***3.17.5. Métodos de Conexión.***

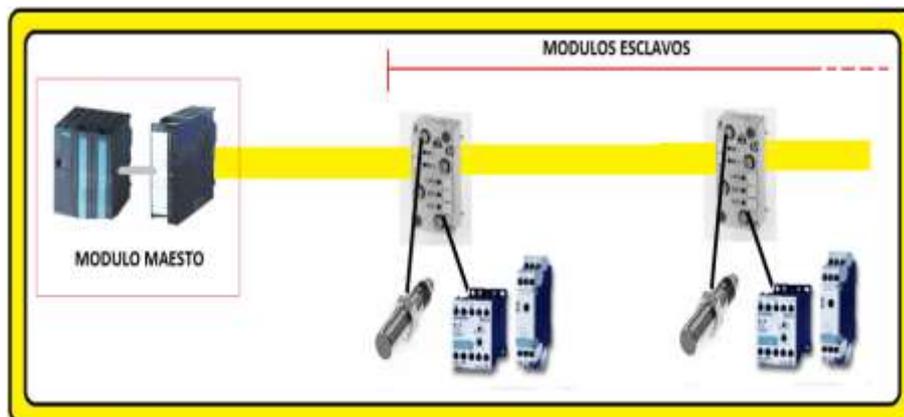
El método de conexión según la norma es de perforación por aislamiento es decir filosofía vampiro, la idea es que cuando se tiene que comunicar dispositivos de cable, lo que tienes que hacer es morder la parte de la envoltura del cable, la norma te propone el medio o elemento mecánico para realizar la conexión de los cables, los cuales son módulos muy utilizados todo esto es capa física.

### 3.17.6. Red AS-I: Capa física.

Las Red AS-I en sus inicios era solo una red de dispositivos discretos, pero en los procesos de control como en calderas, controles de lazo cerrado, etc., es indispensable contar con dispositivos analógicos que entreguen una señal continua en el tiempo, por tal motivo fue implementando en ellas este tipo de dispositivos.

AS-i (Actuador-Sensor Interface) diseñada bajo estándar internacional IEC62026-2 y europeo EN 50295 para el nivel de campo más bajo, su diseño fue realizado originariamente por 11 fabricantes de sensores, actuadores y sistemas de control.

El protocolo que utiliza la red AS-i es muy empleado en aplicaciones discretas, en las versiones iniciales estas redes solo podían conectar hasta 124 dispositivos de campo, en 31 nodos en topología bus. Permite la interconexión, mediante un único canal de comunicación, de un sistema de control (Autómata Programable, Control Numérico, Computador Industrial, Robot, etc.), como lo podemos observar en la figura 3.21.



**Figura 3.21. Red industrial AS-I**

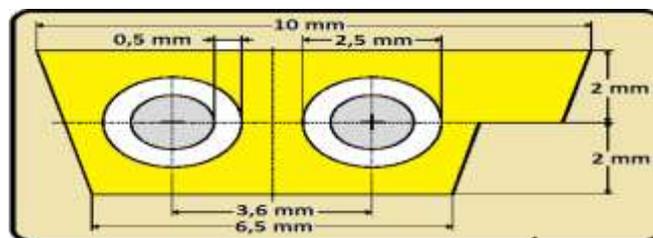
Las redes AS-i están diseñadas para trabajar lo más cerca del proceso, lo cual nos da muchas ventajas sobre los grandes tendidos de cable que utilizaban los

procesos industriales anteriores. Uno de los objetivos es que sea una red de bajo coste, pero sin perder por ello características industriales.

- a. Simple instalación de la red instalación y puesta en servicio, dispone de un sistema de conexión rápido y fiable, técnicas de configuración sencilla de la red, etc.
- b. Normalización eléctrica y mecánica, de tal forma que se garantiza al máximo la modularidad e intercambiabilidad de los componentes.

### 3.17.7. Conector y cable AS-I

**Conector ASI:** Consta de dos hilos sin trenzar ni apantallar, definimos por la norma AS-i y conformado por un cable plano de color amarillo con guía de posicionamiento (DIN VDE 0295, clase 6) y con un perfil singular que no permite la inversión de polaridad en la conexión. Ilustrado en la figura 3.22.



*Figura 3.22. Conector ASI.*

#### 3.17.7.1. Cable AS-i.

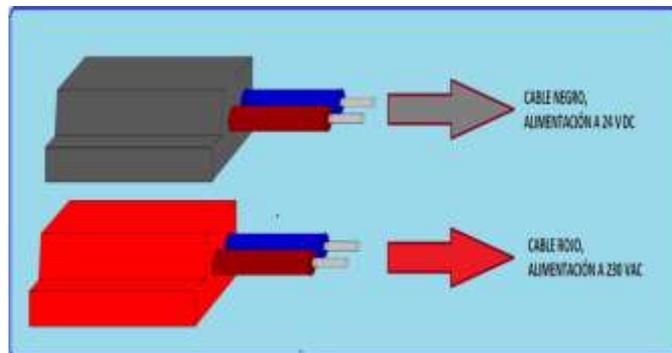
El cable AS-i Consta de las siguientes características ilustrado en la figura 3.23.:

- Perfil asimétrico.
- Cable flexible.
- Utiliza una protección auto cicatrizante (Tecnología vampiro).
- Tiene índice de protección IP-65.



*Figura 3.23. Cable ASI.*

A través de este mismo cable se realiza intercambio de información y corriente continua de 30Vdc (**cable amarillo**) que se puede utilizar para alimentar a dispositivos de campo de bajo consumo (hasta 8A), pero también cuentan con cable trabajan con otros niveles de tensión, como se muestra en la figura 3.24.



*Figura 3.24. Cables de AS-i.*

### **3.17.8. RED AS-i: Capa de enlace.**

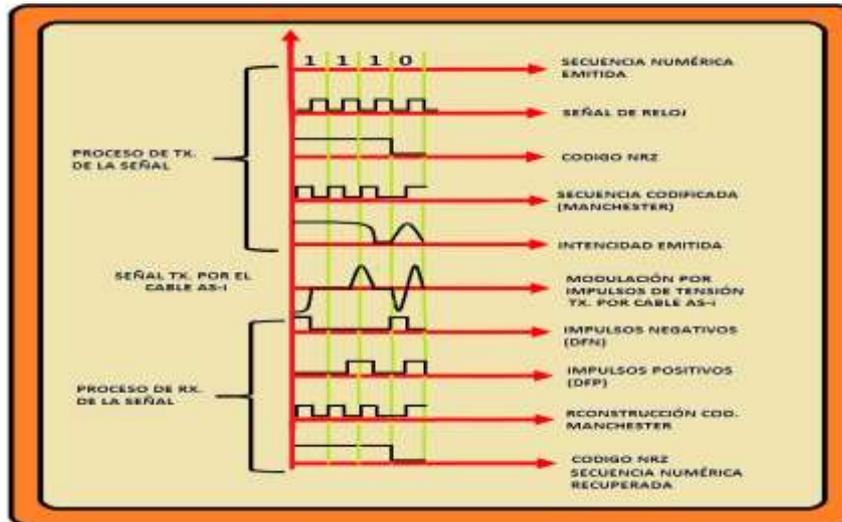
**Codificación Manchester:** el voltaje del cable de cobre, el brillo del LED o de la luz láser en el caso de la fibra óptica o la energía de una onda electro magnética en el caso de un sistema inalámbrico, hace que los bits se codifiquen como transiciones. Así, la codificación Manchester da como resultado que los 0 se

codifiquen como una transición de baja a alta y que el 1 se codifique como una transición de alta a baja. Dado que tanto los 0 como los 1 dan como resultado una transición en la señal, el reloj se puede recuperar de forma eficaz en el receptor.

La Capa de Enlace de Datos prepara la información proporcionada por los dispositivos esclavos de la red a transmitir en trenes de bits (0 y 1 lógicos), representados internamente por impulsos de corriente continua. La secuencia numérica emitida antes y después de ella tiene un estado de “STOP”, vista la redes AS-i están configuradas como Maestro-Esclavo, en donde el maestro realiza una interrogación a cada dispositivo esclavo conectado a el estado de parada para que las variables emitidas por los dispositivos de campo puedan ser transmitidas y no exista un colapso de red.

Por ello es necesario que el host emisor transforme estas señales continuas en señales en corriente alterna para la transmisión de datos por medios de la red y para ello usa un sistema de codificación, generalmente el de Manchester, creando ondas pulsantes basadas en las series de ondas de Fourier. Normalmente este proceso se lleva a cabo en chips especiales de la tarjeta de red del host o en dispositivos especiales, como un modem.

Cuando las secuencias numéricas emitidas (tren de bit) por los dispositivos esclavos, han sido convertidas en señales eléctricas apropiadas para su transmisión, estas son enviadas por los medios físicos hasta el host destino (maestro), en donde se procede el proceso inverso, transformándose las señales en las secuencias numéricas originales, pudiendo ser procesados entonces por los diferentes protocolos de capa, recuperándose el mensaje original. En la figura 3.25., se puede apreciar cómo se realiza la Tx y Rx de datos en las redes As-i con código Manchester



*Figura 3.25. Transmisión y recepción de datos en redes AS-I con código Manchester.*

### 3.17.9. RED AS-I: Capa Aplicación [4].

La capa de aplicación está constituida por un conjunto de tablas de información compartidas (a través de, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio doble - “Dual Port RAM”) entre el sistema de control y el procesador de comunicaciones principal.

De acuerdo con la norma AS-i, se establecen 4 tipos diferentes de tablas:

- Tablas de datos de usuario (“User Data”).
- Tablas de datos de configuración (“Configuración Data”).
- Tablas de datos de conf. permanente (“Permanent Config. Data”).
- Tabla de indicadores de estado AS-i (“AS-i flags”).

Es importante mencionar que el usuario normalmente no interactúa directamente con el nivel de aplicación. Suele interactuar con software que a su vez interactúa con el nivel de aplicación pero ocultando la complejidad de interior.

## **CAPÍTULO 4: SISTEMAS S.C.A.D.A.**

### **4.1. Sistemas SCADA.**

Se conoce como sistema S.C.A.D.A. (Supervisión Control y Adquisición de Datos) a toda aplicación software implementada sobre un ordenador que permita el acceso a datos, integración y el control de sistemas industriales distribuidos, utilizando los medios de comunicación necesarios para llevar a cabo estas técnicas de monitoreo y control.

#### **4.1.1. *Objetivos de Instalación*<sup>7</sup>:**

Los objetivos para que su instalación sea perfectamente aprovechada son los siguientes:

- Funcionalidad completa de manejo y visualización en sistema operativo Windows sobre cualquier PC estándar.
- Arquitectura abierta que permita combinaciones con aplicaciones estándar y de usuario, que permitan a los integradores crear soluciones de mando y supervisión optimizadas (Active X para ampliación de prestaciones, OPC para comunicaciones con terceros, OLE-DB para comunicación con bases de datos, lenguaje estándar integrado como VB o C, acceso a funciones y datos mediante API).
- Sencillez de instalación, sin exigencias de hardware elevadas, fáciles de utilizar, y con interfaces amigables con el usuario.

---

<sup>7</sup>*Sist. SACADA 2ª edición. Autor: Rodríguez Penín Editoriales: MARCOMBO, EDICIONES TÉCNICA 2007 /Gran Vía de les Corts Catalanes 594 08007 Barcelona (España).*

- Permitir la integración con las herramientas ofimáticas y de producción.
- Fácilmente configurable y escalable, debe ser capaz de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.
- Ser independiente del sector y la tecnología.
- Funciones de mando y supervisión integradas.
- Comunicaciones flexibles para poder comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión).

La topología de un sistema SCADA (su distribución física) variará adecuándose a las características de cada aplicación. Unos sistemas funcionarán bien en configuraciones de bus, otros en configuraciones de anillo. Unos necesitarán equipos redundantes debido a las características del proceso, etc.

#### ***4.1.2. Objetivos Técnicos:***

La principal función de los sistemas SCADA es facilitar y optimizar el control y supervisión de los sistemas industriales distribuidos, sus principales objetivos técnicos son los siguientes:

- **Economía:** ahorra recursos de supervisiones locales, ya que el monitoreo se lo realizaría desde una sala de control que puede estar fuera de la planta, se reduce el personal que realiza controles en las áreas de producción de la fábrica.

Cabe indicar que se reduce la adquisición de elementos de visualización debido a que es una aplicación software que presenta los

datos recopilados con cuadros estadísticos, curvas e indicadores entre otros beneficios.

- **Mantenimiento:** Optimiza los mantenimientos correctivos debido que se puede detectar rápidamente las posibles fallas en el campo y registrar estos datos y a la vez, se puede programar un cronograma de mantenimientos, el cual se presenta al usuario de una manera agradable y con los tiempos precisos recomendados por los fabricantes.
- **Ergonomía:** Quiere decir que el sistema debe de ser de fácil manejo y control para el operador. Pero se debe tener en cuenta que la información presentada al usuario debe de ser la estrictamente necesaria, para no saturar al mismo con toda la rebusca que manejan estos grandes sistemas.
- **Elasticidad:** Se refiere a la capacidad de crecimiento en cuanto a la arquitectura de la instalación, ya que un buen sistema de esta naturaleza debe ser de arquitectura abierta para facilitar la integración con otros fabricantes y a la modificación de las aplicaciones ya que esto no implica cambiar el sistema sino que se debe configurar para su crecimiento o mejoras que se crea conveniente hacer en ellos. La IEEE define como sistema abierto todo aquel que proporciona los medios para poder funcionar correctamente con otros sistemas que operen bajo las mismas especificaciones que éste, siendo estas especificaciones de dominio público.

### **4.1.3 Análisis de las prestaciones de los sistemas S.C.A.D.A.**

Las prestaciones que brindan los sistemas S.C.A.D.A. se refieren a los atributos que tienen cada uno de los elementos que conforman este sistema, los ítems que analizaremos son los siguientes:

- Supervisión y Monitoreo.
- Adquisición y Procesamiento de Datos.
- Alarmas y Eventos.
- Mando.

#### ***4.1.4 Supervisión y Monitoreo.***

Son las tareas más relacionadas con el software S.C.A.D.A. Supervisión se refiere al control que se tiene de estos sistemas y el monitoreo a la vigilancia que se da a través la interfaces Hombre-Máquina (I.H.M. O H.M.I. por sus sigla en inglés) y de los datos distribuidos por toda la planta, ya que la velocidad de respuesta ante una falla sea del sistema, o fallas que perjudican la integridad física de los operadores, debe ser oportuna y en tiempo real. Es importante indicar que en casos en que las líneas de producción industrial sean de ambientes peligrosos, (Planta Nucleares, refinerías, almacenamientos de cereales, etc.) la supervisión y monitoreo debe realizarse de manera remota y en muchos casos fuera de la planta ya que en la instalación de estos sistemas debe primar la seguridad del personal que labora en estas áreas.

#### ***4.1.5 Adquisición y Procesamiento de Datos.***

Los sistemas S.C.A.D.A. se basan en la adquisición de datos de procesos industriales remotos, los mismos que se realizar con redes industriales o redes LAN con un protocolo de comunicación específico dependiendo del fabricante pero la arquitectura y diseño de las interfaces de comunicación son reguladas con estándares internacionales, diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, estableciendo comunicación con los dispositivos de campo (MCN, RTU, sensores, etc.).

Los datos adquiridos por los elementos de campo (sensores, actuadores, PLC, etc.) los cuales toman las señales y las envía a las estaciones remotas usando un protocolo de comunicación determinado, de igual manera un computados pude realizar la adquisición vía un hardware especializado, quiere decir que los sensores y actuadores se pueden conectar directamente al panel de control siempre que hablen el mismo lenguaje, esa información también puede ser transmita hacia un equipo de radio vía su puerto serial, y así existen muchas otras alternativas, estos dispositivos son el torrente de información que alimenta el sistema, la información es procesada, analizada, y comparada con datos históricos del proceso, y con datos de otros puntos de referencia, proporcionando al usuario una información confiable.

#### ***4.1.6. Alarmas y Eventos.***

Estos sistemas deben permitir crear paneles de alarma con registro de incidencias, que exigen la presencia del operador para identificar una parada o situación de riesgo que puede ser perjudicial para el personal o material, debido a que ninguna máquina puede reemplazar el criterio y la percepción humana. Estas alarmas pueden ser visibles o sonoras.

El operador puede visualizar en el panel de control cada una de las estaciones remotas que conforman el sistema, los estados de ésta, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo de difícil acceso o que se encuentre lejos, la comunicación se realiza mediante buses especiales (PROFIBUS-MODBUS-CAN) o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos con la mayor eficiencia

Cabe indicar una frase muy interesante que fue citada por el ING. Santiago Orellana conferencista de Nacional Instruments en una exposición llevada a cabo el 10/Ago./11 en Nivel III de la Armada Nacional la cual dice “**Los sistemas automatizados no reemplazan gente, maximizan la eficiencia en capacidad de producción**” haciendo referencia a la reacción ante determinados siniestros y a la preparación que el personal que trabaja en el área de automatización debe tener una sala de control o mando.

- **Mando:** Quiere decir en donde el usuario realiza las actividades propias de proceso (**puesta en marcha, paro, secuencias, alarmas, etc.**) con la capacidad de que los operadores puedan cambiar consignas u otros datos claves del proceso directamente desde el sus unidades de control e incluso desde niveles más altos de empresa de acuerdo a la arquitectura de la pirámide de la automatización **C.I.M. (Computer Integrate Manufacturing)**.

## **4.2. Ventajas y desventajas.**

### **4.2.1. Ventajas de los sistemas S.C.A.D.A.**

Los sistemas S.C.A.D.A. son ideales para la automatización y control de procesos industriales distribuidos, brinda muchas ventajas y beneficios de orden económico, social, y tecnológico, entre los más destacados consideramos los siguientes:

- Adquisición y registro de datos recibidos por los elementos de campo.
- Capacidad de modificar el proceso original incluso estando en funcionamiento.
- Arquitectura abierta.

- Se asegura una mejora en la calidad del trabajo del operador y en el desarrollo del proceso, esta dependerá de la eficiencia del sistema implementado.
- Se obtiene una reducción de costos, puesto que se racionaliza el trabajo, se reduce el tiempo y dinero dedicado al mantenimiento.
- Comunicación con todos los niveles de proceso establecidos en la pirámide *C.I.M. (Computer Integrate Manufacturing)*.
- Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información.
- Flexibilidad para adaptarse a nuevos productos y disminución de la contaminación y daño ambiental.
- Racionalización y uso eficiente de la energía y la materia prima.
- Aumento en la seguridad de las instalaciones y la protección a los trabajadores.
- Contacto visual con las variables del proceso por medio de los paneles H.M.I.
- Mayor control de fallas gracias a las alarmas (visuales, sonoras) activadas en tiempo real.

#### ***4.2.2. Desventajas de los Sistemas S.C.A.D.A.***

- Requieren de un gran capital para su instalación.
- Protocolos de comunicación no están totalmente estandarizados por todos los fabricantes.
- Incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación.

### 4.3. Criterios de diseño.

Actualmente la tecnología de automatización a invadidos varios campos de aplicación cambiando y mejorando a pasos acelerados, este es el motivo principal por el cual debemos tomar en cuenta criterios de diseño específicos para la instalación de sistemas S.C.A.D.A. ya que nos es rentable ni ideal, estar cambiando la arquitectura de automatización de un proceso cada vez que aparecen nuevas tecnologías. Como experiencia laboral personal, puedo citar el control y supervisión de las Maquinas Diesel MTU con casi 30 años en servicio, de los submarinos ecuatorianos, estos sistemas en particular fueron concebidos con los más altos estándares industriales de protección y calidad, con la finalidad de alargar su vida útil utilizando los medios justos y necesarios para su elaboración.

En muchas ocasiones nos damos cuenta de la importancia de estos criterios, en el momento que aparecen las fallas y cuando la vida útil de estos sistemas es muy corta.

Según el Ing. Alquino Rodríguez Penin en su libro *Sistemas SACADA* anota: *“Un sistema de control cualquiera es útil, evidentemente, mientras funcione correctamente. En caso contrario puede crear problemas de forma directa (mal funcionamiento de un sistema de potabilización de agua), o indirecta (el fallo del control sobre una estación transformadora puede hacer que el sistema de control central provoque un efecto dominó al sobrecargar las estaciones adyacentes, que no están preparadas para ello). [4]*

*La reacción de un sistema ante situaciones inesperadas determinará su grado de fiabilidad, es decir, el tiempo de operación del mismo, y puede mejorarse mediante el uso de técnicas de diseño adecuadas.”*

A continuación tenemos los parámetros que influyen en la vida útil de los sistemas de automatización:

- Disponibilidad.
- Robustez. y Mantenimiento.
- Escalabilidad.

#### ***4.3.1. Disponibilidad.***

La Disponibilidad de un sistema informático se puede definir como la medida en la que sus parámetros de operación se mantienen dentro de las especificaciones de diseño. *Se basará en dos pilares fundamentales: hardware y software.*

La instalación del hardware de los sistemas actuales utilizan *arquitecturas redundantes estos son aquellos en los cuales ante el fallo o paro por mantenimiento de un integrante, el sistema sigue en operación ya que otro integrante ocupa su lugar sin comprometer el desempeño del proceso [4]*, a continuación tenemos algunos ejemplos de sistemas redundantes:

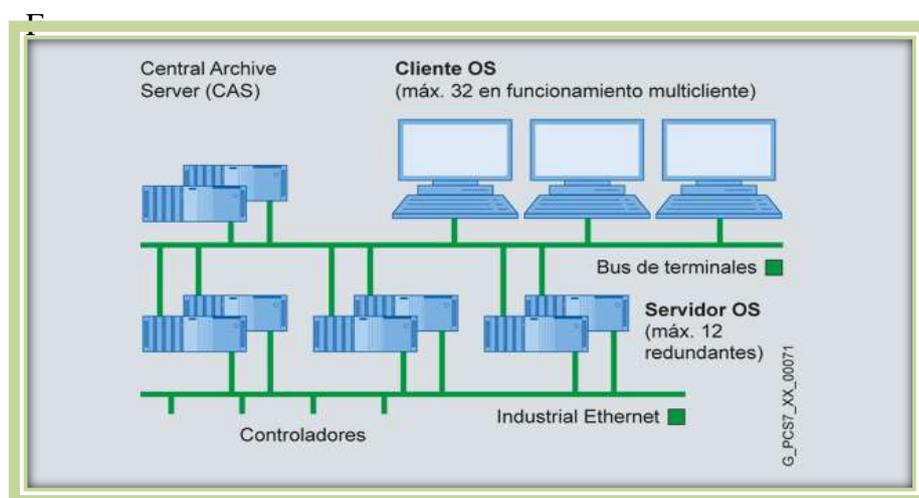
Los sistemas redundantes de alta Disponibilidad, mejor conocidos como sistemas “Hot Stand-by”, se basan en controladores lógicos programables (P.L.C.) y se utilizan en aplicaciones industriales críticas (de uso continuo), en términos de su sistema de control y comando. En el centro del sistema, se ubica en general una solución basada en dos racks de PLC’s, como se muestra en la figura 4.1., denominados comúnmente como PLC “Primario” y PLC “Stand-by”, dentro de estas configuraciones se permite realizar actividades de mantenimiento y pruebas sin para el proceso. Estas configuraciones de hardware deben ser idénticas en todo tipo de módulos empleados y en distribución dentro del rack. [4]

En el caso de switch para comunicaciones Ethernet cuando se dispone de hardware redundado en un entorno de servidores de desarrollo y explotación, se plantea cómo aprovechar dicha redundancia de forma que las máquinas virtuales se beneficien de la alta disponibilidad.

Esta organización ahorra espacio físico que permite consolidar servicios existentes con los nuevos en el mismo centro de proceso de datos. En el interior de cada blade, la electrónica se encuentra redundada, de forma que cada conjunto de elementos ofrece un conector único hacia cada una de las partes redundantes del chasis: los medios planos.

El chasis divide su electrónica en medios planos horizontales, de forma que el medio plano superior funciona independientemente del inferior. A cada medio plano conectaremos una fuente de alimentación, un conmutador fibre channel y dos conmutadores Ethernet. Ambos planos funcionan en activo-activo, ofreciendo dispositivos duplicados al sistema operativo de cada blade. [4].

#### 4.3.2. Sistema Redundante



**Figura 4.1. “Hot Stand-by” cortesía de SIEMENS industry Mall.**

Por otra parte tenemos las aplicaciones software y una muy interesante es la **virtualización** la, misma que consiste en instalar múltiples sistemas operativos sobre máquinas virtuales, ‘‘huésped’’ o ‘‘guest’’, que se ejecutan sobre una máquina física denominada ‘‘anfitriona’’ o ‘host’

*4.3.2.1. Entre las principales ventajas de la virtualización según IRIS XMV [4] tenemos:*

- **Consolidación de servidores.** La virtualización permite aprovechar al máximo los recursos hardware de la máquina ‘‘anfitriona’’ y compartirlas entre sus máquinas virtuales ‘‘huésped’’. Optimización y simplificación de la infraestructura. Distribución dinámica de sistemas. Facilidad de traslado, copias de seguridad y escalabilidad de los servidores. Reducción de tiempos de parada.
- **Abaratamiento de costes.** La reducción de varios servidores en un único servidor físico, redonda en un ahorro energético, aprovechamiento de espacio de nuestro CPD y reducción de costes de administración.
- **Entornos dedicados específicos** (crea máquinas virtuales por servicios). Clonación rápida de entornos. Entornos de pruebas. Mantenimiento de sistemas operativos obsoletos.

#### **4.3.3. Robustez y Mantenimiento.**

Al hablar de Robustez dentro de los sistemas de Supervisión y Control, nos referimos, a la resistencia física, del hardware, debido a que los sistemas Industriales de control distribuidos, son concebidos en ambientes hostiles para

equipos eléctricos y electrónicos. Estos sistemas están en contacto constante con perturbaciones como:

- Interferencias electromagnéticas.
- Polvo.
- Vibraciones.
- Condensaciones (agua).
- Golpes.
- Altas o bajas temperaturas.
- Fallas humanas, entre otras.

La fabricación e instalación de estos equipos y sistemas debe cumplir con normas y estándares industriales, con el fin de garantizar bajos costos de mantenimiento y reducir al mínimo el tiempo de esta actividad cuando el sistema cuente con dispositivos de diagnóstico para realizar mantenimientos preventivos y correctivos, duración y sobre todo ofrecer productos de calidad para los consumidores finales, que en este caso es la industria.

Una norma muy conocida para la fabricación de envoltentes para equipos electrónicos y eléctricos es el Índice de Protección (I.P.), la cual ofrece protección contra el acceso a partes peligrosas, la penetración de cuerpos sólidos extraños, la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protección. Se identifica mediante las siglas IP seguidas de dos cifras como se muestra en la tabla 6, que pueden ser sustituidas por la letra "X" cuando no se precisa disponer de información especial de alguna de ellas.

#### ***4.3.4. Escalabilidad.***

Los sistemas S.C.A.D.A. deben tener la posibilidad de ampliarse y actualizarse, con nuevo equipamiento o prestaciones, conforme las necesidades de la industria.

IP	PRIMERACIFRA		IP	SEGUNDA CIFRA
	Protección contra contactos eléctricos directos	Protección contra penetración de cuerpos sólidos extraños		Protección contra penetración de agua
0	Ninguna protección	Ninguna protección	0	Ninguna protección
1	Penetración mano	Cuerpos $a > 50$ mm	1	Goteo vertical
2	Penetración dedo $a > 12$ mm y 80 mm de longitud	Cuerpos $a > 12,5$ mm	2	Goteo desviado 15° de la vertical
3	Penetración herramienta	Cuerpos $a > 2,5$ mm	3	Lluvia. Goteo desviado 60° de la vertical
4	Penetración alambre	Cuerpos $a > 1$ mm	4	Proyecciones de agua en todas direcciones
5	Igual que 4	Puede penetrar polvo en cantidad no perjudicial	5	Chorros de agua en todas direcciones
6	Igual que 4	No hay penetración de polvo	6	Fuertes chorros de agua en todas direcciones
				Inmersión temporal
				Inmersión prolongada (Material sumergible)

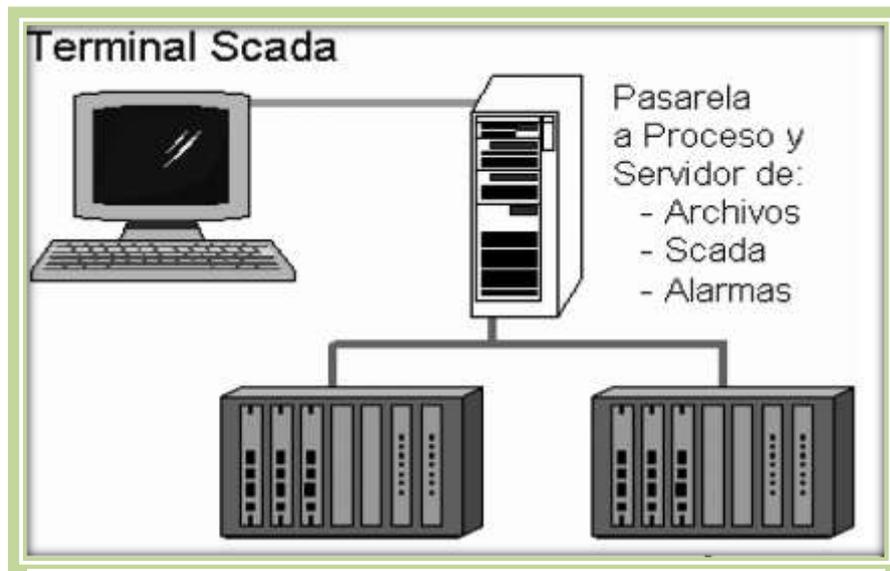
**Tabla 4.1. UNE 20-324-93 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). Esta norma UNE es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 60529.**

Según el Ing. Alquino Rodríguez Penin en su libro *Sistemas SACADA* anota las siguientes consideraciones:

- Espacio disponible.
- Sistemas de visualización industrial
- Capacidad del equipo informático (memoria, procesadores, alimentaciones).
- Capacidad del sistema de comunicaciones (limitaciones físicas, protocolos, tiempo de respuesta).

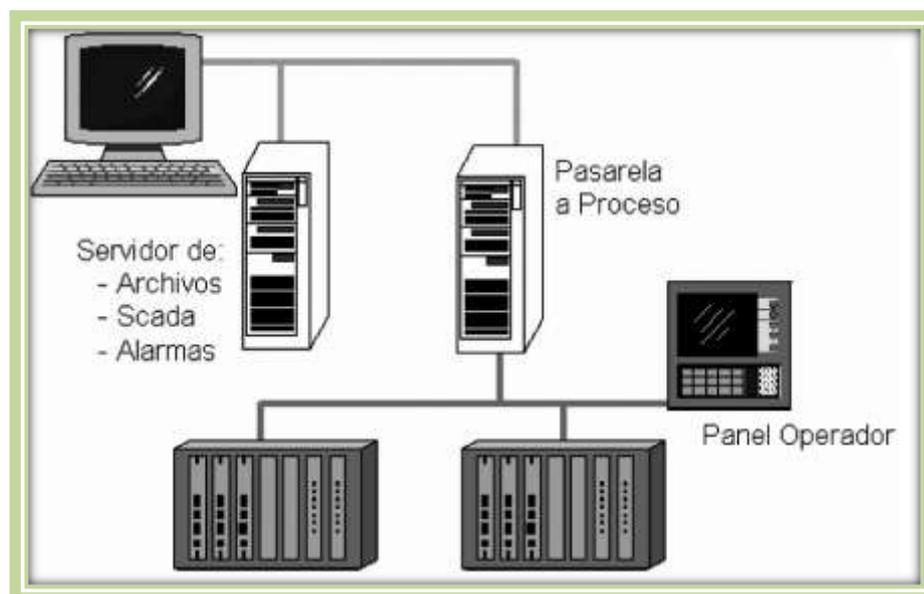
Para tener un panorama más claro de lo que se refiere a sistemas S.C.A.D.A. escalables, citamos las figuras 4.2., 4.3., 4.4., y 4.5.

**Escalable 1:** Sistema sencillo con un solo servidor.



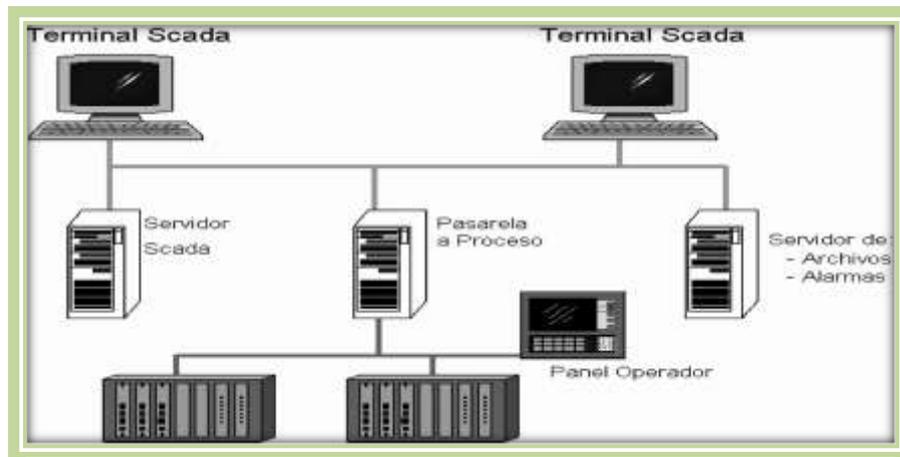
*Figura 4.2. Escalable paso 1<sup>o</sup>*

**Escalable 2:** Varios servidores compartiendo tareas, el sistema será más tolerante a fallos.



*Figura 4.3. Escalable paso 2<sup>o</sup>*

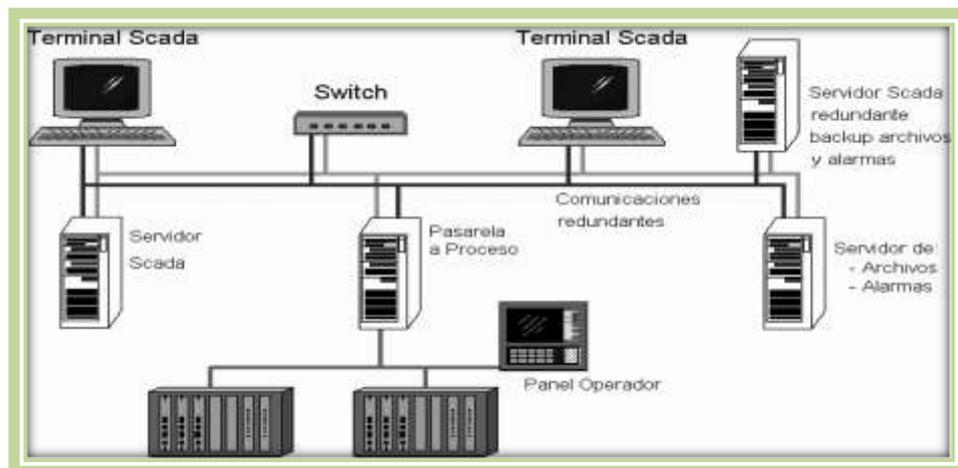
**Escalable 3:** Sistemas S.C.A.D.A. con servidores dedicados a tareas específicas a nivel de célula, para la supervisión y control en multitud de componentes, y con capacidad de comunicarse entre ellas y compartir recursos.



*Figura 4.4. Escalable paso 3<sup>o</sup>*

**Escalable 4:** Sistema S.C.A.D.A. con servidores redundantes que proporcionan un sistema seguro y resistente a fallos. El sistema de comunicaciones está duplicado. El Switch se ocupa de la gestión de la red corporativa.

Para el ingeniero encargado del control, se trata de una herramienta muy potente, pues permite aislar las tareas de control y gestionarlas de forma mucho



*Figura 4.5. Escalable paso 4<sup>o</sup>*

#### **4.4. Arquitectura de los sistemas S.C.A.D.A.**

Podemos definir la arquitectura de los sistemas S.C.A.D.A. con el modelo de la pirámide **C.I.M. (Computer Integrate Manufacturing)**.

##### **4.4.1. Software de Control y Adquisición de Datos.**

Un sistema S.C.A.D.A. es una aplicación de software cuya función es controlar sobre ordenadores, el control de producción que proporciona la comunicación entre los dispositivos de campo, que se encuentran en los niveles 1, 2 y 3 de la pirámide C.I.M. llamados también R.T.U (Remote Terminal Units o Unidades Remotas) estos son los encargados de recopilar los datos de los sensores y actuadores, transmitir los estados y datos de los mismos de la forma más óptima a través de las redes industriales, enlazándolos con PLC's, controladores autónomos y un centro de control o Unidad Central (MTU, Master Terminal Unit), donde se controla y supervisa el proceso de forma automática desde el monitor de uno de los PC, como se muestra en la figura 4.6.

Cabe indicar que ciertas circunstancias debido a que existen sensores con la facultad de transmitir sus estados o datos de forma digital y utilizando el mismo protocolo de comunicación que el ordenador que realiza el control se pueden conectar directamente con ellos, sin pasar por los R.T.U.s.

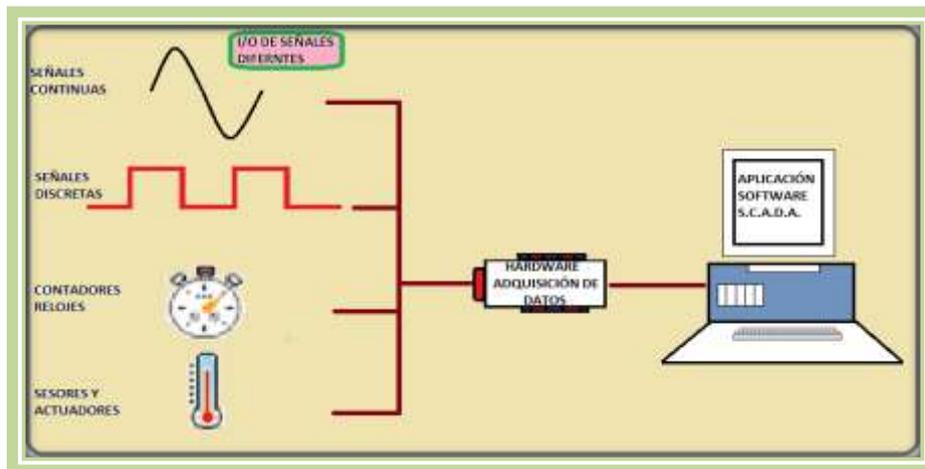
A continuación presentamos una nómina de empresas que proporcionan software para el control y supervisión de procesos industriales:

- Aimax, de Desin Instruments S.A.
- CUBE, Orsi España S.A.
- FIX, de Intellution.
- Lookout, National Instruments.

- Monitor Pro, de Schneider Electric.
- SCADA IN Touch, de LOGITEK.
- SYSMAC SCS, de Omron.
- Scatt Graph 5000, de ABB.
- WinCC, de Siemens.

#### 4.4.2. Sistema de Adquisición de Datos

El propósito de adquisición de datos es medir un fenómeno eléctrico y físico como voltaje, corriente, temperatura, presión o sonido. La adquisición de datos basada en PC utiliza una combinación de hardware modular, software de aplicación y una PC para realizar medidas. Mientras cada sistema de adquisición de datos se define por sus requerimientos de aplicación, cada sistema comparte una meta en común de adquirir, analizar y presentar información. Los sistemas de adquisición de datos incorporan señales, sensores, actuadores, acondicionamiento de señales, dispositivos de adquisición de datos y software de aplicación.<sup>8</sup>



*Figura 4.6. Adquisición de Datos.*

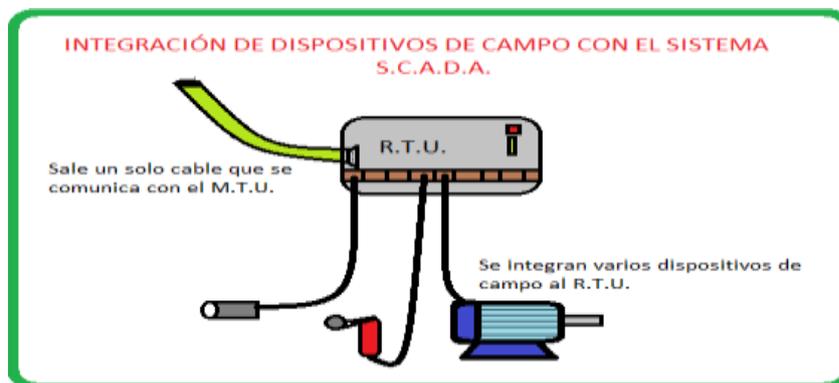
<sup>8</sup><http://www.ni.com/dataacquisition/esa/whatis.htm>

#### 4.4.3. Sistema de Comunicación Industriales.

Se debe identificar claramente los tipos de comunicación que se debe utilizar en cada nivel de la automatización de la planta, ya que por ejemplo, los elementos de campo utilizan ciertos protocolos de interconexión para comunicarse con los R.T.U. y los servidores del sistema se comunican con protocolos distintos a estos últimos para intercambiar datos y servicios con las computadoras que realizan el control y supervisión.

##### 4.4.3.1. Comunicaciones Sensores, Actuadores y R.T.U.

La integración de los dispositivos de campo con el sistema de automatización se lo realiza enlazándolos con los R.T.U. los cuales están lo más cerca del proceso con el fin de minimizar el uso excesivo de cables entre otros beneficios, poseen cierto número de entradas y salidas, como se muestra en la figura 4.7., por lo general la conexión de estos elementos se realiza con alambre de cobre para la conexión de sensores actuadores de dos estados, sensores que transmiten señales digitales (todo o nada, palabra digital), sin embargo como se mencionó anteriormente existen sensores y actuadores que tienen integrada la etapa de acondicionamiento de la señal, lo que en muchos casos permite obviar la conexión con la Unidad de Transmisión Remota.



**Figura 4.7. Integración de dispositivos de campo con el sistema S.C.A.D.A.**

#### 4.4.3.2. Comunicaciones R.T.U con M.T.U.

La comunicación de estos dos dispositivos se establece en el nivel 2 de la pirámide C.I.M., la topología bus es la más utilizada, y la conexión física se realiza con puertos RS 485, RJ-45, actualmente se está utilizando fibra óptica y enlaces de radiofrecuencia. La función de M.T.U. puede ser asumida por un P.L.C. de altas prestaciones o un dispositivo que realice la automatización en algún sector de la planta cuando los R.T.U.s. son del mismo fabricante, si ese no es el caso la información proporcionada por los R.T.U.s. se centraliza en un módulo maestro, aunque hay que dejar en claro que estos sistemas deben de ser de arquitectura abierta para optimizar la comunicación entre equipos de marcas diferentes, este a su vez se conecta con el autómatas programable para realizar el control del proceso.

La comunicación del M.T.U. y los RTU's consiste en un Período de Escaneo, se debe considerar el tiempo de escaneo que demora el MTU en realizar una comunicación con cada uno y todos los RTU's, a mayor número de RTU's mayor es el tiempo de escaneo, como lo podemos apreciar en la figura 4.8. El paquete de datos o palabra digital (# de bits) a ser transmitido también influyen en el tiempo de escaneo, dependiendo de la cantidad de elementos de campo conectados a cada R.T.U., del medio de comunicación y tipo de modulación.



*Figura 4. 8 Conexión del M.T.U. con los RTU's.*

#### 4.4.3.3. Comunicaciones S.C.A.D.A.- M.T.U.

Esta comunicación se realiza entre el nivel 2 y 3 de la pirámide C.I.M. entre los M.T.U., P.L.C. de altas prestaciones, micro controladores, etc. y el software S.C.A.D.A. instalado sobre un ordenador.

La comunicación de dispositivos en estos niveles se realiza principalmente bajo el protocolo TCP/IP, con conexiones Ethernet, fibra óptica y también con RS-485, entre otras, como se puede apreciar en la figura 4.9.



*Figura 4.9. Conexión del M.T.U. el software S.C.A.D.A.*

### 4.5. Panel Operador y Interface Hombre Máquina (H.M.I.)

En el presente ítem nos permitimos generar dos conceptos dentro de los sistemas S.C.A.D.A. los cuales son:

- Panel operador
- Interface hombre máquina (H.M.I)

#### **4.5.1. Panel Operador.**

El Panel Operador es la consola principal de supervisión y control de todo el proceso Industrial distribuido, en esta consola se encontraran más de un monitor, ya que es en sí la aplicación software llamada S.C.A.D.A. donde residen paneles de alarmas, monitores de vigilancia (cámaras), distribución a nivel de célula del control, etc.

#### **4.5.2. Interface Hombre Máquina (H.M.I)**

También llamado por otros autores como “Sinópticos de Control” y los sistemas de presentación gráfica. Tiene como función presentar de manera gráfica las variables del control sectorizado de la industria, desde estos paneles se pone en servicio ciertos equipos y sistemas que requieren una supervisión más cerca del proceso; por ejemplo: El control automático de las máquinas dieses de un buque, el sistema de bombeo de una industria petrolera, etc.

Existen H.M.I. que pueden recibir directamente la señal entregada por un sensor, e incluso fabricantes de Autómatas Programables, integran al H.M.I. como una función adicional dentro del control que los P.L.C. realizan, como se muestra en la Figura 4.10.



**Figura 4.10. Integración de P.L.C. y H.M.I.**

## 4.6. Base de datos industriales.

Las bases de datos relacionales normales no son adecuadas para los sistemas actuales de producción. Una instalación con 5.000 variables, si se requiere almacenarlas cada segundo, arroja la cantidad de 12.960.000.000 registros al cabo de un mes de trabajo.

*Las limitaciones principales son:*

- La cantidad de datos a almacenar en un periodo dado de tiempo. El ejemplo anterior arroja 5.000 inserciones por segundo en la base de datos, cadencia muy elevada para una base de datos relacional.
- El espacio necesario es considerable debido a la cantidad de información a almacenar.

### 4.6.1. SQL

La aparición del estándar por excelencia para la comunicación con bases de datos, **SQL (Structured Query Language)**, permite una interface común para el acceso a los datos por parte de cualquier programa que se ciña al estándar SQL.

Desarrollos como Industrial SQL, de Wonderware, solucionan el problema de la actualización de datos aumentando la capacidad de grabación de datos y disminuyendo el espacio necesario en disco.

Por ejemplo, un servidor dedicado con SQL Server 2000 es capaz de procesar más de 10.000 medidas por segundo.

Las nuevas técnicas desarrolladas permiten aumentar el rendimiento de las bases de datos y, por tanto, el acceso a la información:

- Las arquitecturas Cliente-Servidor permiten a los desarrolladores de producto transferir las aplicaciones desde los Clientes y el Servidor hacia una Capa de Aplicación intermedia.
- Los objetos distribuidos basados en tecnologías tales como DNA, de Microsoft Windows, y que emplean modelos como DCOM y CORBA, se utilizan para implementar la Capa de Aplicación, donde se usarán las herramientas de análisis, seguimiento y gestión.

#### **4.6.2. CORBA (Common Object Request Broker Architecture)**

Es un estándar para computación con objetos distribuidos. Se trata de una tecnología de modelado abstracto de objetos que describen los componentes de un sistema y sus interfaces, así como estructuras estándar orientadas a lenguajes de programación concretos.

- **OLE DB**

Es un conjunto de interfaces basadas en la tecnología COM que permite hacer accesibles los datos a herramientas SQL. Permiten la interacción con Sistemas de Gestión de Bases de Datos (DBMS) y también compartir los datos a las bases de datos.

- **Los Objetos de Datos ActiveX (ADO, ActiveX Data Objects)**

Proporcionan una serie de interfaces que dan acceso a los datos. Mediante estas tecnologías las bases de datos distribuidas pueden ser accesibles como si formaran una única base de datos local (por ejemplo, desde un Panel de Operador se podrá acceder a datos de cualquier lugar de la planta de fabricación).

- los Servicios de Datos Remotos (RDS, Remote Data Services) y las Páginas de Servidores Activos (ASP, Active Server Pages), permitirán el acceso

fiable a Internet. RDS proporciona la infraestructura para el intercambio de datos por Internet y ASP permite a un servidor Web interactuar con los datos para satisfacer las exigencias de un Cliente de forma dinámica.

#### **4.6.3. Comunicaciones.**

El sistema de comunicaciones soporta el intercambio de información entre los elementos de planta, la arquitectura de hardware implementada y los elementos de gestión.

Permite implementar el sistema de controladores que realizará el intercambio de información entre los elementos de campo (autómatas reguladores) y los ordenadores que realizarán la recopilación de datos de información.

La conexión se realizará de dos maneras:

- Mediante controladores específicos.
- Mediante controladores genéricos.

##### **4.6.3.1. Controladores específicos.**

Son controladores que sólo permiten la comunicación entre un elemento determinado de campo y un sistema de captación de datos (ordenador). Para cada enlace se hace servir un controlador determinado, en otras palabras se establece comunicación con equipos del mismo fabricante.

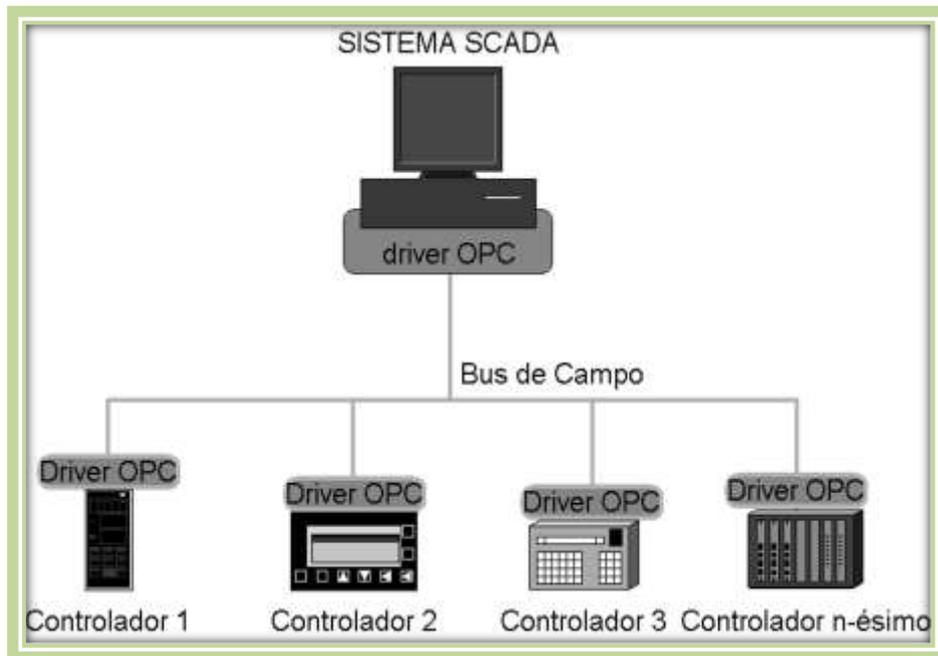


**Figura 4.11. Integración de Controladores específicos.**

En la figura 4.11., Se observa que cada enlace desde el sistema SCADA a cada elemento de Campo es exclusivo. Si se utilizara un SCADA de otro fabricante habría que duplicar los enlaces con controladores específicos. También habría que añadir otro controlador específico si se quisieran comunicar los dos SCADA.

#### 4.6.3.2. Controladores Genéricos.

Son controladores de tipo abierto. Están hechos en base a unas especificaciones concretas y de dominio público, cuya idea básica es definir una interface estándar entre elementos de campo y aplicaciones, independiente del fabricante, simplificando así las tareas de integración. El ejemplo más claro de controlador genérico es la tecnología OPC, desarrollada al final del capítulo. En la figura 4.12., se simplifica enormemente si cada elemento del sistema tiene una cara común. Ahora, añadir un elemento más al sistema SCADA no será mayor problema si éste utiliza la misma interface (OPC en este caso).



*Figura 4. 12. Integración de Controladores con O.P.C.*

#### **4.7. O.P.C.**

En un sistema de automatización hay múltiples elementos de control y monitorización, cada uno con su protocolo de comunicaciones específico (Modbus, AS-i, Ethernet, RS232, etc.) y con un sistema operativo propio tal como DOS, UNIX, Linux o Windows, con sus propias características.

Cada conexión significa un programa exclusivo dedicado al diálogo entre el elemento de control (p.ej. un PLC) y el elemento de monitorización (por Ej., un paquete de visualización). Cada fabricante proporciona este programa controlador de comunicaciones o driver que comunica su producto con un equipo determinado. El acceso a los datos se hace de forma oscura, sin acceso por parte del usuario. La interface se ocupa de convertir los datos del equipo en datos útiles para nuestro sistema de control o captación.

El problema implícito en este método es que, para cualquier ampliación o modificación del sistema, debemos dirigirnos al fabricante del equipo para que realice las modificaciones necesarias en el driver o desarrolle uno nuevo.

El deseo de todo integrador de sistemas es conseguir un método para mejorar la interconectividad entre elementos de campo y aplicaciones, minimizando la enorme variedad de protocolos de acceso (controladores o drivers de comunicación).

OPC nació con la idea de suprimir este problema creando un estándar orientado al modo de intercambio de datos, independientemente de la tecnología utilizada para hacerlo. Cualquiera que sea la fuente de los datos (un PLC, un regulador de temperatura, un piano...) el formato de presentación y acceso a los datos será fijo. De esta manera permitirá intercambiar datos con cualquier equipo que cumpla el estándar OPC y permitirá una reducción de costes considerable, pues cada driver se deberá escribir una sola vez.

#### ***4.7.1. Definición de OPC.***

OPC son las siglas de Ole for Process Control (OLE para control de procesos) y es una tecnología diseñada para comunicar aplicaciones. Es un estándar para la interconexión de sistemas basados en el SO Windows y hardware de control de procesos.

La ISA (International Standards Association) hace el primer anuncio de OPC en 1995.

OPC permite definir una interface estandarizada que, mediante el desarrollo de aplicaciones del tipo Cliente-Servidor, hace posible la comunicación entre elementos que cumplan el estándar.

Permite arquitecturas de varios clientes y servidores, accediendo a los datos de forma local o remota y gestionando la información en tiempo real. OPC también fue diseñado por un grupo dedicado a detectar y plasmar las necesidades del entorno industrial en general.

Además, los servidores OPC tienen una fácil integración en aplicaciones Visual Basic, Excel, Access, etc. No necesitan herramientas especiales para su desarrollo (pueden escribirse con cualquier software estándar). Sin embargo, OPC determina una interface estándar, de manera que los datos se reciben y envían de una determinada manera, independientemente del elemento que realice el intercambio. La carga de comunicaciones se reduce, pues cada elemento solo debe enviar o recibir un mensaje cada vez al tener la interface estándar.

#### *4.7.1.1. Tecnología.*

OPC se ha definido a partir de la tecnología de incrustación de datos de Microsoft: OLE / COM:

- ***OLE (Object Link Embedded)*** permite el acceso a los datos de equipos interconectados mediante LAN o WAN.
- ***COM (Component Object Model)*** permite definir cualquier elemento de campo mediante sus propiedades bajo el aspecto de una interface.
- ***OPC Server*** permite el acceso local (COM) y remoto (DCOM, Distributed COM).
- ***Cliente y Servidor OPC:*** Los componentes OPC se pueden clasificar en dos categorías: OPC cliente: Es una aplicación que sólo utiliza datos, tal como un paquete SCADA.

Un cliente se relaciona con un servidor de una manera bien definida. De este modo, cualquier cliente OPC se puede comunicar con cualquier servidor OPC sin importar el tipo de elemento que recoge esos datos.

- **OPC server (Servidor OPC):** Es una aplicación que permite el acceso a elementos de un sistema automatizado (datos de campo) desde otras aplicaciones (clientes OPC).
- **OPC DA (Data Access):** Proporciona acceso en tiempo real a los datos de manera consistente. Los servidores OPC DA para cualquier elemento de campo proporcionarán los datos en un formato único, de manera que el software y hardware de control podrá intercambiar datos libremente.
- **OPC HDA (Historical Data Access):** Dedicado al acceso a datos de proceso exclusivamente. Los datos históricos de un proceso permiten el análisis a posteriori de datos de proceso mediante gráficos de tendencias, análisis estadístico, mantenimiento predictivo, etc.
- **OPC A&E (Alarms and Events):** Permite el acceso a alarmas de proceso y eventos por parte de los usuarios.
- **OPC DX (Data Exchange):** Determina el método de intercambio de datos entre servidores OPC.
- **OPC XML (Extensive Markup Language):** Permite el intercambio de datos de proceso entre sistemas operativos.

Cada producto cumplirá con un determinado conjunto de especificaciones OPC, por lo cual, parte del diseño de un sistema consistirá en determinar la aplicación más adecuada a nuestra solución de automatización.

# **CAPITULO 5: INTEGRACIÓN DE P.L.C. SIEMENS S7-200 CON LABVIEW CONTROL Y MONITOREO VÍA WEB.**

## **5.1. Introducción.**

El monitoreo y supervisión de tareas en las plantas industriales repartidas en diferentes áreas o puntos, están caracterizadas por la dificultad en la toma de mediciones o por la constante necesidad del monitoreo de datos. Este hecho ha permitido el desarrollo de herramientas computacionales como los sistemas SCADA por sus siglas en ingles (Supervisory Control And Data Acquisition), los cuales son un software que permita el acceso a datos remotos de un proceso utilizando herramientas de comunicación, no se trata de un sistema de control sino de una utilidad software de monitoreo o supervisión, que realiza la tarea de interfaz entre los niveles de control y los de gestión a un nivel superior.

Un sistema SCADA es principalmente una herramienta de supervisión y mando. Entre sus objetivos podemos resaltar: economía, accesibilidad, mantenimiento, ergonomía, gestión y conectividad.

"La fácil programación y versatilidad de LabVIEW utilizando su servidor OPC nos brinda una plataforma, que nos permite realizar la integración de cualquier sistema de control basados en PLC's diferentes marcas. "<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup>*Jaime A. Morales Rincón, Consultorías Industriales en Automatización*

## **5.2. Integración de P.L.C. Siemens S7-200 con LabVIEW vía web.**

En este capítulo presentaremos la integración de dispositivos de distintas procedencias (fabricantes) gracias a la ayuda del servidor O.P.C., el mismo como se citó en el capítulo anterior, es la interface software, entre equipos de distintas marcas. La supervisión y control a distancia vía web, se efectuará con la ayuda del programa LabVIEW de Nacional Instrumets.

Este tipo de integración de dispositivos, es muy rentable eficiente en nuestro medio, debido a que el 80 % de los procesos industriales se puede realizar con un P.L.C. Pero estos procesos generalmente tienden a crecer, ya que se hace imprescindible, el monitoreo a distancia, los mantenimientos preventivos, la detección de fallas antes de sucedan (alarmas), estas aplicaciones, no se puede realizar solo con los controladores programables, es necesario, interfaces más amigables para el usuario, y que la parte gerencial esté al tanto de los niveles que les corresponden en tiempo real, para tomar decisiones eficientemente, optimizar recursos, supervisar las líneas de producción, los tiempos de para, entre otros.

### ***5.2.1. Programación del Controlador Lógico S7-200 de Siemens.***

Para comenzar la aplicación debemos programar nuestro P.L.C. en este caso contamos con un S7-200 de la marca SIEMENS, para ello necesitamos los siguientes recursos:

- Instalar el Software STEP 7 MICRO/WIM 32 de SIEMENS, para programar el equipo.
- Cable P.P.I. (Point to Point Interface), para transmitir la compilación del programa en el P.L.C.
- Un P.L.C. S7-200.

El autómata S7-200 está constituido por la CPU S7-200 y una serie de módulos de expansión adicionales, hasta un máximo de 7 en el caso de la CPU 224.

La CPU S7-200 está formada por una CPU propiamente dicha, una fuente de alimentación y entradas/salidas digitales, todo esto contenido en un módulo compacto. Ilustrado en la figura 5.1.

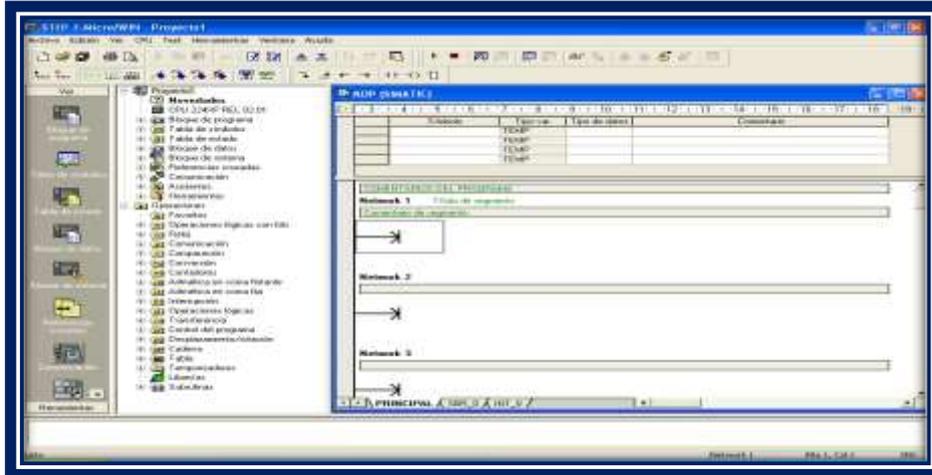


*Figura 5.1. P.L.C. S7-200 SIEMENS*

### ***5.2.2. Programación en el software STEP 7 de Siemens.***

En esta ocasión programaremos nuestro P.L.C. para que realice una secuencia de activar y desactivar salidas, en nuestro proyecto ***sistema de refrigeración de un radar***, pero antes debemos seguir los siguientes pasos.

1. Procedemos a abrir el programa STEP-7. Como está ilustrado en la figura 5.2.



**Figura 5.2. STEP 7 MICRO/WIN PROJECT**

2. En el menú de iconos ubicado a la extrema izquierda, en el programa *STEP 7 MICRO/WIN* seleccionamos “**Comunicación**” y nos aparecerá una pantalla de comunicación, ilustrado en la figura. 5.3. En la sección derecha, hacer doble clic para actualizar dispositivos.

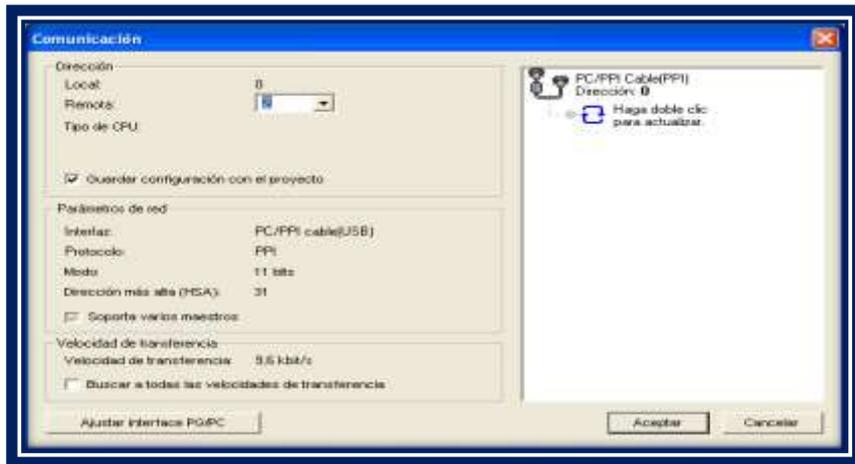
3. En este punto, tomar nota de los siguientes parámetros principales (pueden cambiar según la configuración del cable PPI y el PC:

- Dirección local o Master: 0
- Dirección remota (es decir el PLC): 2
- Velocidad de transferencia: 9,6 Kbit/s

En la pantalla mostrará todos los dispositivos encontrados.

Hacer click en **Aceptar** para volver al proyecto

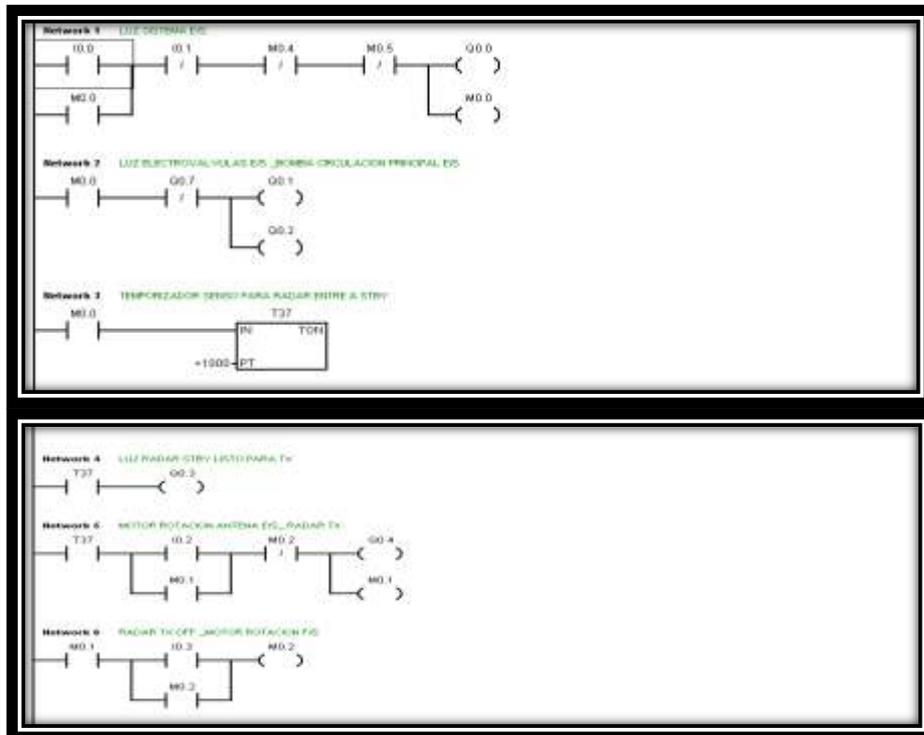
Estamos listos para programas.

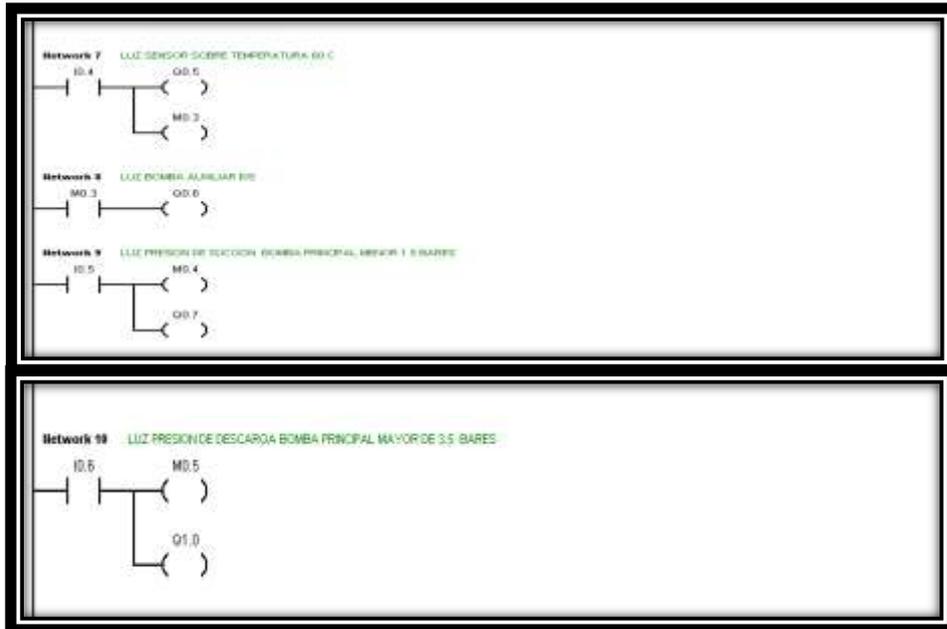


*Figura 5.3. Comunicación*

- **MICRO/WIM 32 DE SIEMENS.**

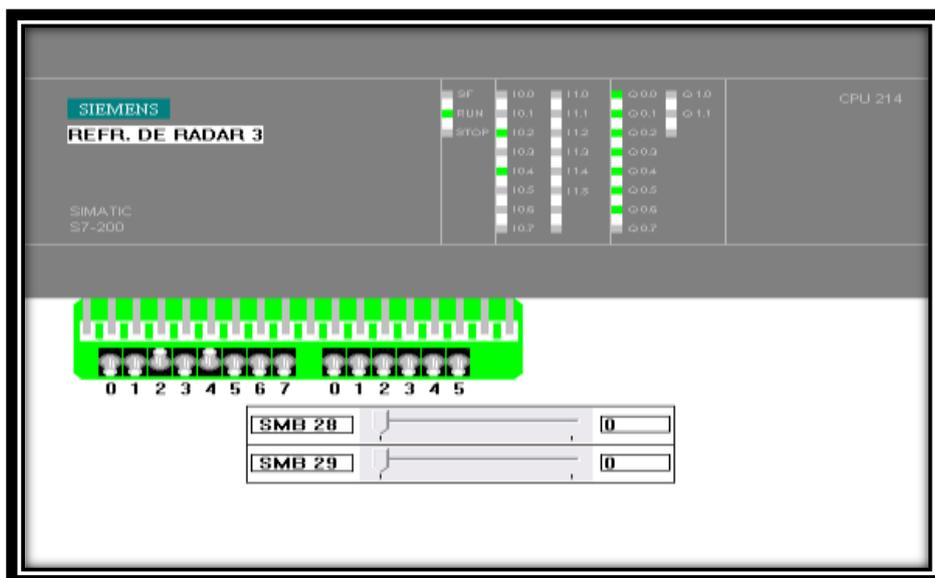
La programación la haremos en diagrama de contactos o escalera, como se muestra en la figura 5.4. La cual nos muestra cómo debe estar estructurada la programación en el software





*Figura 5.4. Diagrama escalera de funcionamiento de un radar*

Para realizar la prueba del diagrama escalera el programa STEP S7-200 nos facilita un test a nivel interno del Software como lo podemos apreciar en la figura 5.5. Antes de cargarlo en el P.L.C.

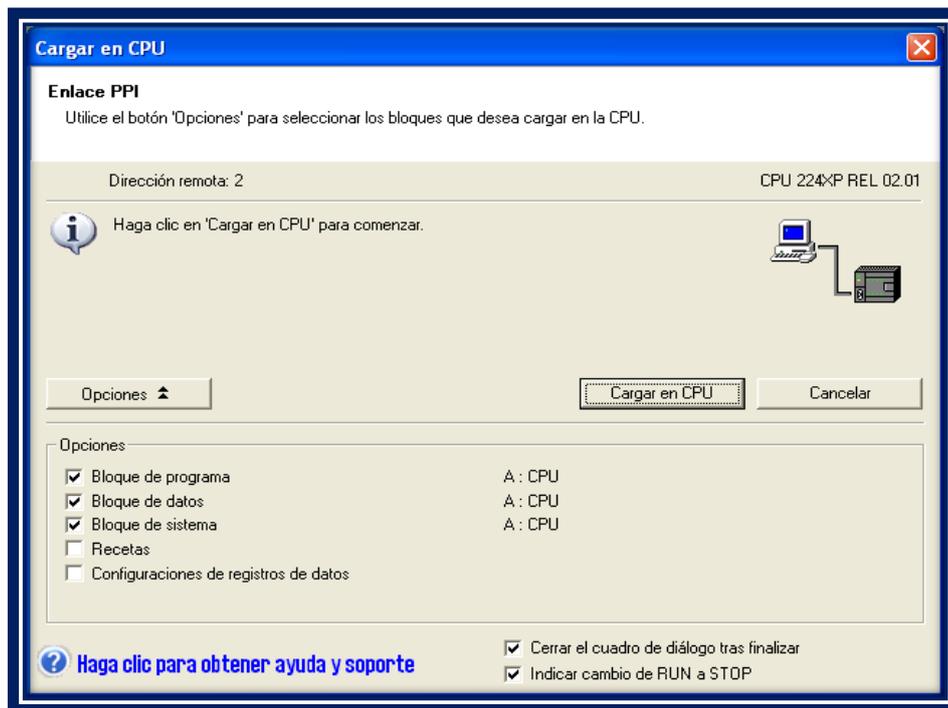


*Figura 5.5. Test de S7-200*

Luego de programar compilamos el programa y estamos listos para cargarlo en el equipo está ilustrado en la figura 5.6.

- Para cargar el programa en la CPU usando el botón . Aceptar cambiar la CPU a modo STOP.
- Debemos confirmar que en el P.L.C. el selector de ejecución esté en modo RUN.
- Correr el programa presionando el botón . Aceptar cambiar la CPU a modo RUN.

Luego de todo este proceso las salidas del P.L.C. comienzan a activarse de acuerdo a lo que habíamos programado. En este punto ya se puede cerrar el proyecto y guardándolo si es necesario.



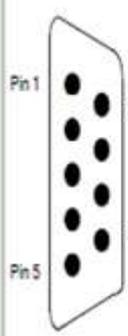
*Figura 5.6. Carga en el. CPU*

### 5.3. Conexión del P.L.C. S7-200 siemens con PC.

Es necesario tener presente que el cable de PPI se utiliza solamente para configurar el P.L.C. y descargar el programa. Para la integración del P.L.C. con LabVIEW no se utiliza ese cable, sino un puerto de comunicaciones seriales RS-485, en este proyecto se utiliza un convertidor de RS-485 a USB.

La configuración de los pines del puerto de comunicación del puerto del P.L.C. S7-200 de SIEMENS son los siguientes, de acuerdo a su manual técnico. Representado en la figura 5.7.

Table 7-7 Pin Assignments for the S7-200 Communications Port



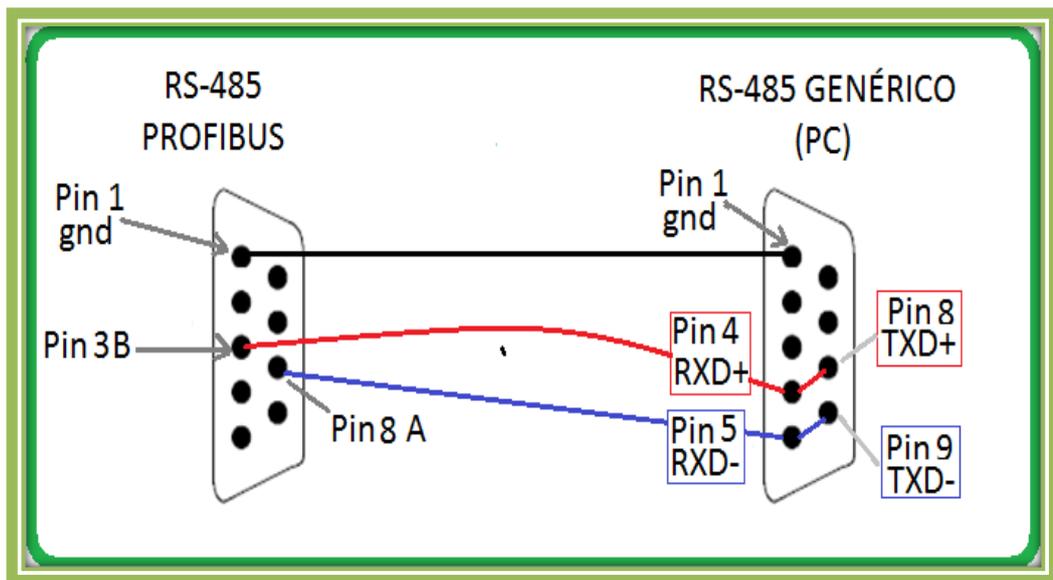
Connector	Pin Number	PROFIBUS Signal	Port 0/Port 1
	1	Shield	Chassis ground
	2	24 V Return	Logic common
	3	RS-485 Signal B	RS-485 Signal B
	4	Request-to-Send	RTS (TTL)
	5	5 V Return	Logic common
	6	+5 V	+5 V, 100 $\Omega$ series resistor
	7	+24 V	+24 V
	8	RS-485 Signal A	RS-485 Signal A
	9	Not applicable	10-bit protocol select (input)
Connector shell		Shield	Chassis ground

*Figura 5.7. Configuración de pines del puerto del PLC*

Como observamos en la figura 5.7., los pines 6 y 7 del puerto RS-485 poseen voltaje que se utilizan por lo general con profibus de SIEMENS, pero para nuestra aplicación puede ser perjudicial, puesto que se nos dañaría nuestra interface para conectar al computador, por tal motivo es necesario construir un cable que interconecte solamente las señales necesarias.

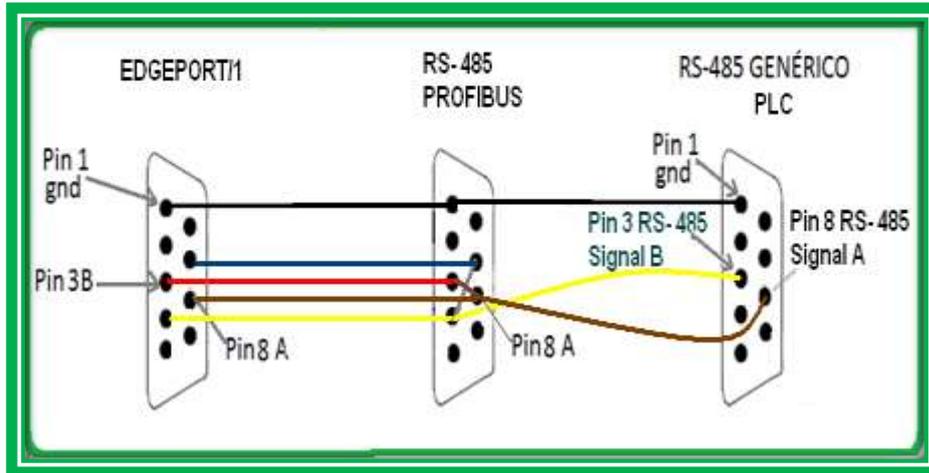
### 5.3.1. Construcción de puerto genérico RS485 para conectar PROFIBUS DE SIEMENS sin riesgos.

Para la construcción de este cable debemos garantizar que las conexiones estén, de acuerdo a la siguiente figura 5.8., puesto que podríamos dañar nuestros equipos:



*Figura 5.8. Cable de conexión entre P.L.C. y PC.*

Una vez implementado el conector genérico, lo conectamos al convertidor RS-485 a USB, cabe recalcar que por motivos de innovación utilizamos un convertidor de las mismas características que el de la National Instruments pero de diferente marca como lo es el convertidor Edgeport/1 USB Converter U.S.A... En la figura 5.9., indicamos los pines que se van a utilizar en la construcción del conector, esta última interface se debe configurar con el software de su misma procedencia, para establecer los protocolos de comunicación de estos cables.



**Figura 5.9. Cable Comunicación Edgeport/1 - RS-485 - PLC**

En la figura 5.10. Demostraremos como se realizo la construcción del cable genérico para conexión física de todos los dispositivos



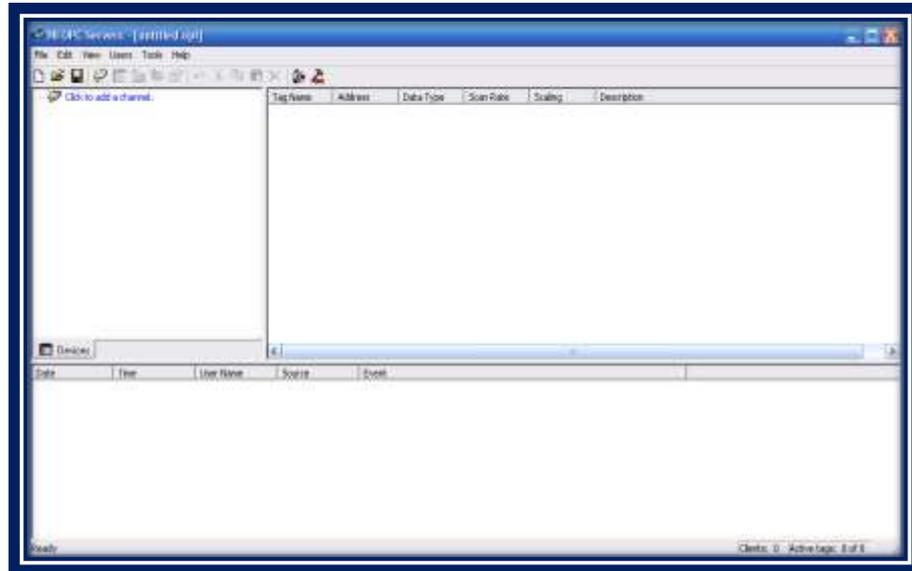
**Figura 5.10. Cables acoplados para la interface con el PLC**

### **5.3.2. Configuración del NI OPC SERVER.**

En esta sección se mostrará cómo configurar el NI OPC Server para comunicarse con el PLC que se acaba de programar. No es necesario que el PLC tenga un programa corriendo, pero es conveniente hacerlo para confirmar la supervisión y la lectura de las señales.

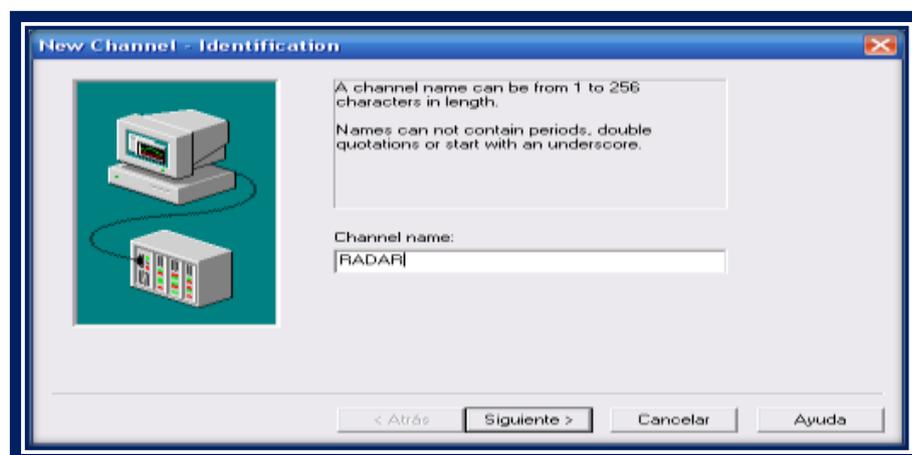
Para realizar un control y monitoreo de un proyecto desde el sistema S.C.A.D.A. siga los siguientes pasos:

1. Abrir el programa NI OPC Servers.
2. Abrir un nuevo proyecto usando el botón **New Project** ubicado en la parte superior izquierda como esta ilustrado en la figura 5.11.



*Figura 5.11. Pantalla principal del NI POC SERVER*

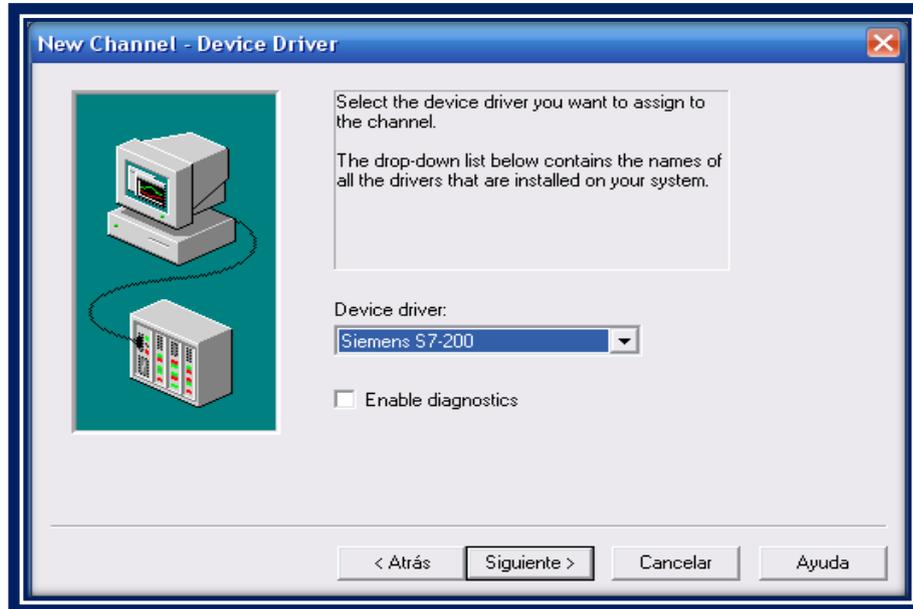
3. Damos doble click sobre add a channel y nos aparecerá una pantalla como se muestra en la figura 5.12. Agregar un nombre al canal. En este caso se utilizará el nombre **RADAR**. Presionar el botón **Siguiente**.



*Figura 5.12. New cannel - identification*

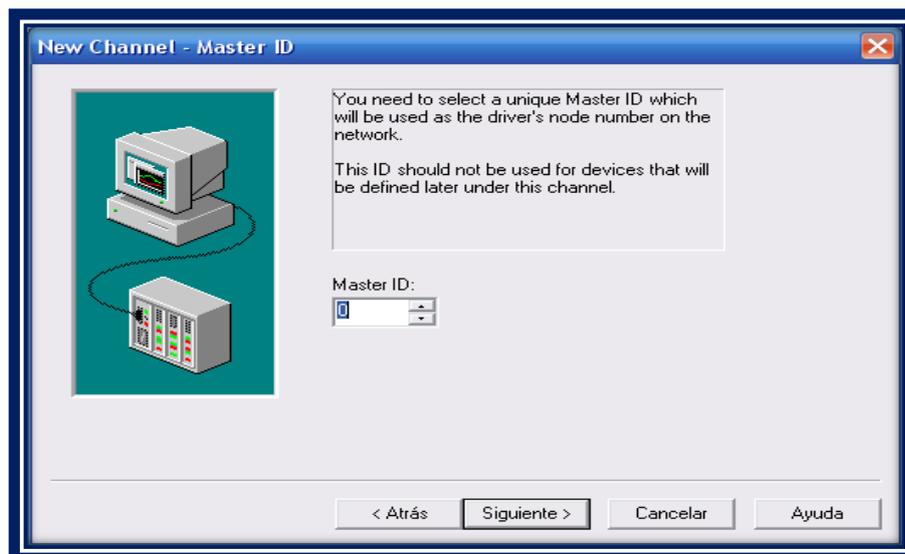
- Escogemos el tipo de PLC que vamos a utilizar en el Project como se muestra en la figura 5.13.

Luego damos click en siguiente



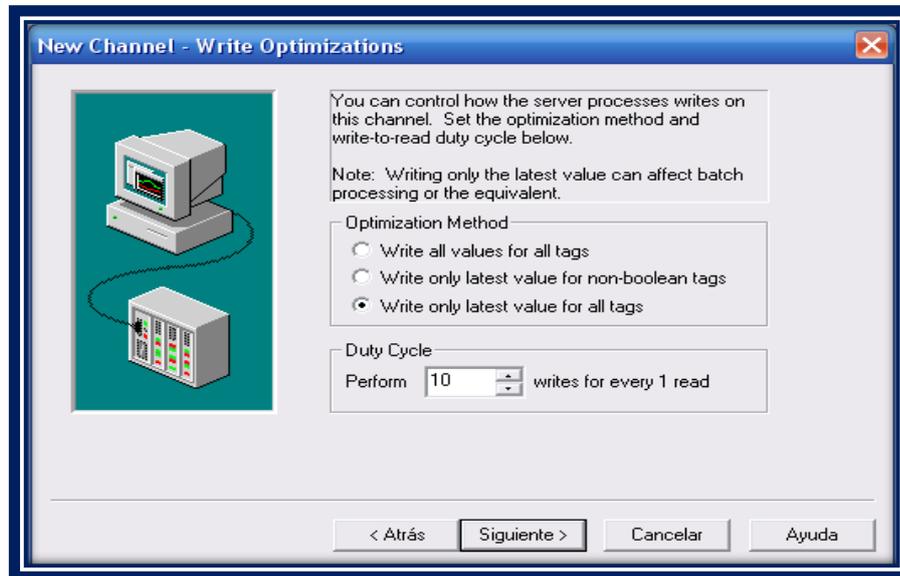
*Figura 5.13. Divece driver*

- En este paso no especificamos el Master ID solo damos clip en siguiente. como se muestra en la figura 5.14.



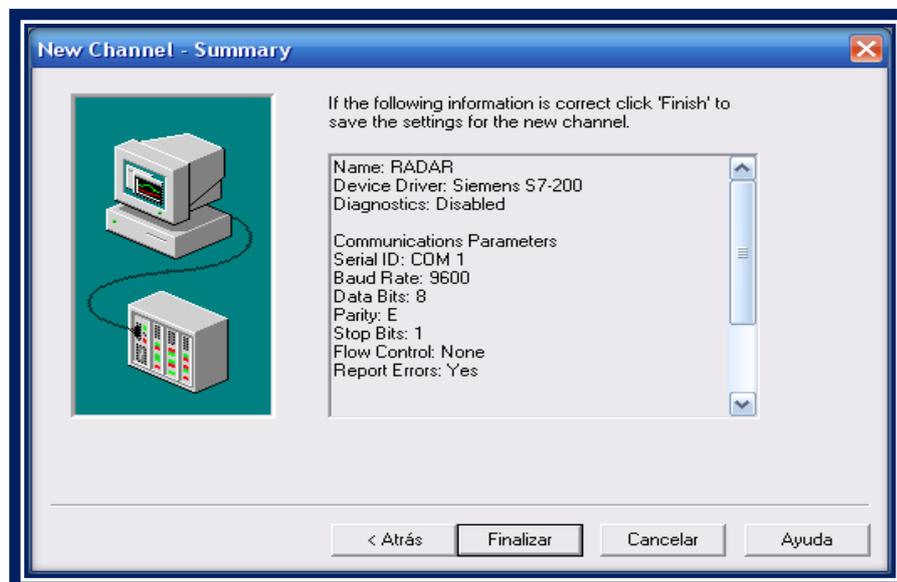
*Figura 5.14. Master ID*

6. Configuramos los ciclos y damos click en siguiente como se encuentra ilustrado en la figura 5.15.



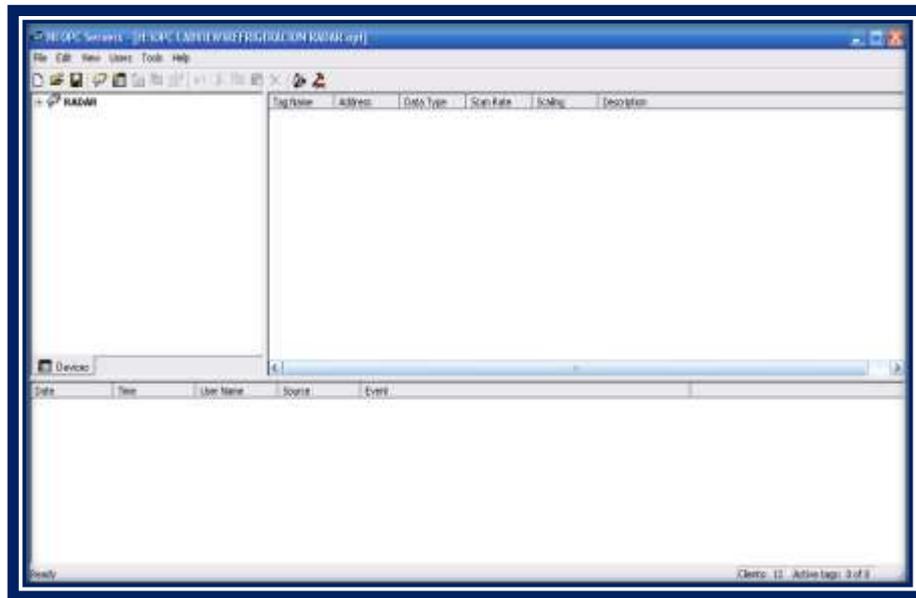
*Figura 5.15. Configuración de ciclos*

7. Damos click en Finalizar como se ilustra en la figura 5.16.



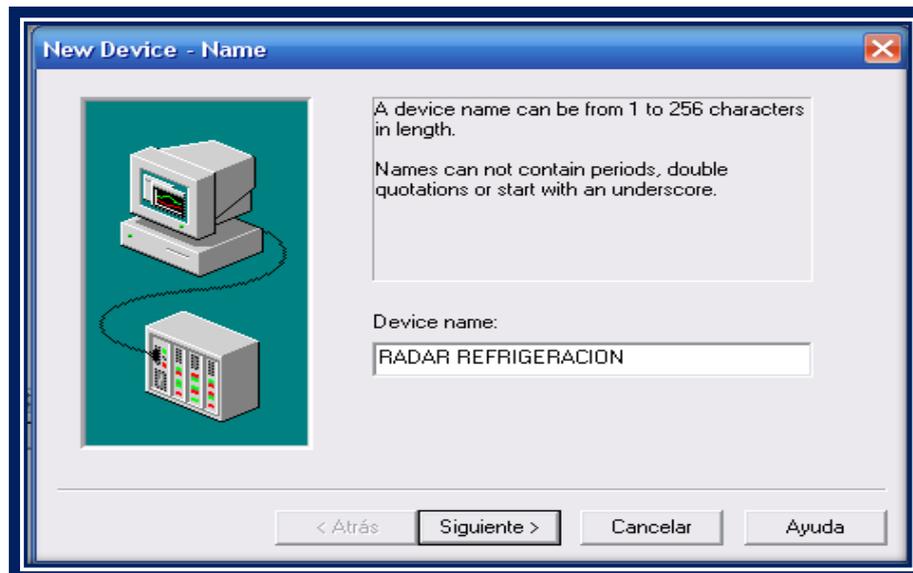
*Figura 5.16. Summary*

- De esta manera quedara creado el Project en el NI OPC Server como se muestra en la figura 5.17.



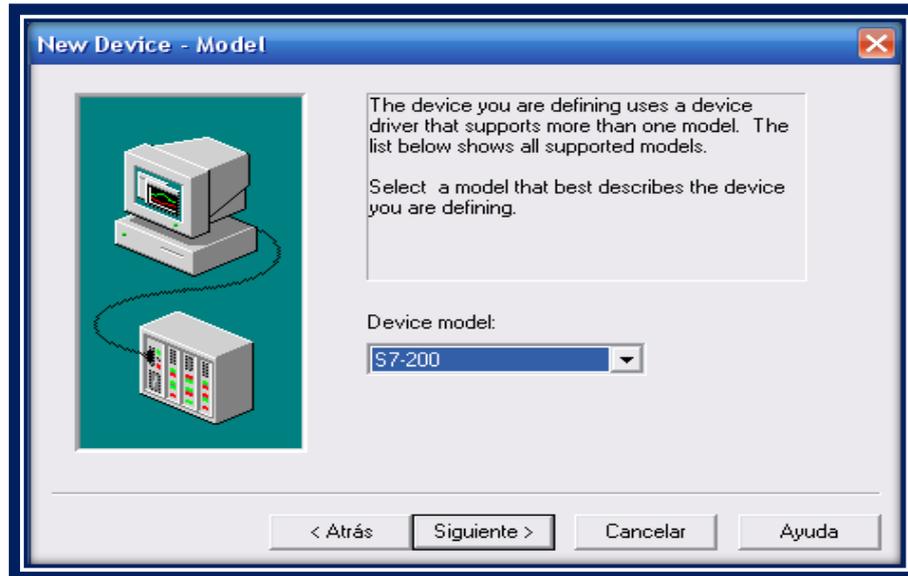
*Figura 5.17. NI OPC Server "RADAR"*

- Damos click en el nombre del Project (**RADAR**)y nos aparecerá la siguiente pantalla ilustrada en la figura 5.18., en la cual le damos el nombre **RADAR REFRIGERACION**



*Figura 5.18. New Device - Radar*

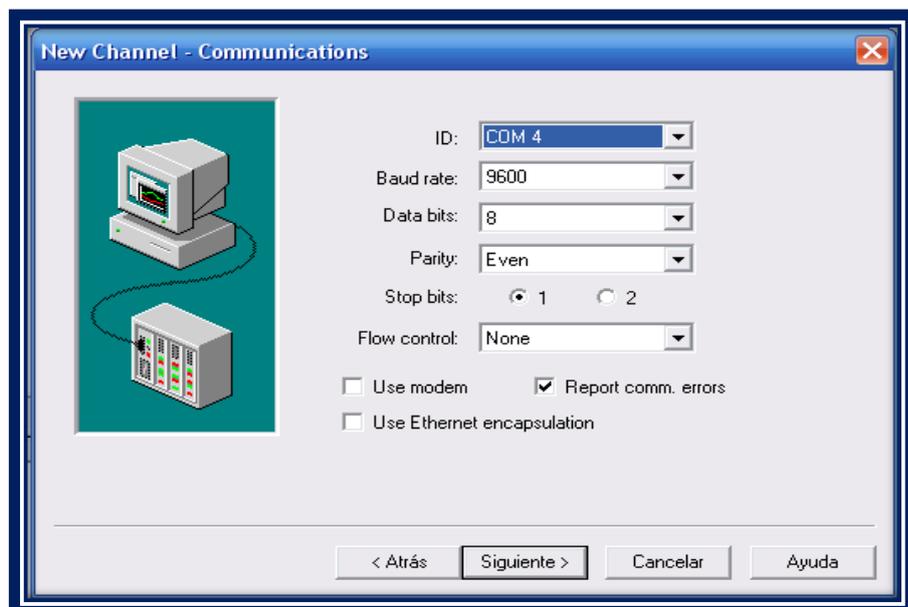
10. Aparecerá el modelo del PLC escogido en el Project como se muestra en la Figura 5.19. Damos click en siguiente



*Figura 5.19. Modelo del equipo a utilizar*

11. Escogemos el puerto de comunicación del PC en este caso será el COM 4 ilustrado en la figura 5.20.

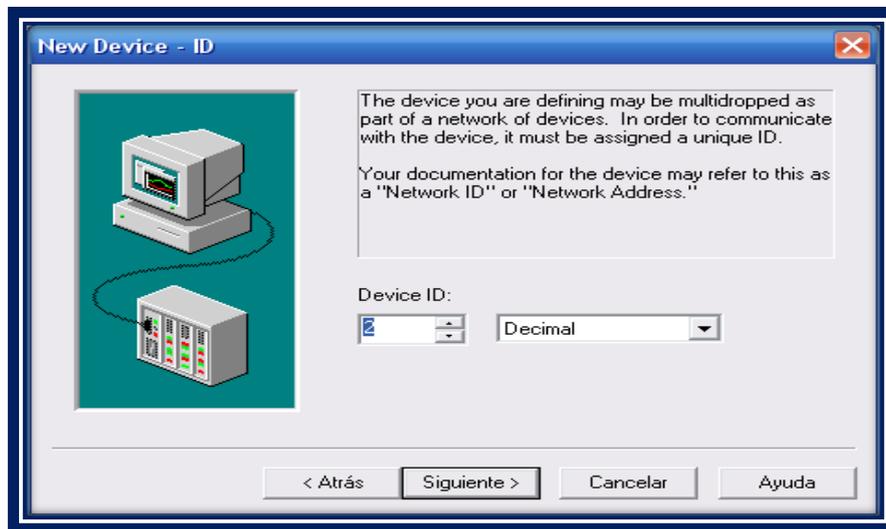
Damos click en siguiente.



*Figura 5.20. New Channel - Communications*

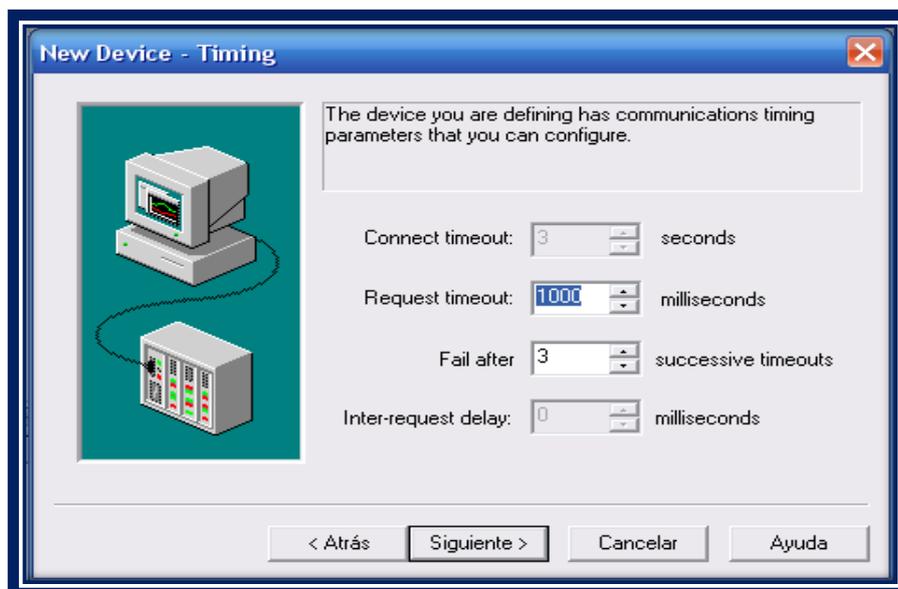
12. Dependiendo de cómo se configurado el dispositivo escogemos la ID para que el OPC de LabVIEW lo reconozca en este caso es el 2, ilustrado en la figura 5.21.

Damos click en siguiente.



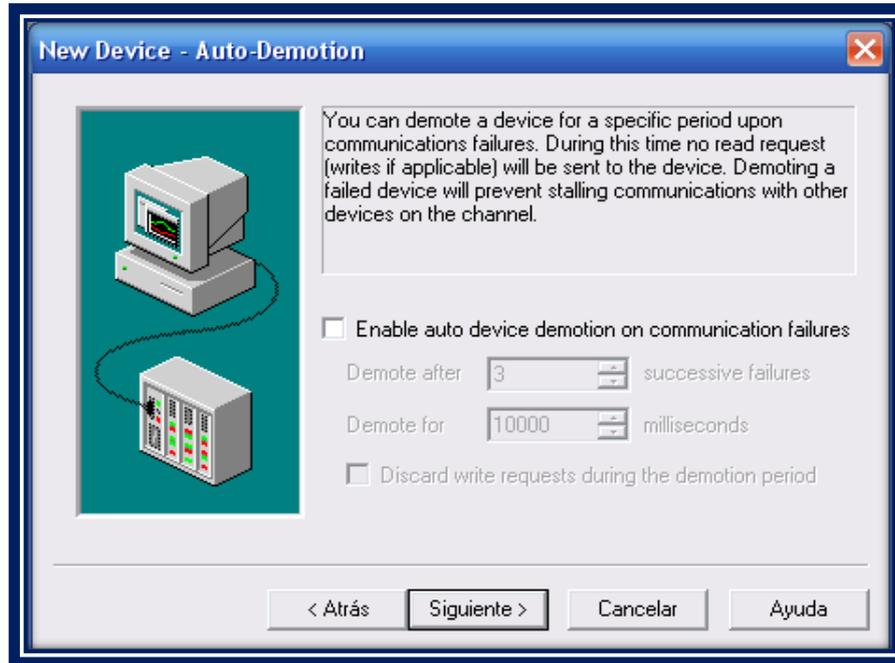
*Figura 5.21. New Device - ID*

13. Configuramos el tiempo de repuesta del OPC Server ilustrado en la figura 5.22.



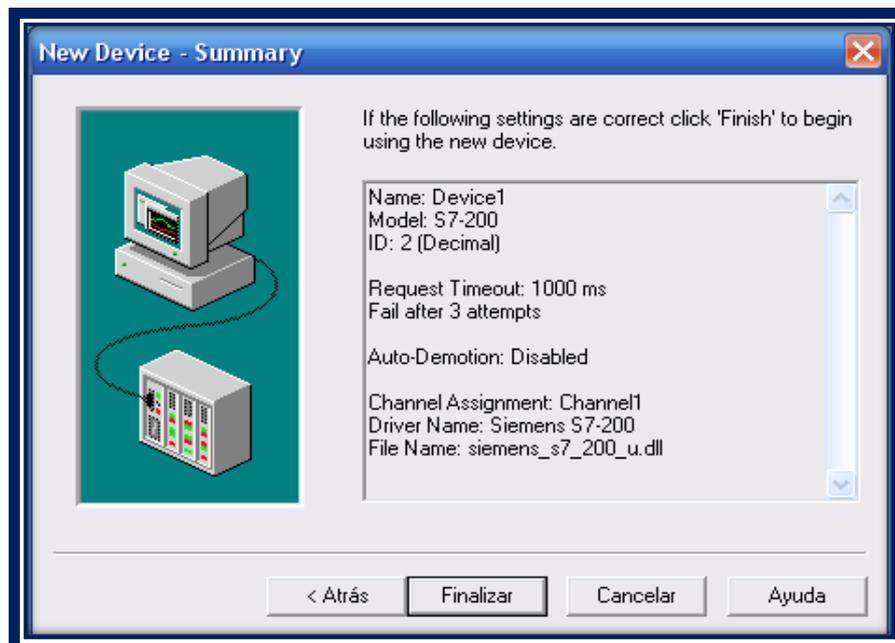
*Figura 5.22. Timing*

14. Damos click en siguiente en la figura 5.23.



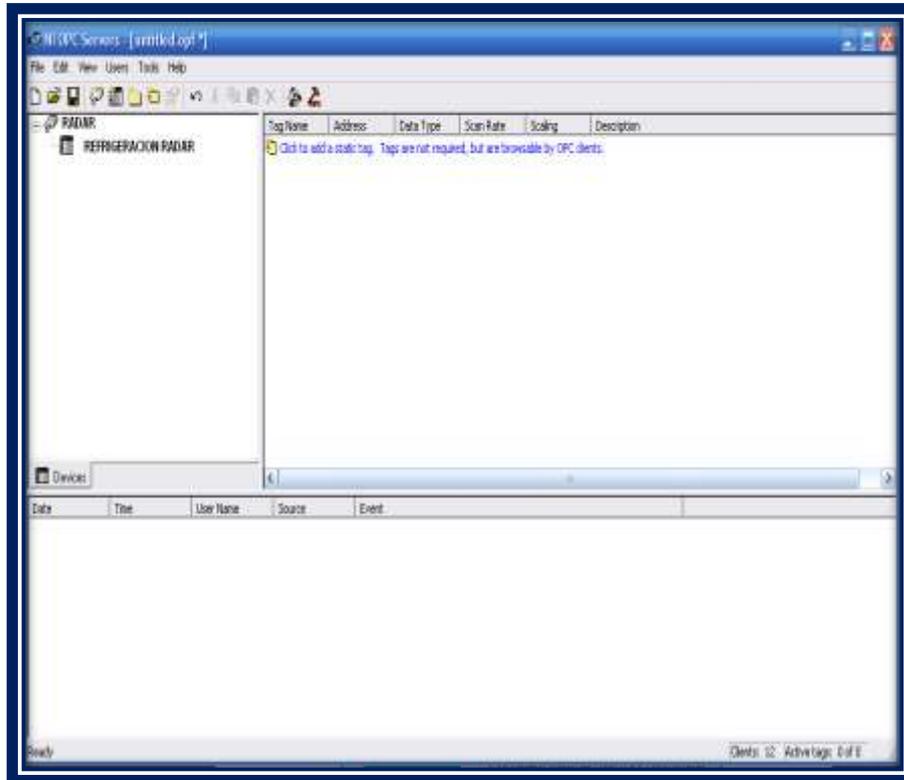
*Figura 5.23. Auto- Demotion*

15. Damos click en Finalizaren la figura 5.24.



*Figura 5.24. Summary*

16. Una vez finalizado el paso 16 aparecerá en la pantalla New Device con el nombre Refrigeración Radar damos Click En Add Static Tag para crear las etiquetas estáticas en la se puede apreciar en la figura. 5.25



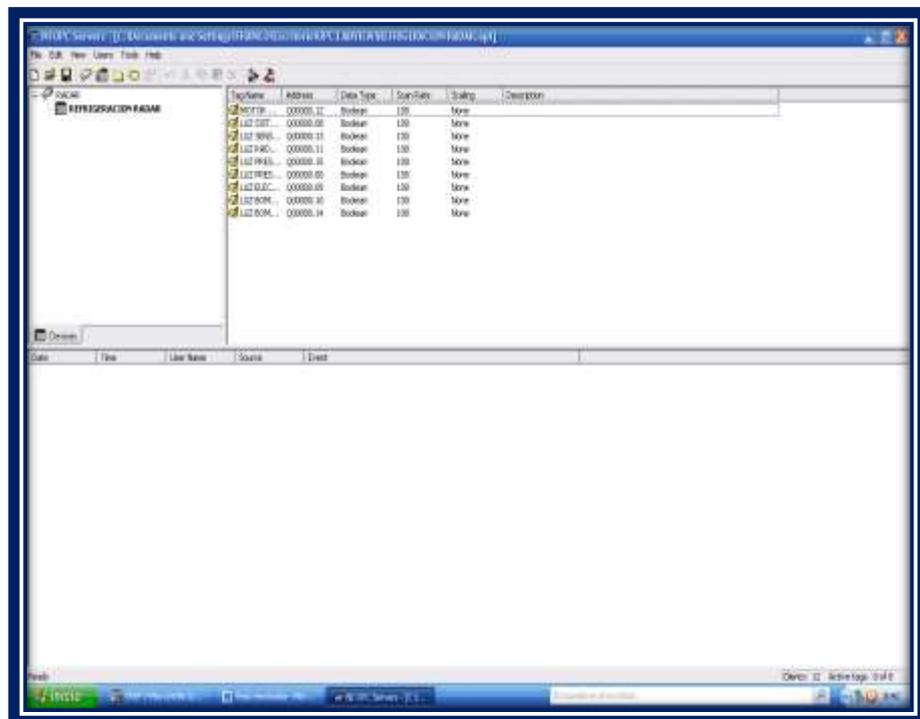
*Figura 5.25. NI OPC Server*

17. Definimos el nombre que le vamos a poner a las etiquetas y a darle una dirección al OPC Server, para poder controlar y monitorear las entradas y salidas el PLC, escogemos el tipo de dato que se va a utilizar en la comunicación, al configurar las propiedades de la etiqueta como se muestra en la figura 5.26., debemos darnos cuenta que el tipo de dato debe ser boolean, no byte (que es el tipo de dato predeterminado). En este caso cuando se especifique una dirección (por ejemplo Q0.0) en realidad apunta a una dirección de un puerto mayor en el PLC.



**Figura 5.26. Tag Properties**

18. En la siguiente figura 5.27. Se representan las variables que creamos.

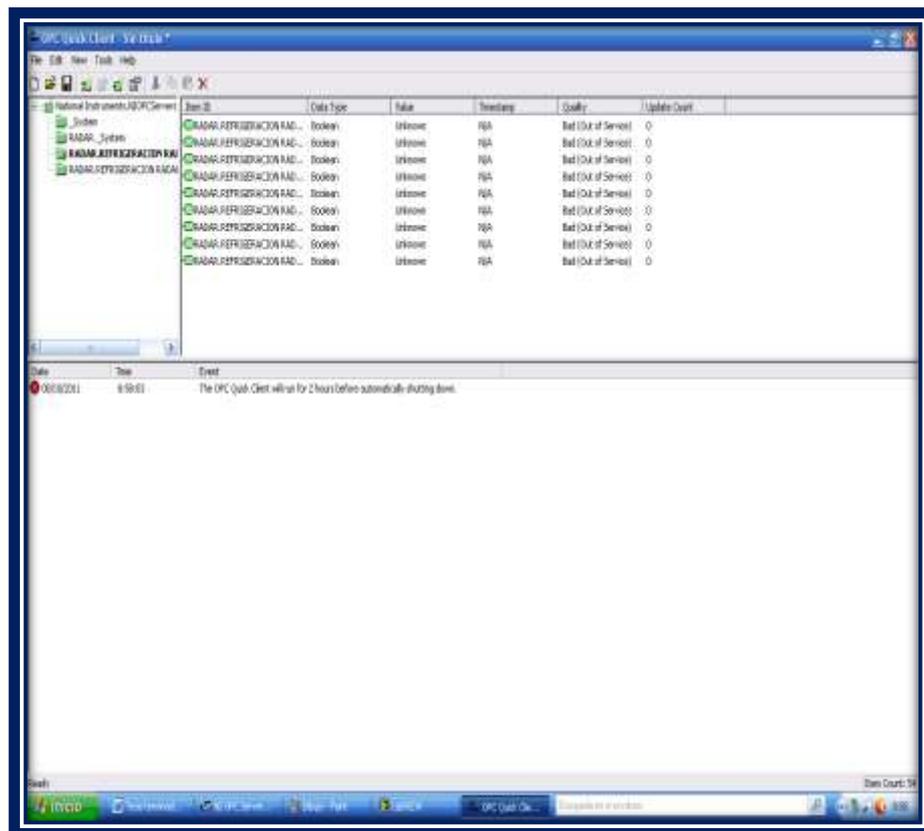


**Figura 5.27. Variables**

19. Una vez definidas las variables verificamos si hay comunicación entre el PLC Y OPC Servers correctamente se puede lanzar el cliente OPC rápido. Presionar botón Quick OPC Cliente Presionar botón Quick OPC Cliente



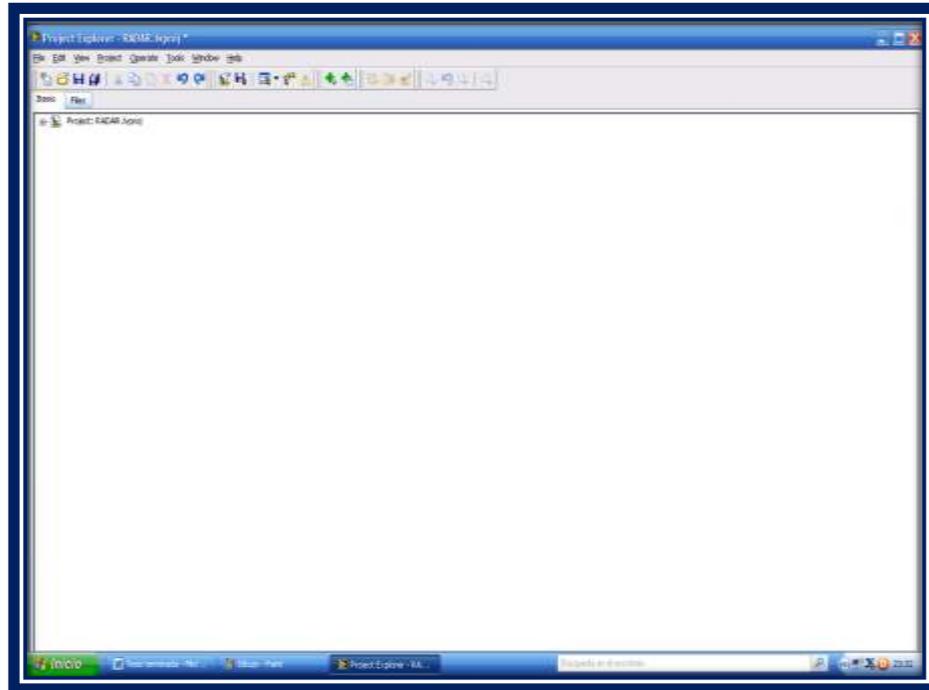
en el árbol de la parte superior izquierdo de la pantalla seleccionar el canal y el dispositivo que se ha configurado en, este caso **RADAR\_ REFRIGERACION RADAR**, ilustrado en la figura 5.28.



**Figura 5. 28. Comunicación entre el PLC Y NI OPC server**

**NOTA:** Cabe recalcar que el OPC SERVERS podrá ser utilizado 2 horas consecutivas por motivo de la licencia, para prueba National Instruments nos permitirá hacer la practica después de esto tendrá que reiniciarse para que exista la comunicación entre la plataforma de LABVIEW con el PLC S7 – 200

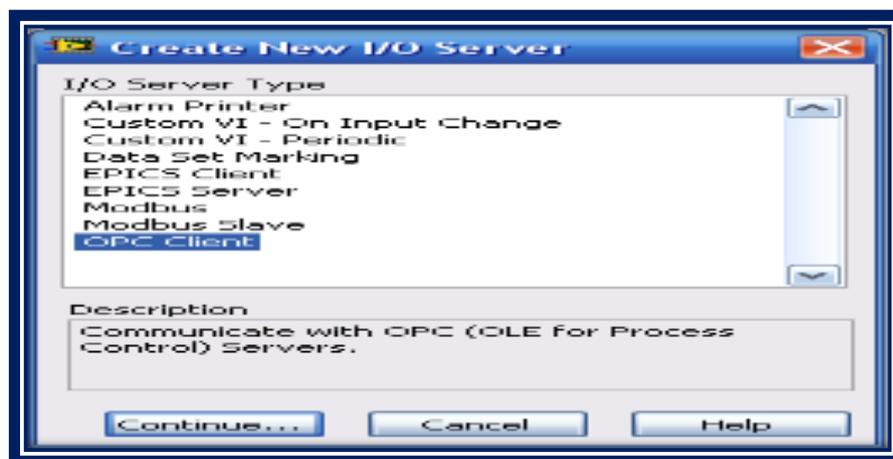
1. Cerramos el OPC SERVERS generamos un nuevo Project en LABVIEW como está ilustrado en la figura 5.29., damos click derecho Project y le damos un nombre en este caso le vamos a poner **RADAR**.



*Figura 5.29. Project LabVIEW 9.0*

2. Nos colocamos sobre **My Computer** damos click derecho y generamos un **I/o Servers**

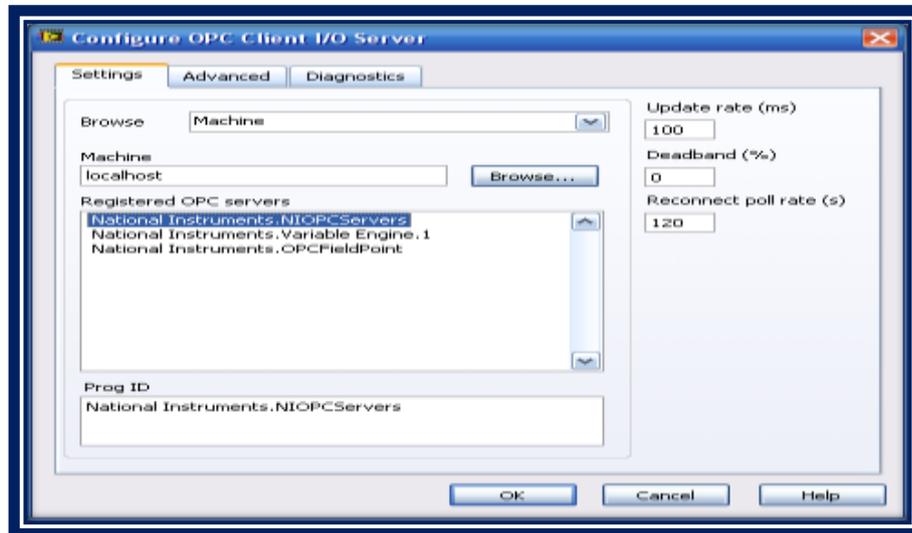
Escogemos OPC Cliente continuar como se ilustra en la figura 5.30.



*Figura 5.30. Create New I/O Server*

3. Al configurar el OPC cliente I/O Server escogemos *National Instruments. NI OPC Servers*

Modificamos el tiempo de comunicación a 100 ms ponemos OK. Como se lo indica en la figura 5.31.



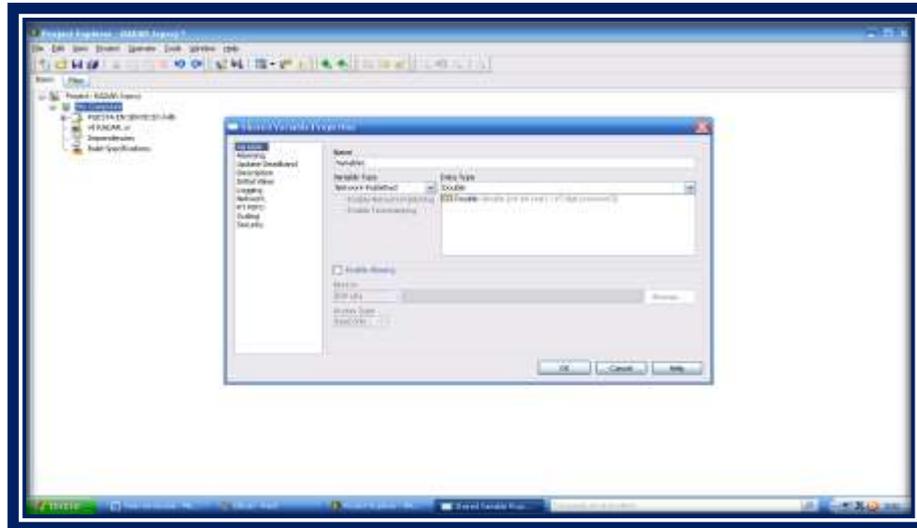
*Figura 5.31. Configuración del OPC Cliente I/o Server*

4. Luego de esto aparecerá una librería en la cual le damos click derecho para guardarla y cambiarle el nombre a la cual le pondremos *PUESTA EN SERVICIO*. Ilustrada en la Figura 5.32.



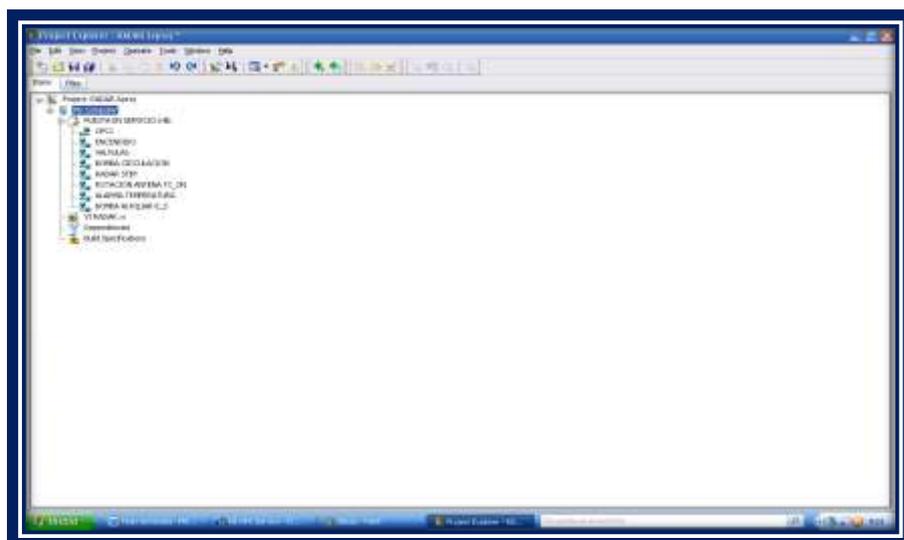
*Figura 5.32. Librería*

5. Damos click derecho en la librería **PUESTA EN SERVICIO** y escogemos **NEW variable** al aparecer el siguiente cuadro le damos un nombre a la variable damos OK y la direccionamos a la variable, repetimos este paso dependiendo las variables que tengan que monitorear o controlar como se ilustra en la siguiente figura 5.33.



*Figura 5.33. New Variable*

6. Damos click derecho en **My Computer** y escogemos **NEW VI**, figura 5.34.



*Figura 5.34. New VI*

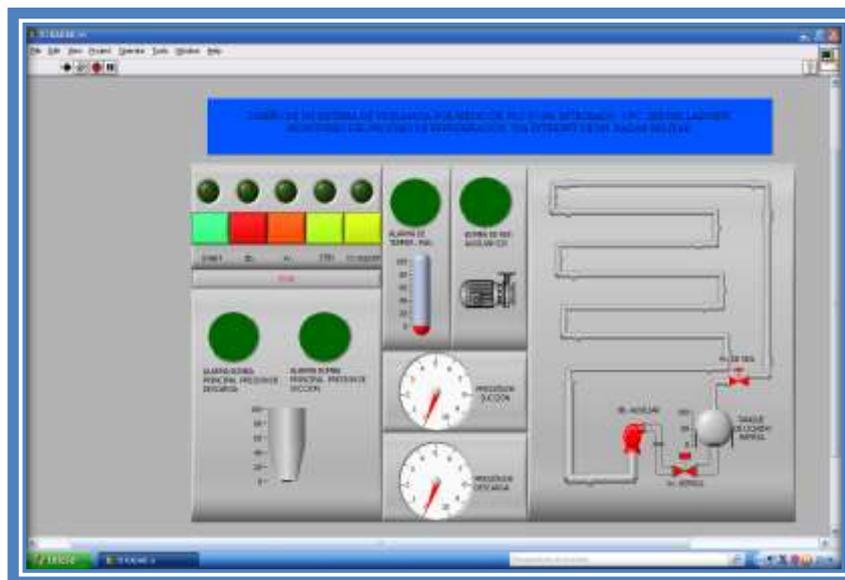
**5.3.3. Tabla comunicación de entradas y salidas del OPC Cliente vs PLC.**

Para realizar un correcto control y monitoreo de las entradas y salidas del PLC El direccionamiento con el OPC Cliente en él es el siguiente como se muestra en la tabla. 5.1.

OPC	PLC	OPC	PLC
Q0.8	Q0.0	I0.0	I0.0
Q0.9	Q0.1	I0.1	I0.1
Q0.1	Q0.2	I0.2	I0.2
Q0.11	Q0.3	I0.3	I0.3
Q0.12	Q0.4	I0.4	I0.4
Q0.13	Q0.5	I0.5	I0.5
Q0.14	Q0.5	I0.6	I0.6
Q0.15	Q0.6	I1.7	I1.7
Q0.0	Q1.0	I1.0	I1.0
Q0.1	Q1.1	I1.1	I1.1
		I1.2	I1.2
		I1.3	I1.3
		I1.4	I1.4
		I1.5	I1.5

**Tabla 5.1. Tabla entradas y salidas del OPC vs PLC**

- De esta manera quedara el VI de LABVIEW para el control y monitoreo del radar, que se encuentra ilustrado en la figura 5.35.



**Figura 5.35. VI de control y monitoreo de un radar (sistema de refrigeración)**

### 5.3.4. Esquema de un Radar.

Un radar de vigilancia aeronaval está conformado por las siguientes componentes los cuales los representamos en las figura 5.36.

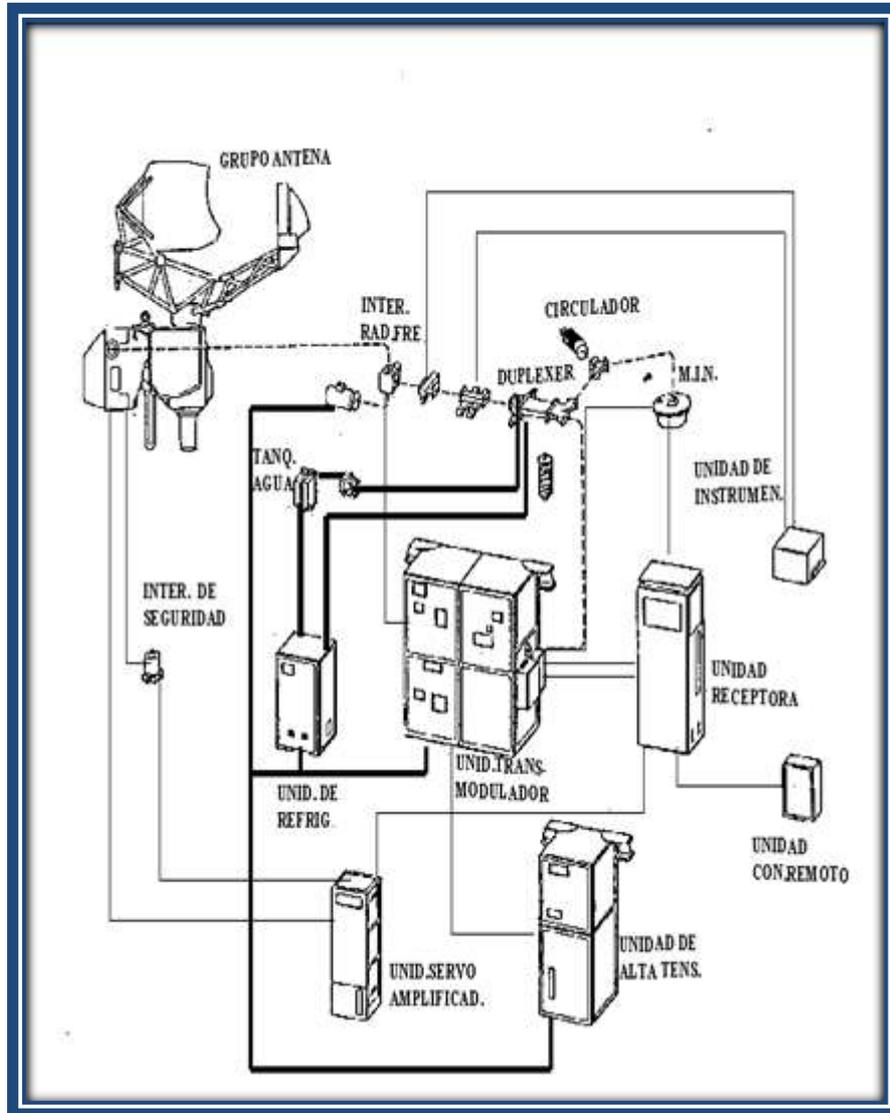
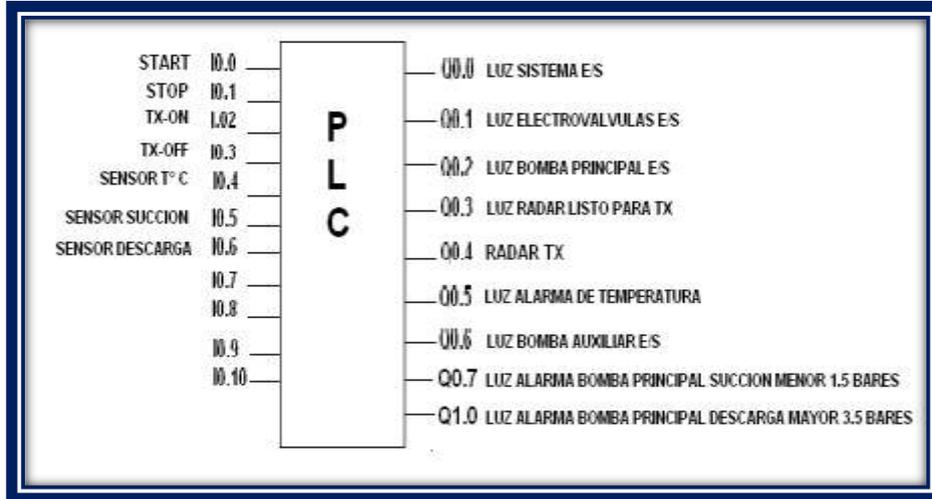


Figura 5.36. Esquema grafico de un radar aeronaval

**5.3.5. Parámetros del radar que vamos a controlar y monitorear por medio de las entradas y salidas del PLC.**

En la siguiente Figura representaremos el funcionamiento del radar por medio de las entradas y salidas del PLC



**Figura 5.37. Representación del funcionamiento del radar con el PLC**

**5.3.6. Procedimientos para poner E/s del radar con el PLC.**

- Al activar el pulsante **I0.1** START el radar sistema esta energizado, se activaran las salidas **Q0.0** las luces piloto se activaran de verde.
- El interruptor **I0.1** es el stop quitara el poder eléctrico al radar
- Por lo consiguiente al estar enclavado **M0.0** se activaran las electroválvulas y luego la bomba de circulación principal del radar esta se reflejara cuando se encienda las salidas **Q0.1** que son las electroválvulas y **Q0.2** por lo consiguiente la bomba principal
- Después de 1 minuto el temporizador activara al radar STBY listo para TX se reflejara en la salida **Q0.3** se encenderá

- Al activar el pulsante **I0.2** se activara la rotación de antena y el radar procede a colocarse en **TX** ósea comienza a radiar reflejado en la salida **Q0.4** que se encenderá
- Con el pulsante **I0.3** se quita la radiación y automáticamente se parara la rotación de la antena y el radar pasa de nuevo a **STBY** se apaga la salida **Q0.4**
- Si el radar se encuentra en **TX/ ON** al activar el interruptor **I0.4** que viene a ser un sensor de temperatura que lo vamos a simular con un pulsante se nos presenta una alarma de temperatura a la salida **Q0.5** que nos va indicar que la temperatura de refrigeración del radar se subió más de **60°C** se va a encender automáticamente la bomba auxiliar del radar reflejada en la salida **Q0.6** luego de esto va a seguir trabajando en **TX** normalmente porque la bomba va poder darle mas circulación al agua que refrigera al radar cabe recalcar que en esta falla el radar sigue trabajando normalmente en **TX**
- Desactivamos el interruptor asumiendo que el sensor de temperatura detecto que la temperatura ya bajo, la bomba se apaga automáticamente se apagan las salidas **Q0.5 Y Q0.6**
- La siguiente falla es parecida a la anterior pero con la diferencia que al nosotros simular la falla con el interruptor **I0.5** el radar se va quedar sin poder eléctrico por protección por que al bajar el nivel de presión de succión de la bomba principal a menos de 1.5 bares se nos puede dañar el completamente el radar y es por eso que cuando ocurra esta falla a parte de encenderse la alarma **Q0.7** se quite automáticamente el poder eléctrico total
- Lo mismo ocurriría con la simulación del sensor de alarma de la presión de descarga de agua de la bomba principal al activar el

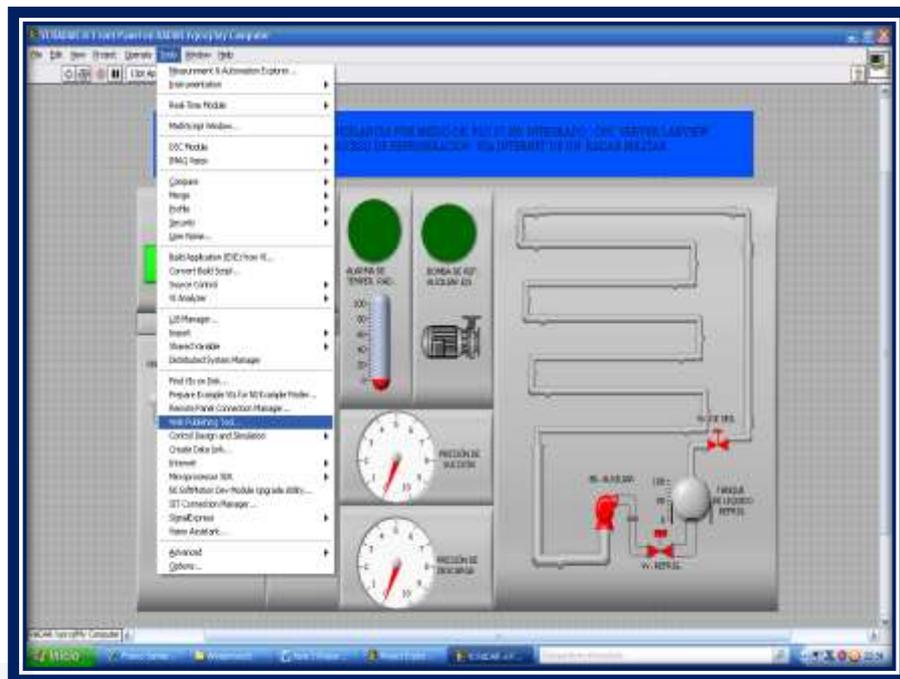
interruptor **I0.6** se procedería automáticamente a activarse **Q1.0**el radar quedaría completamente sin poder eléctrico.

**Nota:** cabe recalcar que estas dos últimas fallas al desactivar las dos fallas óseas los interruptores **I0.5 y I0.6** ya se puede encender de nuevo el radar repitiendo el procedimiento desde el principio.

## 5.4. Creación de La página Web

Para la creación de páginas Web o documento HTML vamos a utilizar directamente software de National Instruments (LABVIEW), en el cual realizaremos lo siguientes pasos:

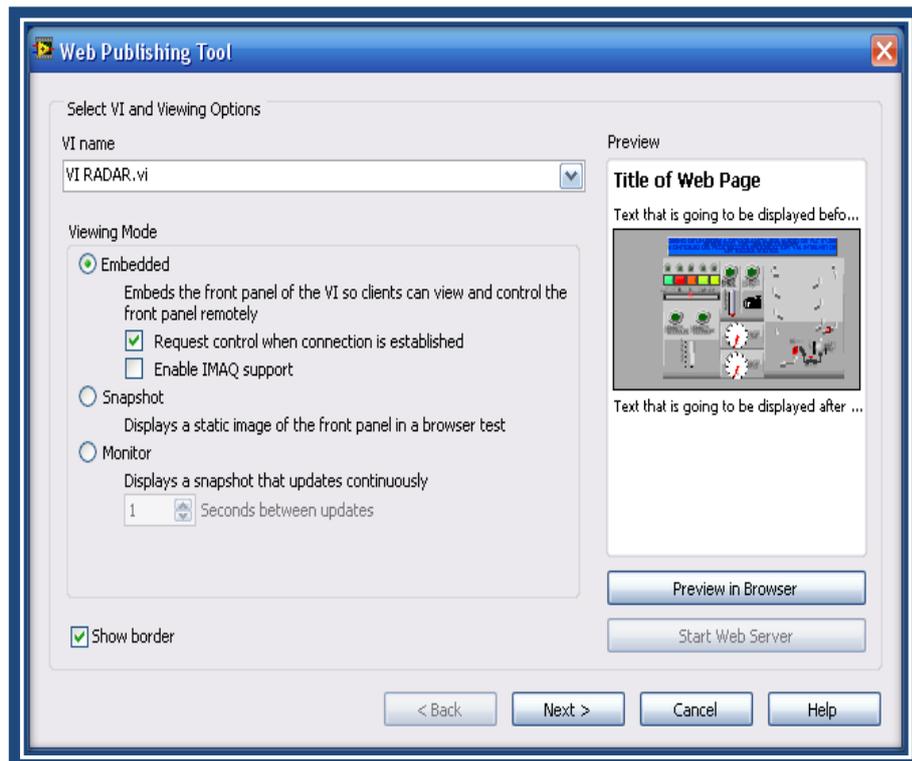
1. Para empezar el VI llamado Radar debe estar en RUN y luego en la barra de herramientas del panel frontal, damos click en la opción tools y escogemos web publishing como está ilustrado en la figura. 5.38.



*Figura 5.38. VI Radar*

2. En este paso en la viñeta que se encuentra en la parte superior de la pantalla de la Figura 5.39., escogemos el VI que habíamos generado en LAVBIEW. En la opción Embedded señalamos con un visto en (solicitud de control cuando se establece la conexión) y en la parte de monitor escogemos el tiempo que queremos que se actualice el VI en la web.

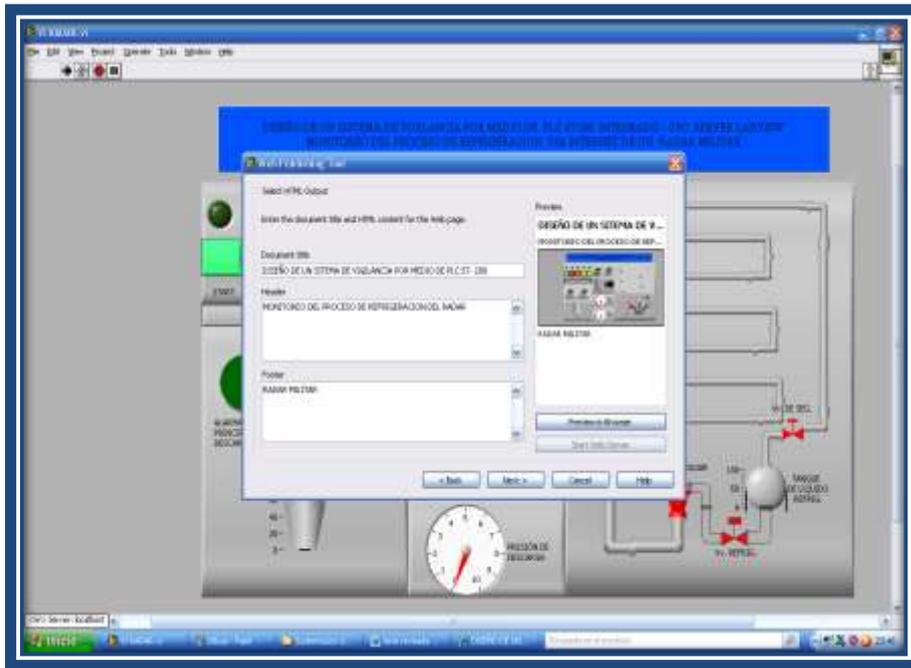
Damos click en siguiente.



**Figura 5.39. Selección del VI a monitorear**

3. En la Figura 79. Procederemos a asignarle un título, encabezamiento, y al pie de página del VI radar que vamos a mostrar en la web. Damos click en la opción Start Web Server, para visualizar la presentación que se mostrara en la web antes de su publicación.

Damos click en siguiente.



**Figura 5.40. Asignación de Título, encabezamiento y pie de página**

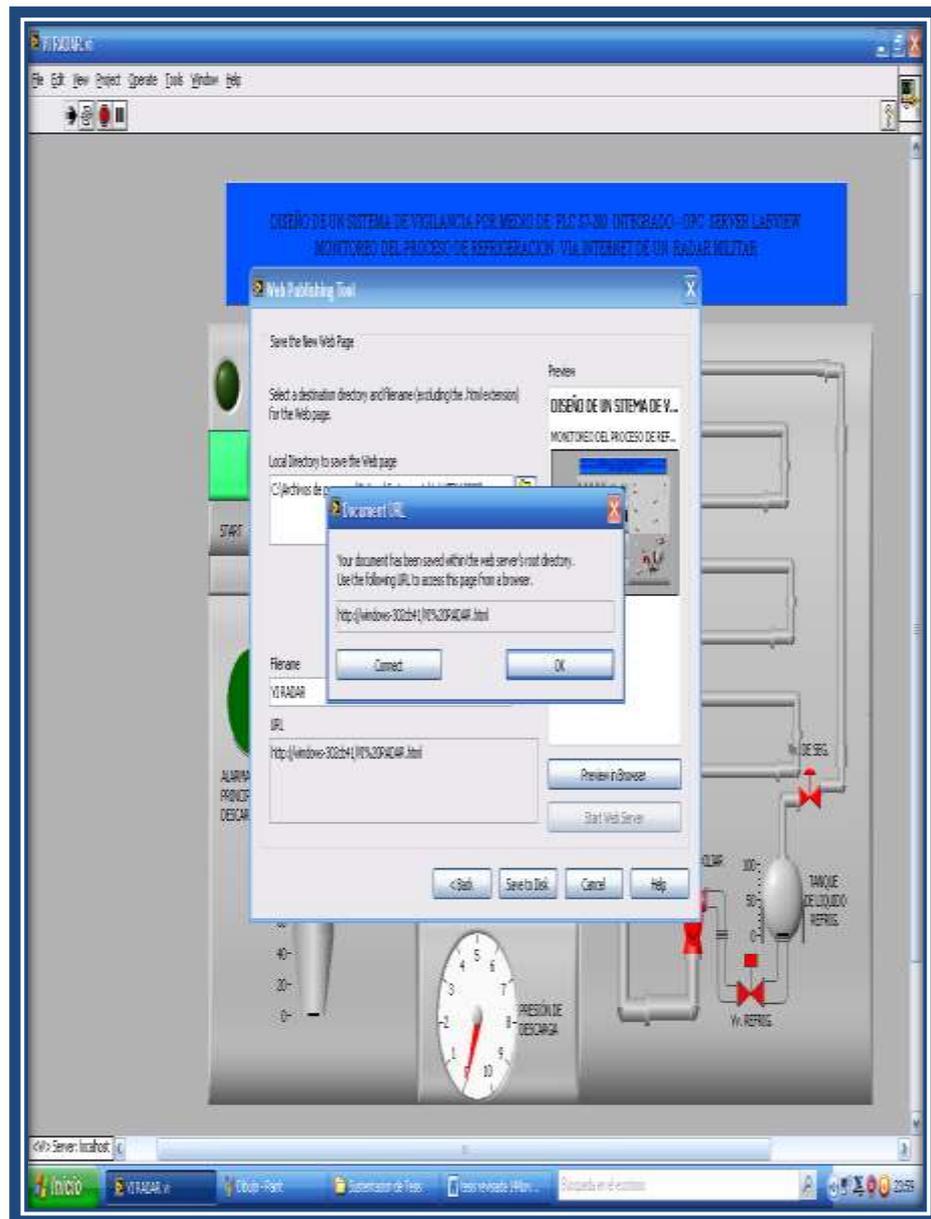
4. Antes de guardar el archivo HTML creado podemos presentar el VI en la WEB habilitando la opción Preview in Browser y luego le damos un nombre para guardar la publicación en una carpeta de nuestro PC. Ilustrado en la figura 5.41.

Damos click en guardar.

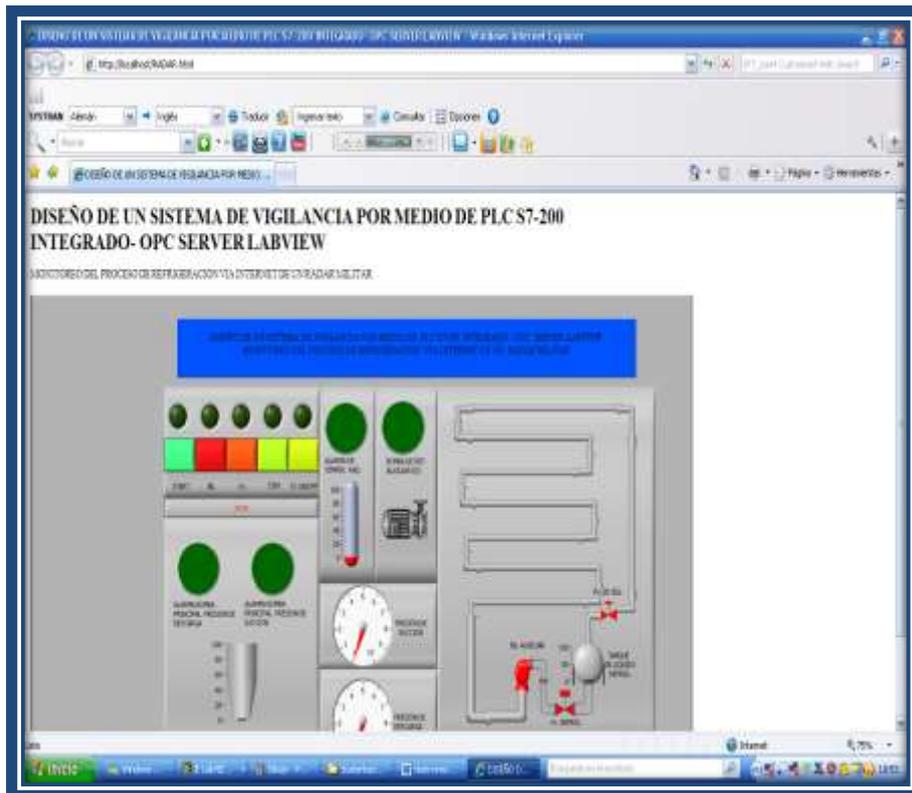


**Figura 5.41. Grabar la nueva página WEB**

5. Una vez creada la dirección URL para publicar en la web debemos, tomar en cuenta que con esta dirección es la que otros usuarios deben introducir en la web para monitorear el VI creado y debe ser igual a la guardada en nuestro PC, para poderla visualizar este en otra PC, como se muestra en la figura 5.42. y 5.43.



**Figura 5.42. Preview in Browser o connections**



**Figura 5.43. Presentación en la WEB del VI RADAR**

**5.4.1. Acceso a la página Web desde un cliente de la red.**

Para poder visualizar desde la web este panel de tipo VI de LABVIEW, desde cualquier PC de la Web, en primer lugar debemos instalar el Plug- In que nos permita acceder a esta página, cabe recalcar que si todas las PC, en la que vamos a visualizar este monitoreo tienen instalado LABVIEW, no es necesario realizar los siguientes pasos, ya que en la licencia viene esta librería llamada Run-Time Engine, al momento de instalar cualquier versión de LABVIEW.

Dependiendo de la versión de LABVIEW, utilizada en el proyecto creado va a variar el archivo ejecutable y su forma de instalación en las PC del utilizadas en el monitoreo. Pasos a seguir para instalar el Plug In (Run- Time Engine):

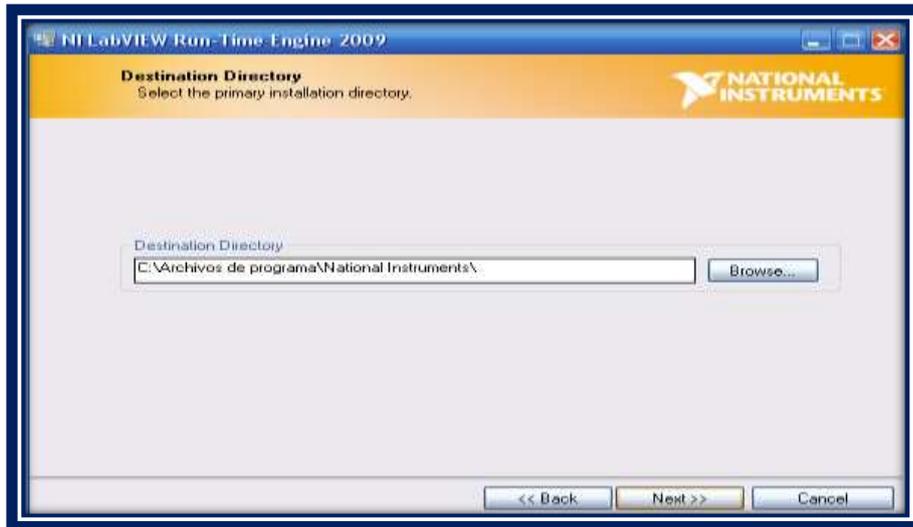
1. Ingresamos a la página.

<http://joule.ni.com/nidu/cds/view/p/lang/es/id/1600> y descargamos la versión que necesitamos instalar. Damos click en el Setup y nos aparecerá una pantalla como está ilustrado en la figura 5.44. Esta se procederá a cargarse. Damos click en siguiente.



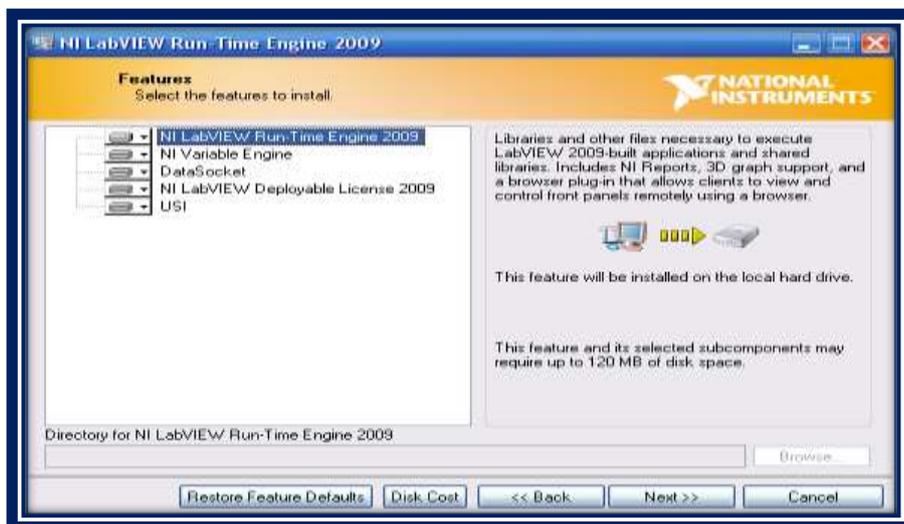
*Figura 5.44. NI LABVIEW Run-Time Engine 2009*

2. Procedemos a ubicar en que carpeta del disco C: deseamos realizar la descarga por lo general el mismo software se direcciona a una carpeta que automáticamente crea la NI. Ilustrado en la figura 5.45. Damos click siguiente



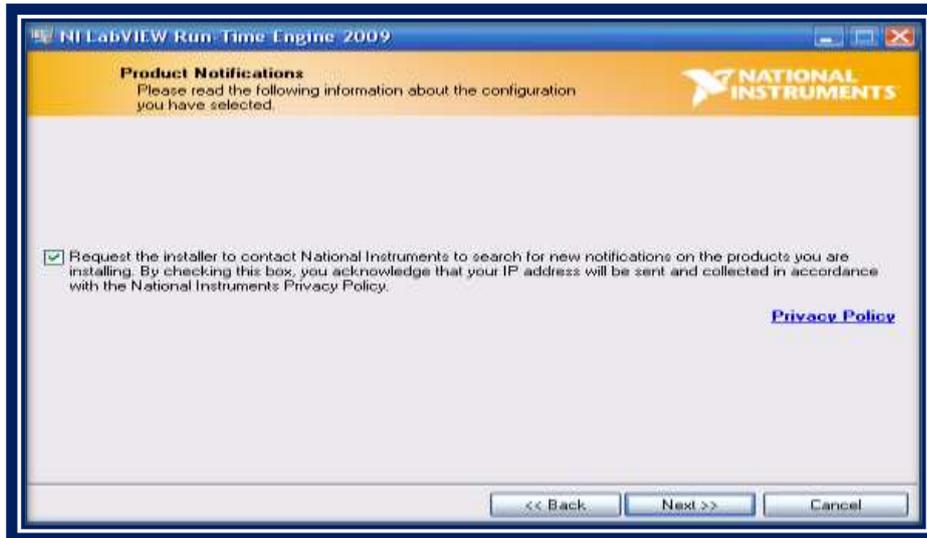
*Figura 5.45. Destinatario en el Directorio*

3. En la Figura 5.46. Escogemos en la librería que deseamos instalar en nuestro PC y damos click en siguiente.



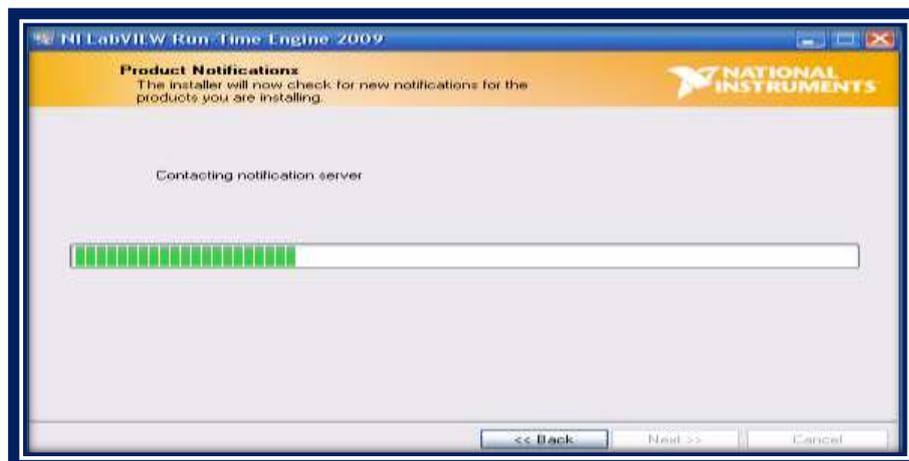
*Figura 5.46. Librería*

4. Como podemos darnos cuenta en la figura 5.47. Para seguir la instalación debemos tomar en cuenta las políticas de privacidad que tiene este producto lo que es normal en todas las compañías que dan estos servicios. Damos click en siguiente.



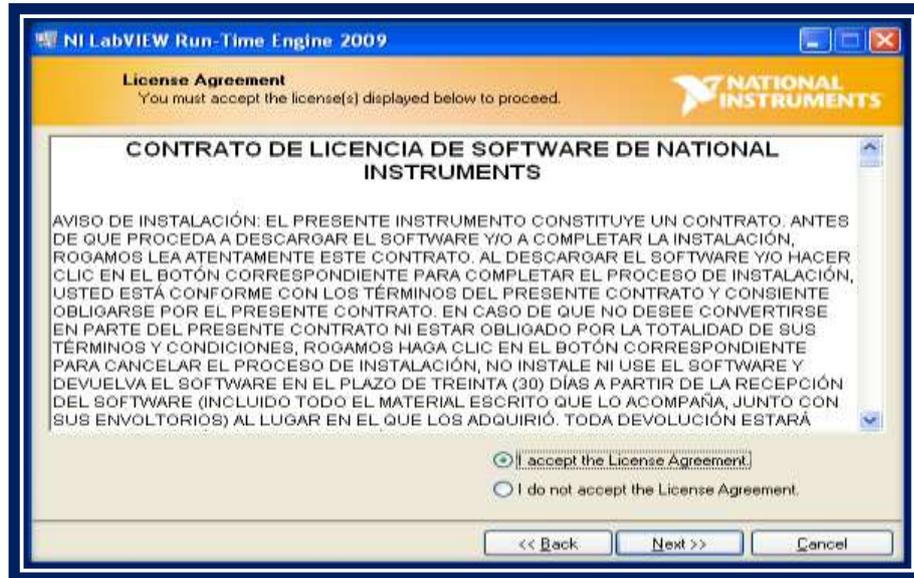
*Figura 5.47. Privacidad del producto*

5. Se mostrara la ventana de conexión con el server de LABVIEW para comenzar la instalación aceptaremos todo dando click en siguiente, ilustrado en la figura 5.48.



*Figura 5.48. Contacting notification server*

6. En La figura 5.49. Encontramos el contrato para uso del software, si aceptamos continuamos con la instalación.

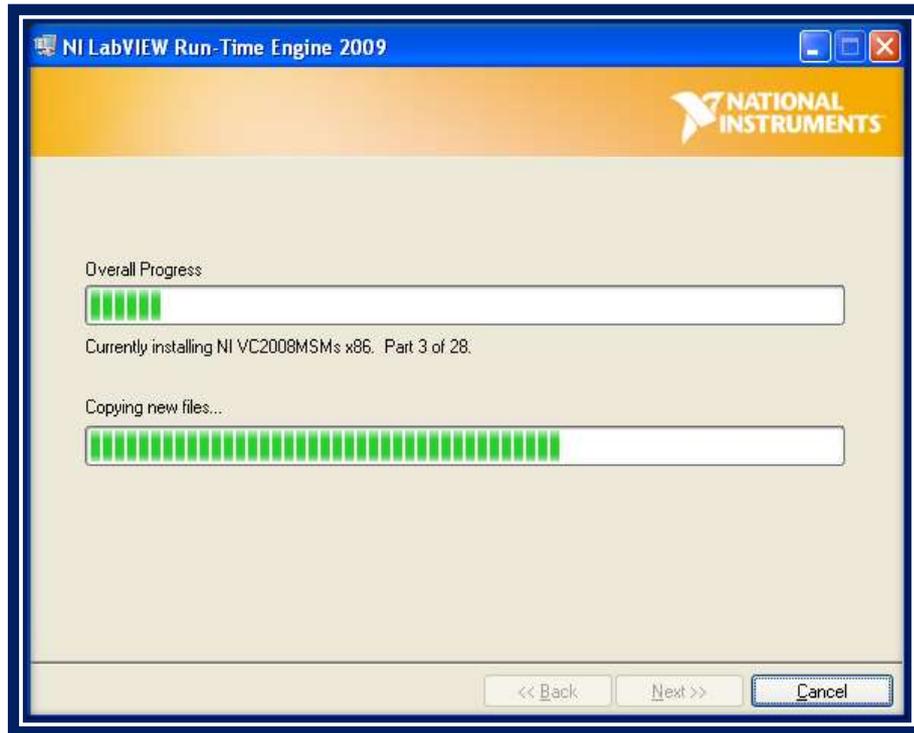


*Figura 5.49. Contrato de Licencia de software N.I.*

7. En las figuras 5.50 y 5.51. Aceptaremos todo dando click en siguiente para que continúe la instalación.

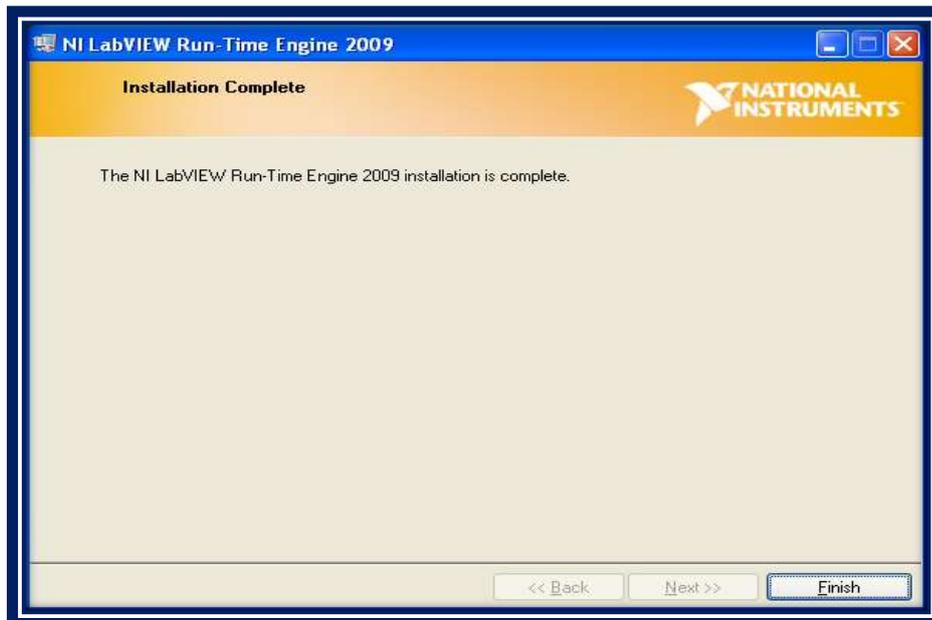


*Figura 5.50. Confirmación de la instalación*



*Figura 5.51. Progreso de la instalación*

8. Finalmente se instalo satisfactoriamente el Run-Time Engine 2009



*Figura 5.52. Final de la instalación*

Después de haber instalado el Plug- In, podremos acceder a la aplicación desde cualquier parte que el cliente esté conectado a la red, con cualquier navegador de internet que utilice, claro está ingresando la dirección que creamos en nuestro servidor de Web, al momento de visualizar nuestro proyecto el cual vamos a monitorear representado en la figura 5.42.

## **5.5. Descripción De La Aplicación.**

En el sistema S.C.A.D.A. implementado en LabVIEW utilizamos el modulo DSC permite la supervisión de las variables de control y monitoreo en la parte de seguridad industrial y mantenimiento preventivos y correctivos que se pueden realizar para evitar incidentes en la parte de refrigeración de los sistemas de vigilancia aérea como son los radares, los cuales van ha ser controlados por un PLC (ver Figura. 76). El sistema S.C.A.D.A considera dos niveles de seguridad para el cambio en los parámetros en el control del proceso como: el tiempo de integración, la ganancia proporcional y el Setpoint del modulo PID del PLC. La comunicación del sistema SCADA con el PLC se logra por medio de la configuración de un servidor OPC, herramienta que se encuentra en el modulo DSC. El servidor OPC permite trabajar con cualquier PLC que tenga su driver OPC, también se puede crear la aplicación cliente en LabVIEW para que acceda o se conecte a cualquier otro servidor OPC. Una vez creada la aplicación cliente en LabVIEW queda lista la transferencia de datos entre el sistema S.C.A.D.A. y el proceso a través del PLC.

El PLC utilizado es el S7-200 de Siemens CPU 214XP, donde se configuro el control PI del bloque de función PID FB41 de regulación continua para procesos industriales con magnitudes de entrada y salida continuas Mediante la parametrización es posible conectar o desconectar las funciones parciales del regulador PID, adaptándolo así al proceso a regular, para su programación se utilizo la herramienta Simatic Step 7, donde además se crearon los diferentes

Tags que permiten la configuración del modulo desde el sistema S.C.A.D.A., utilizando los bloques de datos del PLC.

El S.C.A.D.A. desarrollado presenta una pantalla de visualización, en la se muestra el proceso con los diferentes elementos que lo conforman (ver Figura 5.35. , válvulas, la bomba y los indicadores respectivos que muestran las alarmas, sensores de protección colocados en diferentes partes del radar, para controlar la refrigeración del sistema apertura de la válvula, estado de las bombas).

- **Objetivo:**

Después de haber realizado un estudio en las unidades de la escuadra naval de la Armada del Ecuador en cuanto al control y monitoreo, de los radares de las Corbetas Misileras tipo Esmeraldas desde los talleres integrados de reparación de unidades navales, se desarrollo un sistema SCADA para poder monitorear y controlar desde tierra por medio de la web, ha seis diferentes unidades navales con el mismo procesos en sus sistemas de vigilancia (RADAR) de las mismas características, con lo cual tendremos una estadísticas de fallas y nos facilitara, realizar mantenimientos preventivos y correctivos para evitar accidente que podrían tener consecuencias catastróficas ya que son unidades de alto peligro, porque en su interior posee tanques de combustibles y explosivos.

## **CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **6.1. Conclusiones.**

Se logro desarrollar la aplicación realizando una investigación en el campo de la industria, y asesoramiento de personal especializado en el área de automatización.

Para realizar la comunicación física entre estos dos protocolos, necesitamos realizar esta interface, con profibus confeccionado por la N.I., pero esta interface tenía un valor un poco alto, entonces decidimos construir un genérico que era de mucho menor costo para la integración del OPC Server con el PLC, como resultado de esto se logro realizar la construcción del cable de puerto genérico RS-485 para conectar PROFIBUS DE SIEMENS, además utilizamos un convertidor Edgeport/1 USB Converter U.S.A... Ya que no poseíamos el de N.I. y solo le cambiamos la configuración de los pines, dando como resultado un profibus, sin riesgos y que nos brinde confiabilidad y estabilidad en la aplicación.

Los estudios realizados con el fin de concluir este trabajo de tesis , nos permitió despejar dudas de la compatibilidad entre LABVIEW y diferentes marcas de PLC, al realizar un SCADA, donde la comunicación entre estos periféricos y el software era de primordial importancia para el éxito de esta aplicación, con lo cual se elimino cualquier duda, al poder monitorear con OPC Server al controlador lógico programable, se presentaron diferentes dificultades, al realizar la comunicación tal vez por desconocimiento, de protocolos, y características propias de cada dispositivo, o tal vez por ser la primera vez que realizamos esta integración un poco compleja al principio, pero gracias a los conocimientos adquiridos de los docentes de la Facultad Técnica de la UCSG, pudimos salir adelante con este proyecto, logrando aplicar en la práctica todo lo aprendido en la aulas de clases, con verdaderos equipos de control.

Se implementó en el SCADA un sistema de seguridad que permitiera establecer niveles jerárquicos, logrando un acceso total para un usuario llamado administrador y un acceso restringido para un usuario cualquiera diferente de él. Además la fácil programación y versatilidad de LabVIEW utilizando su servidor OPC nos brinda una plataforma que nos permite realizar la integración de cualquier sistema de control basados en PLC's diferentes marcas.

Podemos indicar sin duda a equivocarnos, que el aporte académico que le estamos proponiendo a la Facultad Técnica, es de gran importancia, gracias a que se creó con este documento la necesidad de abrir nuevos horizontes de tecnologías e ideas innovadoras, ya que una de las principales funciones de las universidades es aportar a la sociedad con investigaciones serias con la finalidad de mejorar productos, servicios, o la vida de las personas.

## **6.2. Recomendaciones.**

1. Para que los estudiantes experimenten lo que es la investigación en el campo de la industria y se afiancen en los procesos de control y automatismo, recomendamos incentivar con tutorías dadas por docentes, especializados en Siemens y LABVIEW con lo cual podamos reafirmar la investigación que se realizó con este trabajo de tesis y sacarle el máximo provecho a el laboratorio de LABVIEW al integrarlo con el nuevo laboratorio implantando con equipos de siemens, ya que ya se demostró que si puede integrar estos dos protocolos.
2. Con los nuevos equipos de soldadura adquiridos por la Facultad técnica, se recomienda confeccionar más cables genéricos RS-485 a un costo muy bajo del que está en el mercado esta interface física, para conectar PROFIBUS DE SIEMENS con el OPC Server de LABVIEW, ya que en

esta tesis esta detallado como se los puede construir y así cada alumno podría realizar prácticas en los laboratorios.

3. Se recomienda efectuar un estudio para realizar la programación del PLC Siemens S7-1200 que viene con un puerto Ethernet y poder realizar un SCADA, vía Ethernet con el OPC Server de LabVIEW de National Instrument.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Balcells J., Romeral, J.L.; ‘Autómatas programables’; ed. Marcombo

[2] Pallas R. (2005) Sensores y Acondicionadores, Cataluña: Marcombo S.A.

[3] Quiroga J. (2007-2008) Sede Central Dpto. ETSII Vigo Ingeniería Sistemas y Automática

[4] Rodríguez P. (2007) Sistemas. SACADA 2ª edición. Gran Vía de les Corts Catalanes 594 08007 Barcelona (España).Autor: Editoriales: MARCOMBO, EDICIONES TÉCNICA

[http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/atm/c8540/12\\_0/13\\_19/trouble/cells.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/atm/c8540/12_0/13_19/trouble/cells.htm)

Balcells J., Romeral, J I.S.A. Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alicante área de Ingeniería de Sistemas y Automática/L.; ‘Autómatas programables’; ed. Marcombo-Sensores y Actuadores.

Metodología para el Análisis y Diseño de Sistemas Multi-Agente Robóticos: MAD-Smart por:

Jiménez J. Profesor de la Escuela de Sistemas Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín jajimen1@unal.edu.co.

Vallejo M. Estudiante de Ingeniería Electrónica Universidad de Antioquia. Emavv736@udea.edu.co.

Ochoa J. Estudiante de Ingeniería de Sistemas e Informática Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Jfochoa@unal.edu.co

Elgueta R., Ingeniero de Aplicaciones en Control Automático de Schneider Electric. Wwww.schneider-electric.cl - www.telemecanique.com

Virtualización X en Libre sobre hardware redundado-Boletín de red iris, nº 88-89, abril de 2010 por:

López V. (virginio@um.es).

Hidalgo J. (jhidalgo@um.es).

Universidad de Murcia.

<http://www.irisxvm.es/>.

PIRAMIDE C.I.M. REFERENCIA

TREBAOL G. Making control panels with SVG and Microsoft Office/ Chaville – France gtrebaol@free.fr .

[Http://revolutionary-technologies.com/blog/category/erp-enterprise-resource-planning/](http://revolutionary-technologies.com/blog/category/erp-enterprise-resource-planning/)

Morales J. Consultorías Industriales en Automatización  
Autor(es):

Morales J. Consultorías Industriales en Automatización

Arias J. Consultorías Industriales en Automatización

[Http://joule.ni.com/nidu/cds/view/p/lang/es/id/1600](http://joule.ni.com/nidu/cds/view/p/lang/es/id/1600)

## **GLOSARIO**

<b>API</b>	Application Programming Interface Interfaz de programación de aplicaciones
<b>AUI</b>	Attachment Unit interface Interfaz de unidad de conexión
<b>CIM</b>	Manufactura integrada por computadora
<b>CPI</b>	Computer Integrated Processing Proceso integrado por computadora
<b>CHI</b>	Interfaces Hombre-Computadora
<b>CN</b>	Control Numérico
<b>DP</b>	Automatización de Planta
<b>DTE</b>	Data Terminal Equipment Equipo Terminal de Datos
<b>EIA-485</b>	Alianza de Industrias Electrónicas
<b>HMI</b>	Las Interfaces Hombre-Máquina
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commiss Comisión Electrotécnica Internacional.
<b>IP</b>	Internet Protocol Protocolo internet
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización
<b>LABVIEW</b>	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench

Laboratorio virtual de instrumentos de ingeniería gráfico

<b>LAN</b>	Local Area Networks Red de area local
<b>MAP</b>	Manufacturing Automation Protocol Protocolo de Automatización de Manufactura
<b>MS</b>	Memory Stick Tarjeta de memoria
<b>NI</b>	National Instruments
<b>OPC</b>	Ole for Process Control Viejo control para procesos
<b>OSI</b>	Open System Interconnection Organización internacional para la estandarización
<b>PA</b>	Automatización de procesos
<b>PCM</b>	Pulse Code Modulation Modulación por impulsos codificados
<b>PLC</b>	Controlador lógico programable
<b>RTU</b>	Remote Terminal Units Unidades Remotas
<b>RS485</b>	Sistema en Bus de Transmisión Multipunto Diferencial
<b>S.C.A.D.A.</b>	Supervisión Control Y Adquisición De Datos
<b>SENSOR NETWORKS</b>	Red de sensores

<b>SQL</b>	Structured Query Language Lenguaje de consulta estructurado
<b>STEADYTEC</b>	Este nombre significa el futuro de la tecnología de conexión para las transmisiones de datos y señales.
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol Protocolo de Control de Transmisión
<b>TOP</b>	Technical And Office Protocol Protocolo técnico de oficina
<b>UA</b>	Universal Automation Automatización Universal
<b>VB</b>	Visual Basic Visual Básico
<b>WAP</b>	Windows Address Book Libreta de direcciones de Windows
<b>WEB</b>	World Wide Web Todo el mundo Internet
<b>WIRELESS</b>	Comunicación inalámbrica
<b>WLAN</b>	Wireless Local Area Network Red de área local inalámbrica
<b>WSN</b>	Wireless Sensor Network Redes de sensores inalámbricos