



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL BASADO EN ASI-BUS.
CASO PRÁCTICO: ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO DE
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA EIS”.

TESIS DE GRADO

**Previa la obtención del título de
INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS**

Presentado por:

ALEX PAOLO POZO GUTIERREZ

EDGAR SANTIAGO MOLINA VERDUGO

Riobamba – Ecuador

2010

Nuestro profundo agradecimiento al Tribunal de Tesis, Ing. Marco Viteri (Director) e Ing. Danny Velasco (Asesor), quienes nos apoyaron constantemente para la realización del presente trabajo.

Dedico el presente trabajo a mi familia, especialmente a mis padres Isabel, Napoleón; a mi querida esposa Mayra y a mis adorados hijos, quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional, y me impulsaron siempre a salir adelante.

Paolo Pozo G.

Dedico mi esfuerzo empleado en este trabajo a mis padres: Jacqueline y Edgar, quienes con su dedicación supieron inculcar en mí un espíritu de superación constante.

Santiago Molina V.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Menes

**DECANO DE LA FACULTAD DE
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

Ing. Raúl Rosero

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA EN SISTEMAS**

Ing. Marco Viteri

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Danny Velasco

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Tlgo. Carlos Rodríguez

**DIRECTOR DEL CENTRO
DE DOCUMENTACIÓN**

NOTA DE TESIS

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

“Nosotros, Alex Paolo Pozo Gutiérrez y Edgar Santiago Molina Verdugo, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y, los equipos adquiridos y utilizados así como el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO”.

Paolo Pozo G.

Santiago Molina V.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

DI	Entrada Digital (Digital In).
AI	Entrada Analógica (Analog In).
AO	Salida Analógica (Analog Out).
AS-I	Interfaz Actuador-Sensor (Act-Sensor Interface).
CAN	Controlador de Área de Red (Controller Area Network)
DO	Salida Digital (Digital Out).
MBTP	Muy Baja Tensión de Protección(Very Low Tension of Protection)
MBTS	Muy Baja Tensión de Seguridad(Very Low Tension of Security)
ANSI	Instituto Nacional Americano de Normalización(Institute National American of Normalization)
CI	Red de Control Internacional(ControlNet International)
CIA	CAN en Automatización(CAN In Automation)
CIM	Manufactura Integrada por Computadora(Manufactures Integrated for Computer)
CSMA/CD	Sensor de Acceso Múltiple con detección de collision(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Ethernet/IP	Protocolo Industrial Ethernet(Ethernet / Industrial Protocol)
I/O	Entrada / Salida(Input / Output)
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos(Institute of Electrical and Electronical Engineers)
FMS	Mensaje de Especificación Fieldbus(Fieldbus Message Specification)
IP	Protocolo de Internet (Internet Protocol).
ISA	Asociación Internacional de Fabricantes de dispositivos de instrumentación de procesos(International association of Makers of devices of instrumentation of processes)
LAN	Red de Área Local (Local Area Network).
OSI	Sistema Abierto de Interconeción (Open System Interconnection).
PA	Automatización de Procesos(Process Automation)
PCs	Computador Personal (Personal Computer)
PLCs	Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controllers)
SDS	Sistema de Distribución Pequeño (Smart Distributed System)
TCP	Protocolo de Control de Transmisión(Protocol of Control of Transmission)
TCP/IP	Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet(Protocol of Control of Transmission / Protocol of Internet)
WAN	Red de Área Extensa(Net of Extensive Area)

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL 20

1.1 Antecedentes 20

1.1.1. Bus de Comunicación Industrial ASI 21

1.2 JUSTIFICACIÓN 23

1.2.1. Justificación Teórica. 23

1.2.1.1. Buses de alta velocidad y baja funcionalidad 23

1.2.1.2. Buses de alta velocidad y funcionalidad media 23

1.2.1.3. Buses de altas prestaciones 24

1.2.2. Justificación Aplicativa..... 25

2.3 OBJETIVOS 26

2.3.1 Objetivo General 26

2.3.2 Objetivos Específicos 26

2.4. HIPOTESIS 26

CAPÍTULO II 27

COMUNICACIONES INDUSTRIALES 27

2.1. INTRODUCCIÓN 27

2.1.1. VISIÓN HISTÓRICA..... 28

2.2. EVOLUCIÓN DEL CONTROL INDUSTRIAL 28

2.3. TIPOS DE REDES INDUSTRIALES. 31

2.3.1. ASI (Actuator Sensor Interface) 31

2.3.2. BITBUS 31

2.3.3. PROFIBUS (Process Field BuS) 31

2.3.4. FIELDBUS en OSI 32

CAPÍTULO III

REDES INDUSTRIALES	33
3.1 TECNOLOGÍA DE BUSES DE CAMPO	33
3.1.1. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	34
3.1.2. PROCESOS DE COMUNICACIÓN POR MEDIO DE BUS	35
3.1.3. TIPOS DE REDES DE CAMPO MÁS IMPORTANTES	35
3.1.3.1. Buses de alta velocidad y baja funcionalidad	35
3.1.3.2. Buses de alta velocidad y funcionalidad media	36
3.1.3.3. Buses de altas prestaciones	36
3.1.3.4. Buses para áreas de seguridad intrínseca	38
3.1.4. VENTAJAS DE UN BUS DE CAMPO	38
3.1.5. DESVENTAJAS DE UN BUS DE CAMPO	39
3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS REDES INDUSTRIALES	39
3.2.1. Interbus	39
3.2.2. AS - INTERFACE	40
3.2.3. DeviceNet	41
3.2.4. Bitbus	41
3.2.5. FIP- WorldFIP	42
3.2.6. Profibus	42
3.2.7. ControlNet	42
3.3. COMPONENTES DE LAS REDES INDUSTRIALES	43
3.3.1. PUENTES (BRIDGES)	43
3.3.2. REPETIDOR	44
3.3.3. PASARELAS (GATEWAYS)	45
3.3.4. ENCAMINADORES (ROUTERS)	46
3.4. TOPOLOGÍA DE REDES INDUSTRIALES	46
3.5. BENEFICIOS DE UNA RED INDUSTRIAL	46
CAPÍTULO IV	48
ASI – BUS (PARTE INVESTIGATIVA)	48
4.1. INTRODUCCIÓN	48
4.1.1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN	49
4.2. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	52
4.2.1. Estructura básica del sistema	52
4.2.2. Características principales	53
4.3. TEORÍA DE LA RED	56
4.3.1. Variedad de conexiones	57

4.3.2. El telegrama AS-i.....	58
4.4. CAMPO DE APLICACIÓN	59
4.4.1. Para aplicaciones industriales.....	59
4.4.2. Para zonas asépticas y húmedas	59
4.4.3. Para zonas explosivas	60
4.4.4. Para aplicaciones de seguridad.....	60
4.4.5. AS-Interface como sistema práctico.....	60
4.5. PANORÁMICA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA	62
4.5.1. MAESTROS ASI.....	62
4.5.1.1. Maestro AS - interface	62
4.5.1.1.1. Maestro AS-i extendido	62
4.5.1.1.2. Maestro AS-i estándar	63
4.5.2. ESCLAVOS ASI	63
4.5.2.1. Esclavo AS-i	63
4.5.2.1.1. Esclavo AS-i A/B	63
4.5.2.1.2. Esclavo AS-i analógico	63
4.5.2.1.3. Esclavo AS-i estándar	63
4.5.2.1.4. Esclavos Analógicos	64
4.5.2.1.5. Perfil del esclavo AS-i	64
4.5.2.1.6. Código ID	66
4.5.3. CABLES ASI.....	66
4.5.3.1. El concepto de cable plano AS-i.....	66
4.5.3.2. Técnica de montaje rápido	67
4.5.3.3. Cable Amarillo.....	67
4.5.3.4. Extensiones de cable	68
4.5.3.5. Comparativa de las diversas extensiones de cable.....	70
4.5.3.6. Extensión de cable con repetidor	71
4.5.3.7. Extensión de cable con maestro doble	72
4.5.3.8. Extensión de cable con terminación de bus	73
4.5.3.9. Extensión máxima posible con repetidores y terminación de bus	73
4.5.4. FUENTE DE ALIMENTACIÓN ASI.....	74
4.5.5. MÓDULOS ASI	76
4.5.5.1. Módulos Activos.....	76
4.5.5.2. Módulos Pasivos.....	76
4.5.5.3. Módulos de Protección	77

4.5.6. OTROS COMPONENTES AS-I DEL SISTEMA.....	79
4.5.6.1. Unidad de Direccionamiento	79
4.5.6.2. As-i Tester.....	80
4.6. PROPIEDADES DEL SISTEMA Y DATOS CLAVE	81
4.6.1. Diseño, planificación y documentación.....	81
4.6.2. Cómo hacer una conexión AS-i en 4 pasos	82
4.6.2.1. Primer paso.	82
4.6.2.2. Segundo paso.	84
4.6.2.3. Tercer paso.....	85
4.6.2.4. Cuarto paso.	86
4.7. LOS MAESTROS ASI	87
4.7.1. DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	87
4.7.1.1. Perfiles del maestro.....	87
4.7.1.2. Fallos de periféricos.....	87
4.7.1.3. Estructura del maestro AS-i.....	88
4.7.1.4. Ejemplos de uso para el maestro AS-i.....	89
4.7.1.5. El maestro según la especificación AS-i 2.1.....	89
4.7.1.6. Puesta en marcha del maestro	90
4.7.2. PRINCIPIO MAESTRO ESCLAVO	92
4.7.3. PASARELAS DE RED ASI.....	92
4.7.4. TAREAS Y FUNCIONES DEL MAESTRO.....	93
4.7.4.1. El maestro como parte central.	93
4.7.4.2. Sistema monomaestro	94
4.7.4.3. Maestro PLC	94
4.7.4.4. El maestro para el PC.....	95
4.8. LOS ESCLAVOS ASI	95
4.8.1. FUNCIONAMIENTO DE LOS ESCLAVOS ASI	95
4.8.1.1. Posibilidades de direccionamiento del esclavo.....	97
4.8.1.2. Características principales	97
4.9. OTROS COMPONENTES DEL SISTEMA	98
4.9.1. REPETIDOR /EXTENSOR DE ASI.....	98
4.9.2. PASARELAS.....	100
4.9.3. DISPOSITIVO ENRUTADOR	101
4.9.3.1. Terminal de Direccionamiento.	101
4.10. FASES OPERATIVAS	102
4.10.1. Inicialización (off-line).	102

4.10.2. Arranque	102
4.10.3. Modo Normal.....	102
4.11. FUNCIONAMIENTO	103
4.11.1. Conexión del bus AS-i.....	106
4.12. TOPOLOGÍAS DE RED	106
4.12.1. Topología en línea	107
4.12.2. Topología en estrella.....	107
4.12.3. Topología en árbol	108
CAPÍTULO V	
CONFIGURACION DEL PLC PARA SISTEMAS ASI – BUS	109
5.1. CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE	109
5.1.1. DEFINICIÓN.....	110
5.1.2. ARQUITECTURA DE UN PLC.....	110
5.1.3. MARCAS – TIPOS	112
□ TWIDO	112
□ TSX MICRO:	113
□ Modicon Premium:.....	114
5.1.4. CLASES DE PROGRAMACIÓN.....	116
5.1.4.1. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN ORIENTADOS AL PLC.....	116
5.1.4.1.1. <i>Lenguaje AWL</i>	116
5.1.4.1.2. Lenguaje KOP o Ladder.	116
5.1.4.1.3. <i>Lenguaje FUP</i>	117
5.1.4.1.4. Programación con diagrama de escalera	118
5.1.4.1.5. Programación con bloques funcionales	122
CAPÍTULO VI	
DIMENSIONAMIENTO, IMPLEMENTACION Y PRUEBAS	125
DESARROLLO DE LA RED CON AS – INTERFACE BUS DE CAMPO	125
6.1. Introducción	125
6.2. APLICACIÓN PRÁCTICA	126
6.2.1. Metodología para el Diseño e Implementación de la Red Industrial con AS Interface Bus de Campo.....	126
6.2.1.1 FASE I: Planificación	128
6.2.1.1.1. Descripción del Sistema	128
6.2.1.1.2. Especificación de Requerimientos	130
6.2.1.1.2.1. Requerimientos Funcionales	130

6.2.1.1.2.2. Requerimientos no Funcionales	130
6.2.1.1.3. Historia de Usuarios	131
6.2.1.1.4. Planificación Inicial	137
6.2.1.2. FASEII: Selección de Dispositivos AS-Interface.....	137
6.2.1.2.1. Maestro AS-Interface TWIDO TWD NOI 10M3	137
6.2.1.2.2. Modulo Esclavo AS-Interface ASI 67FMP44D	140
6.2.1.2.3. Fuente AS-Interface ASI ABL M3024	141
6.2.1.2.4. Derivación M12 para AS-Interface	142
6.2.1.2.5. Cable Amarillo AS-Interface	143
6.2.1.2.6. Cable Negro AS-Interface	143
6.2.1.2.7. Direccionador ASI TERV2	143
6.2.1.2.8. Cable de Direccionamiento M12 en M12	145
6.2.1.3. FASE III: Implementación	146
6.2.1.3.1. Grafcet	146
6.2.1.3.2 Diagramas de Secuencia	147
6.2.1.3.3. Diagramas de Colaboración	149
6.2.1.3.4. Diagrama de Actividades	150
6.2.1.3.5. Diagrama de Estados	152
6.2.1.3.6. Diagrama de Despliegue	153
6.2.1.3.7 Instalación de Twido Suite	154
6.2.1.3.8 Configuración del PLC TWD LCDE 40DRF, del Maestro ASI - BUS y del Esclavo ASI - BUS.	160
6.2.1.3.9 Configuración del Esclavo mediante ASI TERV2	165
6.2.1.3.10 Monitoreo de la Red (Control mediante LookOut)	166
6.2.2 Comprobación de la Hipótesis.....	167
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
RESUMEN	
SUMMARY	
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFIA INTERNET	
REFERENCIAS WEB	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1 Estructura jerárquica de la automatización Industrial	21
Figura I.2 Estructura ASI	22
Figura II.1 Sistema de Control Distribuido APAC	31
Figura IV.1 Tareas Fundamentales de AS-International Association.	50
Figura IV.2 Estructura básica de un sistema AS-i.	53
Figura IV.3 Comparación de costos de Buses de Campo Existentes	55
Figura IV.4 Sistemas de Automatización Complejos	57
Figura IV.5 Respuesta de Esclavo a Maestro Ciclo AS-i con esclavos A/B.	59
Figura IV.6 Módulo activo AS-i para la conexión de cuatro detectores binarios.	61
Figura IV.7 Esquema gráfico de un detector inteligente.	62
Figura IV.8 Montaje del Cable ASI en Módulos	66
Figura IV.9 Cables AS-I	68
Figura IV.10 Extensión de cable con repetidor	71
Figura IV.11 Extensión de cable con maestro doble	72
Figura IV.12 Extensión de cable con terminación de bus	73
Figura IV.13 Extensión máxima posible con repetidores y terminación de bus	74
Figura IV.14 Fuente de Alimentación AS-Interface	75
Figura IV.15 Modulo AS-I	77
Figura IV.16 Modulo de Protección AS-I	78
Figura IV.17 Módulo de Detección de Defecto a Tierra	79
Figura IV.18 Unidad de direccionamiento.	80
Figura IV.19 ASi-Tester.	80
Figura IV.22 Ejemplo de documentación de una instalación.	82
Figura IV.27 Estructura del maestro AS-i.	88
Figura IV.28 Diversos tipos de maestro.	89
Figura IV.29 Repetidor	99
Figura IV.30 Modelo Extension Plus de Siemens	99
Figura IV.31 Pasarelas DP/AS-i LINK Advanced de Siemens	100
Figura IV.32 Enrutador	101
Figura IV.33 Fases Operativas Red AS-i	103
Figura IV.34 Topología en Linea	107
Figura IV.35 Topología en Estrella	107
Figura IV.36 Topología en Arbol	108
Figura V.1 Arquitectura de un PLC	110

Figura V.2 Diagrama típico de Lógica escalera	118
Figura V.3 Diagrama escalera	119
Figura V.4 Lógica escalera	120
Figura V.5 Bloques funcionales	124
Figura VI. 1Módulos conectados a la Red	129
Figura IV.2. Maestro Twido TWD NOI 10M3	137
Figura VI.3. Descripción de Partes Modulo Maestro AS-Interface	138
Figura IV.4. Panel Frontal Modulo Master Twido TWD NOI 10M3	139
Figura VI.5. Arquitectura Maestro TWDNOI 10M3	139
Figura VI.6. Modulo Esclavo ASI 67FMP44D	140
Figura VI.7. Descripción Modulo ASI 67FMP44D	141
Figura VI.8. Fuente de Alimentación AS-Interface	142
Figura VI.9. Derivación M12 para AS-Interface	142
Figura VI.10. Cable Amarillo AS – Interface	143
Figura VI.11. Cable Negro AS-Interface	143
Figura VI.12. Direccionador ASI TERV2	144
Figura VI.13. Elementos Direccionador ASI TERV2	145
Figura VI.14. Cable de Direccionamiento M12 en M12	145
Figura VI.15. Grafcet de la Estación de Distribución FESTO	146
Figura VI.16. Diagrama de Secuencia Estación de Distribución	147
Figura VI.17. Diagrama de Secuencia Monitoreo y Control de la Red	148
Figura VI.18. Diagrama de Colaboración Estación de Distribución	149
Figura VI.19. Diagrama de Colaboración Monitoreo y Control de la Red	149
Figura VI.20. Diagrama de Actividad Estación de Distribución	150
Figura VI.21. Diagrama de Actividad Monitoreo y Control de la Red	151
Figura VI.22. Diagrama de Estado Estación de Distribución	152
Figura VI.23. Diagrama de Estado Monitoreo y Control de la Red	153
Figura VI.24. Diagrama de Despliegue	153
Figura VI.25. Pantalla del Idioma	154
Figura VI.26. Pantalla de Bienvenida	154
Figura VI.27. Pantalla de los términos de la Licencia.	155
Figura VI.28. Pantalla del Nombre de la Organización.	156
Figura VI.29. Pantalla del Tipo de Instalación.	156
Figura VI.30. Pantalla del Ubicación.	157
Figura VI.31. Pantalla de Carpeta de Destino.	157
Figura VI.32. Pantalla de Resumen de la Instalación.	158

Figura VI.33. Pantalla del Progreso de la Instalación.	158
Figura VI.34. Pantalla de Finalización.	159
Figura VI.35. Pantalla de Bienvenida al Programa.	159
Figura VI.37. Pantalla de Descripción.	161
Figura VI.38. Pantalla de Selección del PLC.	162
Figura VI.39. Pantalla de Selección del Maestro ASI-BUS.	162
Figura VI.40. Pantalla del Catalogo del Maestro ASI-BUS.	163
Figura VI.41. Pantalla de Inserción del Esclavo ASI-BUS.	164
Figura VI.42. Pantalla de los Equipos de la red ASI-BUS.	164
Figura VI.43. Pantalla de Programación.	165
Figura VI.44. Configuración del Esclavo ASI-BUS mediante ASITERV2.	165
Figura VI.45. Pantalla de Control de la red mediante Lookout	166
Figura VI. 46 Consumo de la Red ASI_BUS	170
Figura VI. 47 Equipos ASI_BUS en AS-INTERFACE DESIGN	171
Figura VI. 48 Descripción de los equipos ASI_BUS	171

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.I Telegrama AS-i	59
Tabla IV.II Configuración de E/S (para códigos ID = 0)	65
Tabla IV.III Código ID	66
Tabla IV.IV Comparativa entre diversas extensiones de cable Asi	70
Tabla IV.V. Ejemplo Calculo de Potencia Fuente As-i	83
Tabla IV.VI Compatibilidad entre maestro y esclavos.	90
Tabla IV.VII Tabla Perfil/Funcionalidad	91
Tabla IV.VIII Características Principales Esclavos AS-i	97
Tabla VI.I Resultados con AS-Interface Design	167
Tabla VI.II Parámetros de calificación Análisis cuantitativo	172
Tabla VI.III Resultado del análisis cuantitativo	172

INTRODUCCIÓN

Dado el creciente interés en el desarrollo de sistemas automatizados a través de autómatas programables, redes industriales y buses de campo; las aplicaciones de buses de campo tratan de presentar redes industriales utilizando mínimos recursos con el fin de aportar a las organizaciones facilidad al momento de la realización del montaje de equipos dentro de una red industrial, y la obtención de información valiosa de forma rápida y oportuna.

Para conseguir una implementación exitosa de buses de campo, hoy en día existe una gran variedad de buses que interactúan en el nivel del más bajo del proceso de control como es el nivel de campo; entre estos tenemos: Profibus, Can, AS - Interface, entre otros, los mismos que proporcionan excelentes señales a nivel de campo, manejando datos de forma rápida y eficaz los datos y aumentando de esta manera la productividad de la red industrial.

Las aplicaciones implementadas con buses de campo, especialmente con AS - Interface, pueden aportar a las empresas mejoras valiosas al momento de la transmisión de datos hacia el plc, y de esta manera el mejoramiento del control de los procesos industriales como:

- El intercambio puede llevar a cabo por medio de un mecanismo estándar.
- Flexibilidad de extensión.
- Conexión de módulos diferentes en una misma línea.
- Posibilidad de conexión de dispositivos de diferentes procedencias.
- Distancias operativas superiores al cableado tradicional.

- Reducción masiva de cables y costo asociado.
- Simplificación de la puesta en servicio

El laboratorio de automatización industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas cuenta con una planta de distribución prototipo, la misma que será usada para implementar una red industrial basado en la tecnología AS – interface para de esta manera demostrar las ventajas de esta nueva tecnología de intercambio de datos a nivel de campo.

Este trabajo investigativo tiene como objetivo implementar una red industrial basado en la tecnología AS – interface y de esta manera demostrar el grado de complejidad y las mejoras en las tecnologías de buses de campo existentes en comparación con la utilizada, y de esta manera constatar el ahorro de componentes primarios de instalación, como es ahorro de cableado, y disminución de riesgos en el momento de la implementación, así como también la fácil programación de cada uno de componentes primordiales que conforman una red industrial basado en la tecnología AS – interface.

El contenido de esta tesis está estructurado en 6 capítulos, el **Capítulo I** da una narración sobre el propósito y justificación de la tesis, el **Capítulo II** proporciona una introducción y nociones generales acerca de las Comunicaciones Industriales, el **Capítulo III** muestra el estudio en lo que se refiere a Redes Industriales, el **Capítulo IV** presenta la documentación de la tecnología de Bus de Campo AS – Interface, el **Capítulo V** muestra como se realizó la configuración del PLC para los sistemas basados

en la tecnología AS – Interface, y finalmente el **Capítulo VI** muestra como se realizo la implementación de la red industrial basado en AS – Interface, el dimensionamiento de equipos, la implementación y la validación de resultados.

Para la realización del Estudio se realizaron las siguientes tareas:

1. Investigar detalladamente la tecnología AS - interface.
2. Establecer criterios de comparación.
3. Establecer una escala de calificación.
4. Por cada criterio:
 - a. Un cuadro comparativo.
 - b. Interpretación del cuadro comparativo.
 - c. Interpretación en base al criterio.
5. Análisis de Resultados.

La implementación en sí de red industrial basado en AS – Interface esta dividido en tres partes; **Dimensionamiento de equipos**, en este punto, se realizo un análisis para adquirir y verificar características y el funcionamiento de los instrumentos y equipos necesarios para la implementación de red; **Implementación** en este punto se realizo la construcción de la red, direccionamiento de interfaces, conexión de dispositivos, programación del PLC, etc; y **Validación** en este punto se realizo la validación de los resultados obtenidos mediante la implementación, se verifica el perfecto funcionamiento de la planta de distribución basado en la tecnología AS – Interface.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

Los buses de campo existen desde hace más de una década, durante los últimos años se ha prestado una gran atención a la aplicación de esta tecnología para accionamientos. Uno de los obstáculos para la rápida adopción de la tecnología de buses de campo ha sido la falta de estandarización.

En los primeros tiempos, se ofrecían soluciones privadas poco flexibles, conllevando a la necesidad de un bus de campo estandarizado, dada la poca flexibilidad de estas soluciones. Se crearon varias soluciones, que competían entre sí, para desarrollar un bus de campo abierto con posibilidades de convertirse en norma. El resultado es que hoy en día existe una gran cantidad de estándares de buses de campo abiertos como lo es ASI.

Un bus de campo es un sistema full dúplex digital de transmisión de datos, que conecta dispositivos de campo y sistemas de automatización inteligentes con la red de una planta industrial. Un bus de campo sustituye al sistema de control E/S convencional por cable. También difiere de las conexiones punto a punto, que sólo permiten el intercambio de datos entre dos dispositivos participantes.

Un bus de campo transfiere información secuencialmente, por lo que a menudo se le denomina sistema de comunicación en serie, físicamente podemos considerar a un bus como un conjunto de conductores conectando conjuntamente más circuitos para permitir el intercambio de datos.

Los buses de campo conectan sensores, actuadores, controladores y dispositivos similares en el nivel inferior de la estructura jerárquica de la automatización industrial como se indica en la Figura I.1.



Figura I.1 Estructura jerárquica de la automatización Industrial ¹

1.1.1. Bus de Comunicación Industrial ASI

El bus AS-Interface es una red estándar, robusta y suficientemente flexible, que cumple con todos los requerimientos para un bus de comunicación industrial. Está especialmente diseñada para el nivel “más bajo” del proceso de control. La red AS-

¹

Fuente: http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/ftp/material_asignaturas/Laboratorio%20de%20Comunicacion%20Industriales/Documentaci%F3n/Introducci%F3n%20a%20las%20Comunicaciones%20Industriales.pdf

Interface **representa** “los ojos y los oídos” para el control del proceso, pero utilizando técnicas de comunicación industrial.

AS-Interface es un sistema estandarizado, independiente del fabricante, sin bus específico de una marca, compatible con el campo gracias a su máxima resistencia a interferencias eléctricas, este bus permite acoplamiento de los elementos en lugares indistintos mediante uniones mecánicas.

A diferencia con otros sistemas de bus más complejos, la red AS-Interface se configura de forma automática, el usuario no necesita realizar ningún ajuste, como por ejemplo, derechos de acceso, velocidad de red, tipo de telegrama, etc., con AS-Interface se pueden conectar señales de proceso digitales y analógicas, representa la interface universal entre el nivel de control superior (PLC) y el nivel de control inferior (actuadores y sensores).

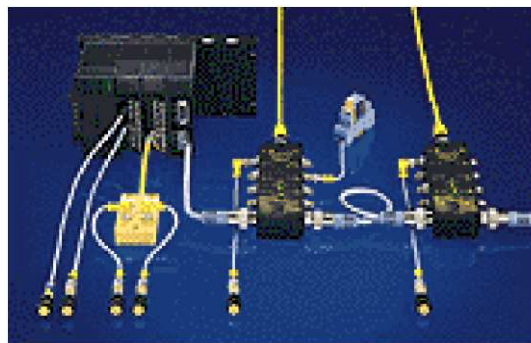


Figura I.2 Estructura ASI ²

La red AS-Interface se puede montar como una instalación eléctrica estándar. Gracias al robusto principio de funcionamiento sobre el que se asienta, no hay limitaciones en cuanto a la estructura (topología de red).

² **Fuente:** <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT5/busses.pdf>

1.2 JUSTIFICACIÓN

1.2.1. Justificación Teórica.

Conocer la variedad de sistemas de transmisión de datos en redes industriales, especialmente los buses de campo ASI-BUS; en vista que estos permiten la implementación de sistemas automatizados de una forma rápida y sencilla.

En cuanto a los sistemas de transmisión de datos en redes industriales los principales son:

1.2.1.1. Buses de alta velocidad y baja funcionalidad

Están diseñados para integrar dispositivos simples como finales de carrera, fotocélulas y actuadores simples, funcionando en aplicaciones de tiempo real, y agrupados en una pequeña zona de la planta, típicamente una máquina. Básicamente comprenden las capas física y de enlace del modelo OSI. Algunos ejemplos son:

- CAN: Diseñado originalmente para su aplicación en vehículos.
- SDS: Bus para la integración de sensores y actuadores, basado en CAN
- ASI: Bus serie diseñado por Siemens para la integración de sensores y actuadores.

1.2.1.2. Buses de alta velocidad y funcionalidad media

Se basan en el diseño de una capa de enlace para el envío eficiente de bloques de datos de tamaño medio. Estos permiten que el dispositivo tenga mayor funcionalidad de modo que permite incluir aspectos como la configuración, calibración o programación del dispositivo. Son buses capaces de controlar dispositivos de campo complejos, de forma eficiente y a bajo costo. Algunos incluyen funciones estándar para distintos tipos de dispositivos (perfiles) que facilitan la inter-operabilidad de dispositivos de distintos fabricantes. Algunos ejemplos son:

- DeviceNet

- LONWorks
- BitBus
- DIN MessBus
- InterBus-S

1.2.1.3. Buses de altas prestaciones

Aunque se basan en buses de alta velocidad, algunos presentan problemas debido a la sobrecarga necesaria para alcanzar las características funcionales y de seguridad que se les exigen. La capa de aplicación tiene un gran número de servicios a la capa de usuario, habitualmente un subconjunto del estándar MMS (Manufacturing Message Specification). Algunos ejemplos son:

- Profibus
- WorldFIP
- Fieldbus Foundation

En nuestro caso el estudio del Bus de Campo Industrial ASI nos permitirá la implementación de sistemas industriales, simplificando la utilización recursos, optimizando la comunicación y disminuyendo el cableado y costos; en vista que ASI nos brinda facilidades de manejo e implementación.

Se optó por el estudio del Bus de Campo Industrial ASI puesto que presenta las siguientes características:

- El intercambio puede llevar a cabo por medio de un mecanismo estándar.
- Flexibilidad de extensión.
- Conexión de módulos diferentes en una misma línea.
- Posibilidad de conexión de dispositivos de diferentes procedencias.
- Distancias operativas superiores al cableado tradicional.

- Reducción masiva de cables y costo asociado.
- Simplificación de la puesta en servicio

ASI - BUS también presenta mínimos inconvenientes frente a sus grandes beneficios como son:

- Necesidad de conocimientos superiores.
- Inversión de instrumentación y accesorios de diagnóstico.
- Costos globales inicialmente superiores.

Este estudio contribuirá a que estudiantes y maestros tengan una información ampliada sobre lo que es Bus de Campo Industrial ASI, el mismo que empieza a tener gran auge en la actualidad.

1.2.2. Justificación Aplicativa.

El excesivo, molesto y tedioso cableado de las redes industriales que se construyen con dispositivos tradicionales llevan a la necesidad de poder implementar éstas de una forma rápida y sencilla para de esta forma facilitar el trabajo y la programación en la construcción de este tipo de sistemas automatizados.

El laboratorio de Automatización Industrial de la EIS cuenta con un sistema de distribución; en el cual se ha optado por la opción de mejoramiento mediante la utilización de la tecnología ASI – BUS.

Esta solución industrial nos permitirá tener un mejor control en el manejo de esta planta de distribución; y que así estudiantes y maestros puedan contar con un módulo didáctico de esta planta de distribución implementada con una tecnología diferente a la ya existente; y más que todo de actualidad, este aprendizaje teórico-práctico permitirá a los estudiantes relacionar su uso en empresas industriales lo cual influirá en el mejoramiento de la producción y el desarrollo. Uno de los puntos importantes de esta

aplicación es la Integración de las tecnologías ASI - BUS con el ya existente sistema de distribución, el mismo que facilitara el diseño de esta red industrial.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Implementar una red industrial basado en ASI-BUS aplicado a la estación de distribución del laboratorio de Automatización Industrial de la EIS.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Conocer los principios de funcionamiento de los maestros, esclavos, módulos y fuente involucrados en las redes industriales basadas en ASI-BUS para de esta manera poner en funcionamiento óptimo a la planta de distribución.
- Analizar los aspectos más importantes involucrados en la implementación física de las redes industriales mediante ASI-BUS para ponerlos en práctica en la estación de distribución del laboratorio de Automatización Industrial de la EIS..
- Dimensionar los dispositivos de tecnología ASI-BUS necesarios para un buen funcionamiento de la estación de distribución.
- Implementar una red industrial para la estación de distribución del laboratorio de Automatización Industrial de la EIS.
- Comprender los aspectos de programación de ASI – BUS para realizar la configuración del funcionamiento de la estación de distribución.

2.4. HIPOTESIS

Con la implementación de la Red ASI-BUS se disminuirá el cableado hacia el PLC, mejorará la gestión y comunicación de las señales de campo.

CAPÍTULO II

COMUNICACIONES INDUSTRIALES

2.1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de comunicación industrial son mecanismos de intercambio de datos distribuidos en una organización industrial que permite:

- Intercambio de datos on-line.
- Intercambio de datos eficientes y de bajo coste temporal y económico

Además se debe tener en cuenta que el objetivo primario del sistema de comunicación es el de proporcionar el intercambio de información (de control) entre dispositivos remotos.

Este intercambio de información puede realizarse en base a distintas tecnologías:

- Comunicación punto a punto analógica
- Comunicación punto a punto digital
- Comunicación punto a punto híbrida
- Comunicación digital con bus de campo

Siendo las comunicaciones de bus de campo las que serán enfocadas en el presente trabajo, en especial las basadas en ASI-BUS.

2.1.1. VISIÓN HISTÓRICA

Las redes de comunicaciones industriales deben su origen a la fundación FielBus (Redes de campo). La fundación FielBus, desarrollo un nuevo protocolo de comunicación, para la medición y control de procesos donde todos los instrumentos puedan comunicarse en una misma plataforma. FielBus permite disponer de una nueva tecnología para una nueva generación de sistemas de control y automatización, físicamente más simple, donde toda la rutina de control regulatorio y control lógico, es efectuado por dispositivos de campos, posibilitando además una arquitectura abierta donde cualquier fabricante de equipos de instrumentación pueda integrarse a la red de campo existente en una fabrica o empresa. La gran mayoría de los fabricantes de instrumentos han anunciado la posibilidad de desarrollar productos basados en las especificaciones de la fundación FielBus (Henry Caro, 1997). En este momento existen los desarrollos liderizados por organizaciones que agrupan a ciertos fabricantes, que en algunos casos tuvieron como punto de partida estándares establecidos en algunos países. Entre estos tenemos a Profibus, WorldFip y LonWorks que poseen como principal ventaja su amplia base instalada.

2.2. EVOLUCIÓN DEL CONTROL INDUSTRIAL

En las primeras plantas de procesamiento el control de procesos requería frecuentemente de muchos operadores, quienes circulaban continuamente alrededor de

cada unidad de proceso observando los instrumentos locales y manipulando las válvulas. Las operaciones generales de la planta requerían que los operadores realizaran un tour a la planta registrando manualmente los parámetros de importancia. Posteriormente, y tras efectuar los cálculos matemáticos apropiados, el operador hacía un segundo tour, ajustando los controles.

Con la transmisión de las señales neumáticas, nacieron las primeras salas de control, donde se trasladaron los indicadores a un lugar central, junto con los controladores que transmitían señales de vuelta hacia las válvulas. En ese entonces, las lecturas se realizaban en grandes indicadores locales y los operadores ajustaban los controles neumáticos en la sala de control.

Luego de la Segunda Guerra Mundial, los controladores electrónicos empezaron a aplicarse industrialmente y aparecieron nuevos tipos de sensores para medir parámetros anteriormente no medibles. Asimismo, los computadores se volvieron más baratos y confiables, y los controladores se hicieron más pequeños, permitiendo su instalación en paneles. A su vez, las salas de control se tornaron más comunes y complejas.

Las tecnologías de video y su habilidad para desplegar datos y permitir al operador iniciar acciones de control, hicieron posible las entradas del control distribuido. Entonces, la sala de control pudo proveer información centralizada sin tener que centralizar todo el procedimiento, disminuyendo así los riesgos asociados, al reducir costos y complejidad de cableado.

Los sistemas de control distribuidos tradicionales nacidos en la década de los '70, lograron que los datos y las respuestas a ellos fueran en tiempo real. Las interfaces de

operador de alta calidad permitieron que los operadores supieran sin esfuerzo lo que estaba pasando en toda la planta. No obstante, dichos sistemas de control distribuidos (SCD) tenían sus debilidades: eran de elevado costo de adquisición e instalación, inalcanzables para la pequeña y mediana empresa, además de tener los sistemas operativos y protocolos de comunicaciones propietarios.

A mediados de los años '90, los procesos comenzaron a requerir un alto nivel de acciones discretas, junto a sofisticadas acciones de control. Así aparecen paulatinamente arquitecturas que combinaban el control discreto y continuo en el mismo controlador. La ventaja de estos sistemas es que permitieron manejar la selección de equipos instalados, con requerimientos de control basados en operaciones binarias.

Como ejemplo se puede citar a Soltex Chile S.A. empresa que configuró y puso en servicio exitosamente el sistema de control distribuido híbrido APACS, como se muestra en la Figura II.1, en diversas aplicaciones de control de procesos.

El sistema APACS utilizaba plataformas de software estándar Windows NT en PCs compatibles, utilizando lenguajes de programación y protocolos de comunicación estándares.

Lo anterior permitió que, con dicha tecnología, Soltex Chile S.A. fuera una de las primeras empresas en Chile en implementar el control y monitoreo de plantas completas usando sólo buses digitales de instrumentación y válvulas.

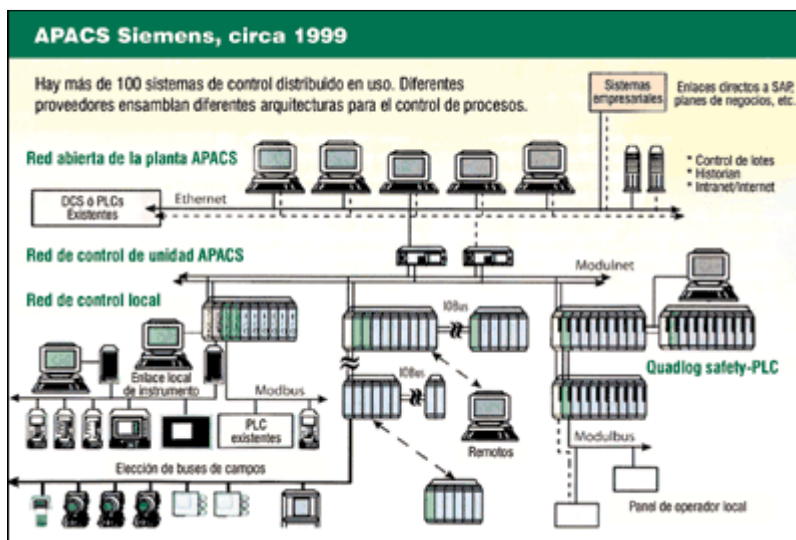


Figura II.1 Sistema de Control Distribuido APAC³

2.3. TIPOS DE REDES INDUSTRIALES.

2.3.1. ASI (Actuator Sensor Interface)

Es el bus más inmediato en el nivel de campo y más sencillo de controlar, consiste en un bus cliente/servidor con un máximo de 31 participantes, transmite paquetes de solo 4 bits de datos. Es muy veloz, con un ciclo de 5 ms aproximadamente. Alcanza distancias de 100 m o hasta 300 m con ayuda de repetidores.

2.3.2. BITBUS

Es el más difundido en todo el mundo, es cliente/servidor que admite como máximo 56 clientes, el paquete puede transmitir hasta 43 bytes de datos.

2.3.3. PROFIBUS (Process Field BuS)

Es el estándar europeo en tecnología de buses, se encuentra jerárquicamente por encima de ASI y BITBUS, trabaja según procedimiento híbrido token passing, dispone de 31 participantes hasta un máximo de 127. Su paquete puede transmitir un máximo de 246

³ Fuente: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=28&rank=1>

Bytes, y el ciclo para 31 participantes es de aproximadamente 90 ms. Alcanza una distancia de hasta 22300 m.

2.3.4. FIELDBUS en OSI

En la arquitectura OSI, fieldbus ocupa los niveles 1 (Físico), 2 (Enlace de Datos) y 7 (Aplicación); teniendo en cuenta que este último no solo se encarga de la interfaz de usuario sino de aplicaciones específicas dependiendo de cada aplicación.

CAPÍTULO III

REDES INDUSTRIALES

3.1 TECNOLOGÍA DE BUSES DE CAMPO

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción. El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20mA. Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs, transductores, actuadores y sensores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un costo bajo. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus.

El objetivo es reemplazar los sistemas de control centralizados por redes de control distribuido mediante el cual permita mejorar la calidad del producto, reducir los costos

y mejorar la eficiencia. Para ello se basa en que la información que envían y/o reciben los dispositivos de campo es digital, lo que resulta mucho más preciso que si se recurre a métodos analógicos. Además, cada dispositivo de campo es un dispositivo inteligente y puede llevar a cabo funciones propias de control, mantenimiento y diagnóstico. De esta forma, cada nodo de la red puede informar en caso de fallo del dispositivo asociado, y en general sobre cualquier anomalía asociada al dispositivo. Esta monitorización permite aumentar la eficiencia del sistema y reducir la cantidad de horas de mantenimiento necesarias.

3.1.1. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Para definir un bus de campo es necesario no circunscribirse estrictamente a la definición de campo, sino pensar en los diferentes niveles de abstracción donde se lo aplica. Físicamente podemos considerar a un bus como un conjunto de conductores conectados conjuntamente más circuitos para permitir el intercambio de datos.

Contrario a una conexión punto a punto, donde solo dos dispositivos intercambian información, un bus consta normalmente de un número de usuarios superior, además que generalmente un bus transmite datos en modo serial. Para una transmisión serial es suficiente un número de cables muy limitado, generalmente son suficientes dos o tres conductores y la debida protección contra las perturbaciones externas para permitir el tendido de distancias en ambientes de ruido industrial.

Características de buses de campo.

- Conecta muchos elementos.
- Compatibilidad con muchos fabricantes de componentes.

- Tiempos de respuesta rápidos y determinísticos.
- Alto nivel de fiabilidad en las comunicaciones.
- Integración con redes de otros niveles. MAP, TCP/IP
- Flexibilidad de gestión y monitorización de red

3.1.2. PROCESOS DE COMUNICACIÓN POR MEDIO DE BUS

El modo más sencillo de comunicación con el bus es el sondeo master / slave (maestro/esclavo). Más eficiente pero también más costoso es el Token bus perteneciente al estándar IEEE 802.4, desde el punto de vista de la física tenemos un bus lineal, desde el punto de vista lógico un token ring.

El procedimiento token passing es una combinación entre master/slave y token bus. Todo esclavo inteligente puede ser en algún momento maestro como sucede en PROFIBUS. Si el bus se cierra formando un anillo, obtenemos un token ring.

3.1.3. TIPOS DE REDES DE CAMPO MÁS IMPORTANTES

Debido a la falta de estándares, diferentes compañías han desarrollado diferentes soluciones, cada una de ellas con diferentes prestaciones y campos de aplicación. En una primera clasificación tenemos los siguientes grupos:

3.1.3.1. Buses de alta velocidad y baja funcionalidad

Están diseñados para integrar dispositivos simples como finales de carrera, fotocélulas, relés y actuadores simples, funcionando en aplicaciones de tiempo real, y agrupados en una pequeña zona de la planta, típicamente una máquina. Básicamente comprenden las

capas física y de enlace del modelo OSI, es decir, señales físicas y patrones de bits de las tramas. Algunos ejemplos son:

- CAN
- SDS
- ASI

3.1.3.2. Buses de alta velocidad y funcionalidad media

Se basan en el diseño de una capa de enlace para el envío eficiente de bloques de datos de tamaño medio. Estos mensajes permiten que el dispositivo tenga mayor funcionalidad de modo que permite incluir aspectos como la configuración, calibración o programación del dispositivo. Son buses capaces de controlar dispositivos de campo complejos, de forma eficiente y a bajo costo. Normalmente incluyen la especificación completa de la capa de aplicación, lo que significa que se dispone de funciones utilizables desde programas basados en PCs para acceder, cambiar y controlar los diversos dispositivos que constituyen el sistema. Algunos incluyen funciones estándar para distintos tipos de dispositivos (perfiles) que facilitan la interoperabilidad de dispositivos de distintos fabricantes. Algunos ejemplos son:

- DeviceNet
- LONWorks
- BitBus
- DIN MessBus
- InterBus-S

3.1.3.3. Buses de altas prestaciones

Son capaces de soportar comunicaciones a nivel de todos los niveles de la producción. Aunque se basan en buses de alta velocidad, algunos presentan problemas debido a la sobrecarga necesaria para alcanzar las características funcionales y de seguridad que se les exigen. La capa de aplicación tiene un gran número de servicios a la capa de usuario, habitualmente un subconjunto del estándar MMS (Manufacturing Message Specification). Entre sus características incluyen:

- Redes multi-maestro con redundancia.
- Comunicación maestro-esclavo según el esquema pregunta-respuesta.
- Recuperación de datos desde el esclavo con un límite máximo de tiempo
- Capacidad de direccionamiento unicast, multicast y broadcast,
- Petición de servicios a los esclavos basada en eventos.
- Comunicación de variables y bloques de datos orientada a objetos.
- Descarga y ejecución remota de programas.
- Altos niveles de seguridad de la red, opcionalmente con procedimientos de autenticación.
- Conjunto completo de funciones de administración de la red.

Algunos ejemplos son:

- Profibus
- WorldFIP
- Fieldbus Foundation

3.1.3.4. Buses para áreas de seguridad intrínseca

Incluyen modificaciones en la capa física para cumplir con los requisitos específicos de seguridad intrínseca en ambientes con atmósferas explosivas. La seguridad intrínseca es un tipo de protección por la que el componente en cuestión no tiene posibilidad de provocar una explosión en la atmósfera circundante. Un circuito eléctrico o una parte de un circuito tienen seguridad intrínseca, cuando alguna chispa o efecto térmico en este circuito producidos en las condiciones de prueba establecidas por un estándar (dentro del cual figuran las condiciones de operación normal y de fallo específicas) no puede ocasionar una ignición. Algunos ejemplos son:

- HART
- Profibus
- PA o WorldFIP.

3.1.4. VENTAJAS DE UN BUS DE CAMPO

Existen argumentos a favor del uso e implementación de un bus de campo, las más importantes son:

- La comunicación vía bus permite un intercambio de datos que sería más difícil y porque no imposible de transmitir en otro modo.
- El intercambio se lleva a cabo por medio de un mecanismo estándar.

Estas dos razones verdaderas y legítimas desencadenan todas las ofertas de productores de esta tecnología, a detallar como ventajas:

- Flexibilidad de extensión.

- Conexión de módulos diferentes en una misma línea.
- Posibilidad de conexión de dispositivos de diferentes procedencias.
- Distancias operativas superiores al cableado tradicional.
- Reducción masiva de cables y costo asociado.
- Simplificación de la puesta en servicio.

3.1.5. DESVENTAJAS DE UN BUS DE CAMPO

Existen obviamente algunas desventajas a tener en cuenta en la implementación de sistemas con bus de campo, a detallar:

- Necesidad de conocimientos superiores.
- Inversión de instrumentación y accesorios de diagnóstico.
- Costos globales inicialmente superiores.

3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS REDES INDUSTRIALES

3.2.1. Interbus

Fue introducido en el año 1984. Utiliza una topología en anillo y comunicación mediante un registro de desplazamiento en cada nodo. Se pueden enlazar buses periféricos al principal. Cada dispositivo actúa como repetidor. Así se puede alcanzar una distancia entre nodos de 400 m para 500Kbps y una distancia total de 12 KM. Es posible utilizar también enlaces de fibra óptica, capa de transporte basada en una trama única que circula por el anillo (trama de suma).

La información de direccionamiento no se incluye en los mensajes, los datos se hacen circular por la red. Para aplicaciones de pocos nodos y un pequeño conjunto de

entradas/salidas por nodo, pocos buses pueden ser tan rápidos y eficientes como INTERBUS. Físicamente tiene la impresión de seguir una topología en estrella, pero realmente cada nodo tiene un punto de entrada y otro de salida hacia el siguiente nodo.

Es muy sensible a corte completo de comunicación al abrirse el anillo en cualquiera de los nodos. Por otra parte, la estructura en anillo permite una fácil localización de fallos y diagnóstico. Es muy apropiado para comunicación determinista a alta velocidad.

3.2.2. AS - INTERFACE

AS-I (Actuator Sensor Interface) es un bus de campo desarrollado inicialmente por Siemens, para la interconexión de actuadores y sensores binarios. A nivel físico, la red puede adoptar cualquier tipo de topología: estructura en bus, en árbol, en estrella o en anillo. Permite la interconexión de un máximo de 31 esclavos. La longitud máxima de cada segmento es de 100 metros. Dispone de repetidores que permiten la unión de hasta tres segmentos, y de puentes hacia redes Profibus. Como medio físico de transmisión, emplea un único cable que permite tanto la transmisión de datos como la alimentación de los dispositivos conectados a la red. Su diseño evita errores de polaridad al conectar nuevos dispositivos a la red. La incorporación o eliminación de elementos de la red no requiere la modificación del cable. El cable consta de dos hilos sin apantallamiento. Para lograr inmunidad al ruido, la transmisión se hace basándose en una codificación Manchester.

Cada esclavo dispone de hasta 4 entradas/salidas, lo que hace que la red pueda controlar hasta 124 E/S digitales. La comunicación sigue un esquema maestro - esclavo, en la cual el maestro interroga a las estaciones enviándoles mensajes (llamados telegramas)

de 14 bits y el esclavo responde con un mensaje de 7 bits. La duración de cada ciclo pregunta respuesta es de 150 μ s. En cada ciclo de comunicación se deben consultar todos los esclavos, añadiendo dos ciclos extras para operaciones de administración del bus (detección de fallos). El resultado es un tiempo de ciclo máximo de 5ms.

3.2.3. DeviceNet

DeviceNet define una de las más sofisticadas capas de aplicaciones industriales sobre bus CAN. DeviceNet fue desarrollado por Allen-Bradley a mediados de los noventa, posteriormente pasó a ser una especificación abierta soportada en la ODVA (Open DeviceNet Vendor Association). Es posible la conexión de hasta 64 nodos con velocidades de 125 Kbps a 500 Kbps en distancias de 100 a 500 m.

Utiliza una definición basada en orientación a objetos para modelar los servicios de comunicación y el comportamiento externo de los nodos. Define mensajes y conexiones para funcionamiento maestro-esclavo, interrogación cíclica, "strobing" o lanzamiento de interrogación general de dispositivos, mensajes espontáneos de cambio de estado, comunicación uno-uno, modelo productor-consumidor, carga y descarga de bloques de datos y ficheros.

3.2.4. Bitbus

Introducido por Intel a principios de los 80. Debido a su sencillez ha sido adoptado en redes de pequeños fabricantes o integradores. En su capa de aplicación se contempla la gestión de tareas distribuidas, es decir es, en cierto modo, un sistema multitarea distribuido. Existe una organización europea de soporte (Bitbus European User's Group).

3.2.5. FIP- WorldFIP

Desarrollado en Francia a finales de los ochenta. Sus capas física y de aplicación son análogas a las de Foundation Fieldbus H1 y Profibus PA. La división Norteamérica de WorldFIP se unió a mediados de los noventa a la Fieldbus Foundation en el esfuerzo por la normalización de un bus industrial común. Utiliza un modelo productor-consumidor con gestión de variables cíclicas, eventos y mensajes genéricos.

3.2.6. Profibus

Profibus se desarrolló bajo un proyecto financiado por el gobierno alemán. El desarrollo y posterior comercialización ha contado con el apoyo de importantes fabricantes como ABB, AEG, Siemens, Klóckner-Moeller. Está controlado por la PNO (Profibus User Organisation) y la PTO (Profibus Trade Organisation).

Se distingue entre dispositivos tipo maestro y dispositivos esclavo. El acceso al medio entre maestros se arbitra por paso de testigo, el acceso a los esclavos desde un maestro es un proceso de interrogación cíclico (polling).

3.2.7. ControlNet

Bus de alta velocidad (5 Mbps) y distancia (hasta 5 Km), muy seguro y robusto promovido por Allen-Bradley. Utiliza cable RG6/U (utilizado en televisión por cable) y se basa en un controlador ASIC de Rockwell. No es soportado por muchos fabricantes y resulta de elevado precio por nodo. Se ha utilizado para interconexión de redes de PLCs y computadores industriales en aplicaciones de alta velocidad y ambientes muy críticos.

3.3. COMPONENTES DE LAS REDES INDUSTRIALES

3.3.1. PUENTES (BRIDGES)

Son elementos inteligentes, constituidos como nodos de la red, que conectan entre sí dos subredes, transmitiendo de una a otra el tráfico generado no local. Al distinguir los tráficos locales y no locales, estos elementos disminuyen el mínimo total de paquetes circulando por la red por lo que, en general, habrá menos colisiones y resultará más difícil llegar a la congestión de la red; operan en el nivel de enlace del modelo de referencia OSI, en el nivel de trama MAC (Medium Access Control, Control de Acceso al Medio) y se utilizan para conectar o extender redes similares, es decir redes que tienen protocolos idénticos en los dos niveles inferiores OSI, (como es TokenRing con TokenRing, Ethernet con Ethernet, etc) y conexiones a redes de área extensa.

Se encargan de filtrar el tráfico que pasa de una a otra red según la dirección de destino y una tabla que relaciona las direcciones y la red en que se encuentran las estaciones asignadas. Las redes conectadas a través de bridge aparentan ser una única red, ya que realizan su función transparentemente; es decir, las estaciones no necesitan conocer la existencia de estos dispositivos, ni siquiera si una estación pertenece a uno u otro segmento.

Un bridge ejecuta tres tareas básicas:

1. Aprendizaje de las direcciones de nodos en cada red.
2. Filtrado de las tramas destinadas a la red local.
3. Envío de las tramas destinadas a la red remota.

Se distinguen dos tipos de bridge:

- **Locales:** sirven para enlazar directamente dos redes físicamente cercanas.
- **Remotos o de área extensa:** se conectan en parejas, enlazando dos o más redes locales, formando una red de área extensa.

3.3.2. REPETIDOR

El repetidor es un elemento que permite la conexión de dos tramos de red, teniendo como función principal regenerar eléctricamente la señal, para permitir alcanzar distancias mayores manteniendo el mismo nivel de la señal a lo largo de la red. De esta forma se puede extender, teóricamente, la longitud de la red hasta el infinito. Un repetidor interconecta múltiples segmentos de red en el nivel físico del modelo de referencia OSI. Por esto sólo se pueden utilizar para unir dos redes que tengan los mismos protocolos de nivel físico. Los repetidores no discriminan entre los paquetes generados en un segmento y los que son generados en otro segmento, por lo que los paquetes llegan a todos los nodos de la red. Debido a esto existen más riesgos de colisión y más posibilidades de congestión de la red; se pueden clasificar en dos tipos:

- **Locales:** cuando enlazan redes próximas.
- **Remotos:** cuando las redes están alejadas y se necesita un medio intermedio de comunicación.

Ventajas:

- Incrementa la distancia cubierta.
- Retransmite los datos sin retardos.
- Es transparente a los niveles superiores al físico.

Desventajas:

- Incrementa la carga en los segmentos que interconecta.

Los repetidores son utilizados para interconectar dispositivos que estén muy próximos, cuando se quiere una extensión física de la red. La tendencia actual es dotar de más inteligencia y flexibilidad a los repetidores, de tal forma que ofrezcan capacidad de gestión y soporte de múltiples medios físicos.

3.3.3 PASARELAS (GATEWAYS)

Estos dispositivos están pensados para facilitar el acceso entre sistemas o entornos soportando diferentes protocolos. Operan en los niveles más altos del modelo de referencia OSI (Nivel de Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación) y realizan conversión de protocolos para la interconexión de redes con protocolos de alto nivel diferentes. Los gateways incluyen los 7 niveles del modelo de referencia OSI, y aunque son más caros que un bridge o un router, se pueden utilizar como dispositivos universales en una red corporativa compuesta por un gran número de redes de diferentes tipos. Los gateways tienen mayores capacidades que los routers y los bridges porque no sólo conectan redes de diferentes tipos, sino que también aseguran que los datos de una red que transportan son compatibles con los de la otra red. Conectan redes de diferentes arquitecturas procesando sus protocolos y permitiendo que los dispositivos de un tipo de red puedan comunicarse con otros dispositivos de otro tipo de red.

Ventajas:

- Simplifican la gestión de red.
- Permiten la conversión de protocolos.

Desventajas:

- Su gran capacidad se traduce en un alto precio de los equipos.

La función de conversión de protocolos impone una sustancial sobrecarga en el gateway, la cual se traduce en un relativo bajo rendimiento. Debido a esto, un gateway puede ser un cuello de botella potencial si la red no está optimizada para mitigar esta posibilidad.

3.3.4 ENCAMINADORES (ROUTERS)

Son dispositivos inteligentes que trabajan en el Nivel de Red del modelo de referencia OSI, por lo que son dependientes del protocolo particular de cada red. Envían paquetes de datos de un protocolo común, desde una red a otra.

3.4. TOPOLOGÍA DE REDES INDUSTRIALES

Los sistemas industriales usualmente consisten en dos o más dispositivos. Como un sistema industrial puede ser bastante grande, debe considerarse la topología de la red.

Las topologías más comunes son:

- Red Bus
- Red Estrella
- Red Híbrida.

3.5. BENEFICIOS DE UNA RED INDUSTRIAL

Los principales beneficios de una red industrial son los siguientes:

- Reducción de cableado (físicamente)
- Dispositivos inteligentes (funcionalidad y ejecución)
- Control distribuido (flexibilidad)

- Simplificación de cableado de las nuevas instalaciones
- Reducción de costo en cableado y cajas de conexión
- Aplicable a todo tipo de sistema de manufactura
- Incremento de la confiabilidad de los sistemas de producción
- Optimización de los procesos existentes

CAPÍTULO IV

ASI – BUS (PARTE INVESTIGATIVA)

4.1. INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años, la tecnología de control distribuido, buses de campo, sensores inteligentes, actuadores, etc., se han convertido en toda una realidad dentro del ámbito de la automatización industrial. Dado el crecimiento en la participación del mercado que están alcanzando actualmente los controles por Buses de Campo, estudiamos ahora la tecnología llamada AS-interface Bus de Campo.

Su nombre proviene de las iniciales de Actuator-Sensor interface, y usa un protocolo abierto que le permite interconectabilidad e intercambiabilidad. AS-Interface es un sistema de instalación abierto, cada vez mas difundido en el nivel inferior de la automatización descentralizada de procesos de fabricación. El carácter abierto de AS-Interface está garantizado por el cumplimiento de la norma europea NE 50295 y del estándar mundial IEC 62026-2. Los productos certificados llevan el logotipo de la AS-International Association.

4.1.1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN

A finales de los ochenta y sobre todo en los noventa aparecen en el mercado nuevas opciones para la comunicación entre: Captadores, accionadores, unidades de control (Autómata o PC); los buses de campo que mediante un solo cable de comunicación serie, el autómata se conecta a los captadores y acondicionadores, dispositivos inteligentes, variadores de velocidad, controladores de robots, arrancadores, Reguladores PID, terminales de Visualización, sistemas de Identificación, etc.

AS-Interface o **AS-i** fue diseñado en 1990 como una alternativa económica al cableado tradicional. El Objetivo fundamental fue determinar un sistema de comunicación único para todos los fabricantes de sensores y actuadores. La idea original fue crear una red simple para **sensores y actuadores binarios**, capaz de transmitir **datos y alimentación** a través del mismo bus, manteniendo una gran variedad de topologías que faciliten la instalación de los sensores y actuadores en cualquier punto del proceso con el menor esfuerzo posible y que cumpliera con las normativas de seguridad.

En 1992 se creó la AS-International Association e.V (Figura IV.1), cuyas tareas fundamentales son:

- Difusión del concepto AS-i.
- Informar a los usuarios y proporcionar soporte técnico sobre la tecnología AS-i.
- Estandarización de las normas AS-i y revisión periódica de éstas.
- Certificación de los productos que se adapten a las normas de la tecnología AS-i, de forma que se garantice el correcto funcionamiento de éstos en cualquier red AS-i independientemente del fabricante.

Actualmente hay 13 países que forman parte de esta asociación: Bélgica, Alemania, Francia, Gran Bretaña, Italia, Japón, Holanda, Suiza, Suecia, Estados Unidos, China, Chequia y Corea del Sur. A nivel de empresas, la lista de miembros de esta asociación cubre casi la totalidad de fabricantes de sensores y actuadores, así como multitud de empresas relacionadas con la automatización industrial.

Desde entonces, el concepto AS-interface se ha extendido considerablemente y las especificaciones iniciales se han revisado para adaptar el bus a las nuevas circunstancias necesidades del mercado.

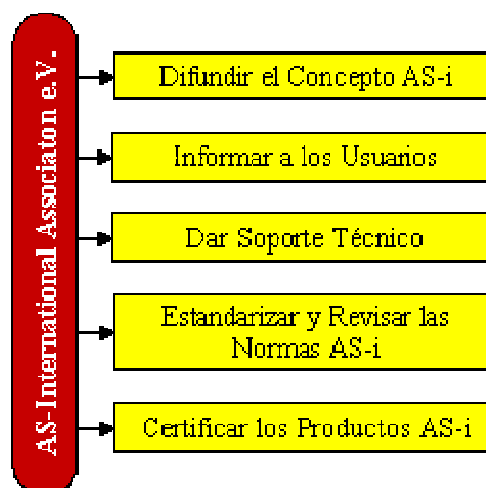


Figura IV.1 Tareas Fundamentales de AS-International Association.⁴

La AS-International Association realizó en 1999 algunos cambios importantes en el ya conocido estándar industrial AS-interface. Estas ampliaciones están integradas dentro de la **AS-interface Versión 2.1**. Como se deduce de su propia designación, se trata de una ampliación compatible con las versiones anteriores. El usuario asegura así las inversiones que haya podido realizar, ya que todos los esclavos AS-i existentes pueden

⁴ Fuente: <http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/125>

seguir utilizándose con la versión 2.1. La estructura física del bus y el protocolo no han sufrido ningún cambio desde 1992.

A finales del 2004, se creó una nueva ampliación AS-i, la versión 3.0, también compatible con las versiones anteriores, que dispone de una nueva generación de esclavos con transmisión de datos en serie además de otras aplicaciones especiales. La especificación AS-i 3.0 contiene todas las anteriores especificaciones (2.0 y 2.1).

Las ampliaciones más importantes de la versión 2.1 son:

- Opciones de diagnóstico especializadas
- Bits de fallos de periféricos “Plug & Play” también disponible para módulos analógicos.
- Aumento del número de módulos de 31 a 62.
- Código ID extendido en el esclavo

Las ampliaciones más importantes de la versión 3.0 son:

- Protocolo en serie y asíncrono.
- Esclavos A/B con 4 entradas y 4 salidas.
- Varios esclavos en un sólo dispositivo.
- Opciones de parametrización.

Para poder utilizar estas nuevas opciones, es necesario un maestro equipado convenientemente, del mismo modo, los esclavos tienen que ser compatibles con esta funcionalidad.

Las especificaciones de AS-i se encuentran actualmente en su versión 3.0. Éstas son de carácter abierto, lo que significa que cualquier fabricante puede obtener una copia de las mismas para elaborar sus productos. Actualmente está recogido por el estándar IEC TG 17B.

4.2. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

En el cableado clásico, para que el autómatas trabaje con dispositivos inteligentes como por ejemplo variadores de velocidad, se tiene que cablear varias entradas digitales, entradas analógicas, una salida analógica y varias salidas digitales sólo para un variador; los buses de campo como AS-i permiten el cableado de dispositivos inteligentes con un solo cable de comunicación, las modificaciones y ampliaciones de las instalaciones se pueden realizar fácilmente sólo con ampliar el cable del bus y conectar nuevos componentes. Los PLCs, CNs, CR están conectados en el bus a nivel de célula. Intercambiando información de Kbs a Mbs, el envío de esta información se realiza por medio de las funciones suministradas por el protocolo de comunicaciones en pequeños paquetes.

4.2.1. Estructura básica del sistema

La configuración mínima de un sistema AS-i consta de un maestro, los esclavos y una alimentación AS-i como se muestra en la Figura IV.2. En caso necesario, el usuario puede instalar de forma adicional en la red AS-i monitores de seguridad, repetidores, controladores de defecto a masa y otras herramientas de diagnóstico.

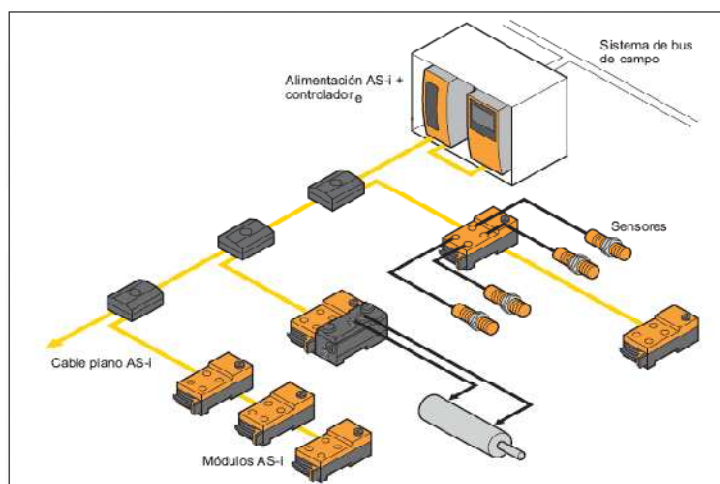


Figura IV.2 Estructura básica de un sistema AS-i.⁵

4.2.2. Características principales

Las características principales de AS-interface son:

- Especificaciones abiertas.
- Permite la conexión de sensores y actuadores "No AS-i" mediante módulos activos.
- Ideal para la interconexión de sensores y actuadores binarios.
- A través del cable AS-i se transmiten tanto los datos como la alimentación.
- Cableado sencillo y económico.
- Fácil montaje, **con perforación de aislamiento.**
- Sistema Monomaestro.
- Gran flexibilidad de topología.
- Reacción rápida: máximo 5ms para intercambiar datos con hasta 31 esclavos.
- Velocidad de transferencia de datos de 167 Kbits/s.

⁵ Fuente: [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p12\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p12))

- Máximo 100m por segmento, con posibilidad de extensión hasta 3 segmentos (300m).
- Permite conectar hasta 124 sensores y 124 actuadores con módulos estándar.
- Permite conectar hasta 248 sensores y 186 actuadores con módulos extendidos.
- Cumple con los requerimientos *IP-65/HIP-6* (idóneos para ambientes exigentes) e *IP-20* (aplicaciones en cuadro).
- Temperatura de funcionamiento entre -25°C y +85°C.
- Transmisión por modulación de corriente, lo cual garantiza un alto grado de seguridad.
- Según un estudio realizado por la Universidad de Munich, mediante una red AS-i se puede ahorrar entre un 15% y un 30% del coste total.

AS-i se sitúa en la parte más baja de la pirámide de control, conectando los sensores y actuadores con el maestro del nivel de campo. Los maestros pueden ser autómatas o PCs situados en los niveles bajos de control, o pasarelas que comuniquen la red AS-interface con otras redes de nivel superior, como Profibus o DeviceNet.

AS-interface supone un ahorro considerable en la instalación, planificación y en el mantenimiento de máquinas e instalaciones, principalmente en los costes relacionados con los tiempos de cableado.

La eliminación del mazo de cables facilita la inspección de la instalación y el mantenimiento se facilita, ya que el maestro detecta fallos en los esclavos y defectos de alimentación. También se reduce el riesgo de incendio por la utilización de un único cable de alimentación, y se ahorra espacio en los armarios por la eliminación de gran cantidad de módulos de E/S y sus cables asociados.

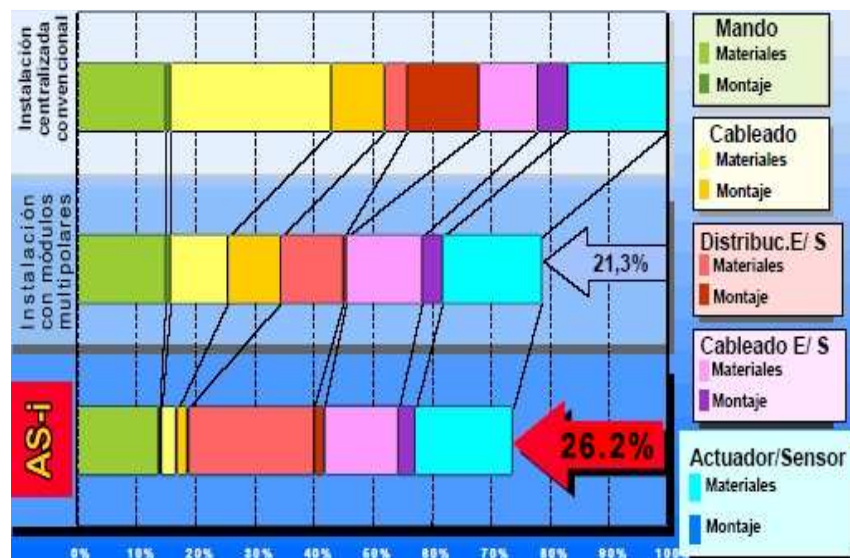


Figura IV.3 Comparación de costos de Buses de Campo Existentes ⁶

Otras Características son:

- Empleando el nuevo perfil de la revisión v3.0 del estándar AS-i, S-7.A.A, se pueden conectar hasta 496 entradas y salidas binarias.
- Longitud máxima de cable de 100 m uniendo todos los tramos, o hasta 300 m con repetidores. Con la tercera revisión de AS-i, cada tramo puede llegar a los 200m añadiendo un dispositivo especial de extensión, consiguiendo una longitud máxima de red de 600m con 2 repetidores.
- La revisión 2.1 del estándar facilita la conexión de sensores y actuadores analógicos, y la revisión 3.0 aún facilita más dicha conexión.
- Detección de errores en la transmisión y supervisión del correcto funcionamiento de los esclavos por parte del maestro de la red.

⁶ Fuente: <http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/126>

- Cables auxiliares para la transmisión de energía: Cable Negro (24 V DC) y Rojo (220 V AC).

4.3. TEORÍA DE LA RED

El cableado de los sensores y actuadores supone uno de los procesos más laboriosos en el montaje de los sistemas de automatización, además, suele ser una de las mayores fuentes de errores en la puesta en marcha de la instalación. Conforme el sistema se complica, la gran cantidad de sensores y actuadores que se requieren, y la necesidad de emplear 2, 3, 4 o incluso más hilos por sensor, no sólo hacen que la dificultad se incremente exponencialmente, sino que supone un aumento considerable del coste final de la instalación.

El considerable aumento de la complejidad de los sistemas de automatización actuales, junto con el coste que supone el tiempo necesario para realizar el cableado de las instalaciones y la dificultad de encontrar fallos en los mazos de cable tradicionales, llevaron a un grupo de 10 fabricantes, entre ellos empresas de la importancia de Festo KG y Siemens AG, a establecer un estándar para la conexión de sensores y actuadores.

La aparición de los Buses de Campo y más concretamente de los **Buses de Sensores y Actuadores**, vinieron a simplificar el proceso de cableado de los grandes sistemas de automatización, permitiendo una gran reducción de costes y tiempo.

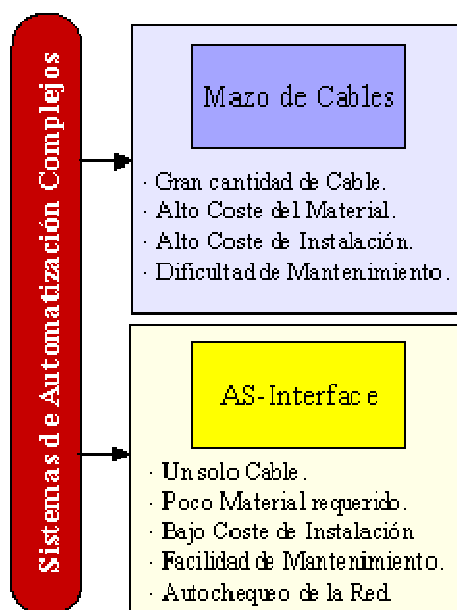


Figura IV.4 Sistemas de Automatización Complejos⁷

La interfaz actuador-sensor (AS-i) introduce nuevas bases tecnológicas en la concepción de las instalaciones y en la automatización. De este modo, tanto el fabricante como el usuario obtienen ventajas económicas en relación con el diseño, la puesta en marcha y el mantenimiento de sus máquinas. Al contrario que los habituales buses de campo, AS-interface tiene una estructura que permite su integración hasta el nivel de sensor. Con el sistema AS-i el cableado se reduce drásticamente, ya que el conexionado paralelo convencional desde cada detector y/o actuador hasta el controlador ya no es necesario. De este modo, el usuario se ahorra un buen número de bornes, cajas de distribución, tarjetas de entrada y salida y marañas de cables.

4.3.1. Variedad de conexiones

Mediante sus conexiones de campo, AS-i proporciona un conexionado rentable de aparatos convencionales. Se pueden conectar hasta 248 detectores binarios y 186

⁷ Fuente: <http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/125>

actuadores por cada red de cable AS-i. Del mismo modo, los detectores aptos para bus se pueden integrar en el sistema en cualquier momento. Los detectores con AS-Interface integrado proporcionan más información al controlador sin que sea necesario un cableado adicional. Por este motivo, a esta nueva generación de detectores se les denomina también detectores inteligentes. Tanto el suministro de tensión como la comunicación de datos de todos los detectores se llevan a cabo generalmente mediante un cable AS-i (amarillo). En algunos aparatos los actuadores también pueden ser suministrados a través de esta vía. En caso de que sean necesarias altas corrientes de salida o una desconexión de paro de emergencia, los actuadores reciben el suministro a través de un segundo cable plano negro con energía auxiliar independiente de 24 V.

4.3.2. El telegrama AS-i

El maestro AS-i utiliza un telegrama muy sencillo para la comunicación con los esclavos que están conectados. Gracias a un encabezamiento reducido al mínimo, AS-i obtiene tiempos de ciclo cortos, como por ejemplo 5 milisegundos para 248 entradas y salidas que tienen que ser escaneadas. El telegrama AS-i se repite 31 veces por ciclo, y en funcionamiento extendido se repite 62 veces.

Tabla IV.I Telegrama AS-i ⁸

Llamada Del Maestro														Respuesta del esclavo							
ST	SB	A4	A3	A2	A1	A0	I4	I3	I2	I1	I0	PB	EB	ST	L3	L2	L1	L0	PB	EB	
<p>A4....A0 = Dirección del esclavo</p> <p>I\$....I0 = Bit de información</p> <p>ST = Bit de comienzo</p> <p>SB = Bit de control</p> <p>PB = Bit de paridad</p> <p>EB = Bit de finalización</p>																					

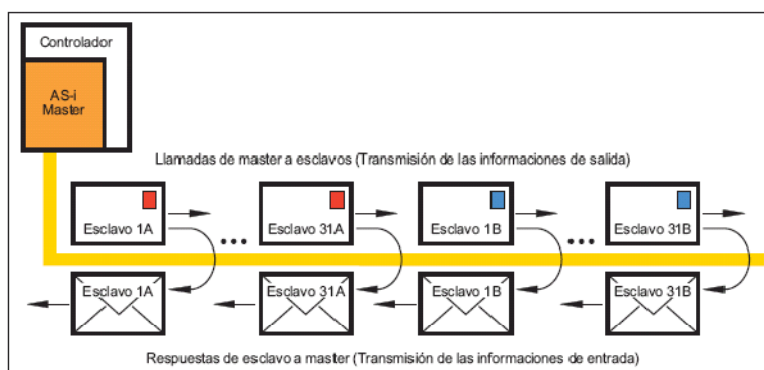


Figura IV.5 Respuesta de Esclavo a Maestro Ciclo AS-i con esclavos A/B. ⁹

4.4. CAMPO DE APLICACIÓN

4.4.1. Para aplicaciones industriales

Las aplicaciones industriales requieren aparatos electrónicos robustos y de fácil manejo, con un alto estándar tecnológico.

4.4.2. Para zonas asépticas y húmedas

⁸ **Fuente:** [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p16\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p16))

⁹ **Fuente:** [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p17\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p17))

En todos los procesos, pero sobre todo en la industria alimentaria y farmacéutica, deben tenerse en cuenta normas especiales. Esto exige el uso de materiales especiales para los componentes utilizados. Una característica importante que deben presentar los detectores de estas instalaciones es una larga vida útil, con alta estabilidad frente a limpiezas frecuentes y agresivas.

4.4.3. Para zonas explosivas

Detectores y amplificadores de evaluación conforme a 94/9/CE (ATEX): Para zonas potencialmente explosivas (ATEX) están disponibles tanto detectores inductivos como también capacitivos. Las normas de instalación correspondientes son de observancia obligatoria por parte del usuario. Los detectores con seguridad intrínseca sólo se pueden utilizar en amplificadores adecuados con certificado del examen de tipo de la CE. También existen exigencias especiales con respecto al cableado de los detectores, que deben ser respetadas obligatoriamente. El usuario se hace responsable de ello.

4.4.4. Para aplicaciones de seguridad

En la técnica de la automatización industrial se aseguran sectores de seguridad para la protección de las personas. Para los dispositivos desarrollados con este fin se aplican las normas actuales EN 954-1 y IEC 61508. Hasta ahora el cableado de los detectores destinados a la seguridad se realizaba por separado. Desde la creación de Safety at Work es posible transmitir señales tanto de seguridad como “normales” mediante el sistema de bus AS-Interface.

4.4.5. AS-Interface como sistema práctico

AS-Interface es un sistema que ofrece varios métodos para conseguir un propósito final. Por un lado, AS-i tiene módulos de E/S clásicos como puede tener cualquier otro sistema de bus, pero con la diferencia que AS-i, debido a su estructura divisible por 4,

opera en bloques bastante más pequeños. Este hecho posibilita la creación de una descentralización real, en la cual la conexión del bus se realiza en dirección al detector, y no al contrario. Por otro lado, es también importante recalcar la integración directa de la conexión AS-i en el detector o actuador. Esto representa el futuro de este tipo de tecnología. De esta manera, sólo se necesitará tender un cable de bus (en este caso, el cable plano AS-i), y una línea de alimentación, por ejemplo, 400 V de corriente trifásica y, si es necesario, aire comprimido. Esta instalación flexible es muy adecuada sobre todo en la construcción de máquinas especiales y en el campo del transporte industrial, ya que los armarios eléctricos se reducen de forma drástica y no es necesario reservar más espacio.

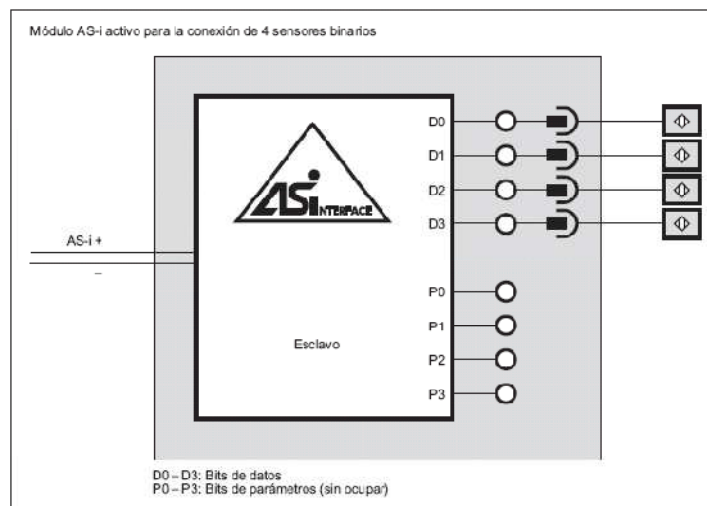


Figura IV.6 Módulo activo AS-i para la conexión de cuatro detectores binarios.¹⁰

¹⁰ **Fuente:** http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p15)

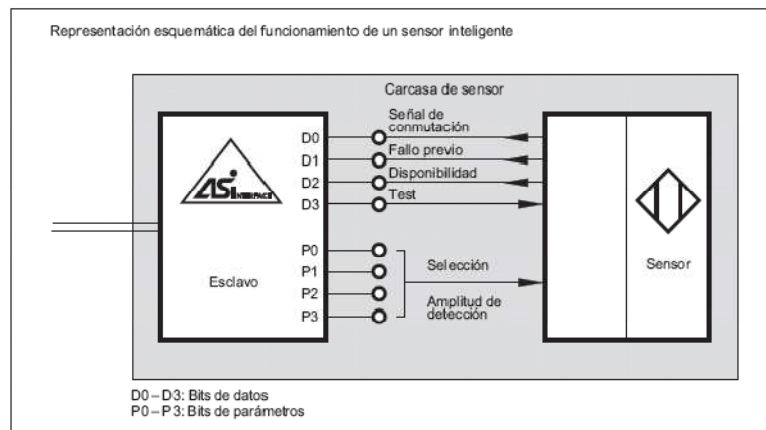


Figura IV.7 Esquema gráfico de un detector inteligente.¹¹

4.5. PANORÁMICA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

4.5.1. MAESTROS ASI

4.5.1.1. Maestro AS - interface

A través del maestro AS – interface se supervisan y controlan sensores y actuadores binarios sencillos por medio de módulos AS-i o esclavos AS-i. Se distingue entre el maestro AS-i estándar y el maestro AS-i extendido.

4.5.1.1.1. Maestro AS-i extendido

Un maestro AS-i extendido soporta 31 direcciones, que pueden utilizarse para esclavos AS-i estándar o esclavos AS-i con espacio de direcciones extendido (extended addressing mode). Con esto se amplía hasta 62 el número de esclavos AS-i. Los maestros AS-i extendidos soportan la transmisión integrada de esclavos analógicos AS-interface que trabaje según el perfil 7.3/7.4 de la especificación AS-Interface.

¹¹ Fuente: http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p15)

4.5.1.1.2. Maestro AS-i estándar

A un maestro AS-i estándar se pueden conectar hasta 31 esclavos AS-i estándar o esclavos con espacio de direcciones extendido (sólo esclavos A).

4.5.2. ESCLAVOS ASI

4.5.2.1. Esclavo AS-i

Todas las estaciones conectadas que pueden ser actuadas por un maestro AS-i reciben el nombre de esclavos AS-i. Los esclavos AS-i se diferencian por su construcción (módulos AS-i así como sensores o actuadores con conexión AS-i integrada) y por su espacio de direcciones (esclavo AS-i estándar y esclavo AS-i A/B con espacio de direcciones extendido).

4.5.2.1.1. Esclavo AS-i A/B

Los esclavos AS-i A/B utilizan el espacio de direcciones extendido. Se pueden asignar respectivamente dos esclavos A/B, por parejas, a una dirección de AS- Interface; por lo tanto, en base a la organización de direcciones se pueden conectar hasta 62 esclavos AS-i A/B al AS-Interface.

4.5.2.1.2. Esclavo AS-i analógico

Los esclavos AS-i son esclavos AS-i estándar especiales que intercambian valores analógicos con el maestro AS-i.

4.5.2.1.3. Esclavo AS-i estándar

Cada esclavo AS-i estándar ocupa una dirección en el AS- Interface; en base a la organización de direcciones se pueden conectar por lo tanto hasta 31 esclavos AS-i estándar al AS-Interface.

4.5.2.1.4. Esclavos Analógicos

Son esclavos AS-i estándar.

- Perfil 7.1/7.2.- Necesitan partes especiales en el programa de usuario (controlador, bloques de funciones) para realizar las transferencias de los datos analógicos.
- Perfil 7.3/7.4.- Operan con maestros AS-i extendidos, de forma que la transferencia de datos se realiza automáticamente, no necesitando controladores ni bloques de función en el programa de usuario.

4.5.2.1.5. Perfil del esclavo AS-i

Fundamentalmente, los perfiles determinan la compatibilidad de los componentes AS-i. El perfil está formado por dos números separados a su vez por un punto. El primer número muestra la configuración de E/S, el segundo el código de identificación (código ID). Este perfil está reflejado en las fichas técnicas. Tanto la configuración como el código ID han sido almacenados permanentemente por el fabricante. Para ello están disponibles 4 bits respectivamente. Dichos bits se pueden seleccionar mediante los comandos adecuados. Sería entonces factible asignar todas las 16 combinaciones posibles. Sin embargo, para que el sistema AS-i esté abierto a perfeccionamientos en el futuro, se intenta reducir el uso de tantas combinaciones. Lo importante es que no se restrinja el método de medición o el principio de acción cuando se determine la información. De este modo siempre será posible, por ejemplo, sustituir un detector de proximidad inductivo por una fotocélula. La configuración de E/S indica el sentido de los bits de datos: de entrada, de salida, o bien bidireccional. Los perfiles se derivan de la configuración de E/S (en 1ª posición) y del código ID (2ª posición). Además,

complementan la configuración de E/S con contenidos definidos de los datos y, en caso de que haya, con bits de los parámetros.

En caso de que sea necesario, la asociación AS-i establece el contenido de los perfiles. De este modo, existe por ejemplo un perfil de detectores estándar (S-1.1) o un perfil de valores analógicos S-7.3.

Con la introducción de la versión de AS-Interface 2.1, el perfil se amplió con una tercera posición: el código_ID_2. Éste muestra, p.ej., si un esclavo es compatible con el fallo de periféricos. Los perfiles AS-i 2.1 y 3.0 del tipo S-7.3 E hacen posible que el maestro pueda emplearse con dispositivos del mismo tipo en caso de que se tenga que realizar una sustitución de aparatos. También es posible leerlos con la unidad de direccionamiento.

Configuración de E/S (para códigos ID = 0)

E = Entrada A = Salida B = Bidireccional

Tabla IV.II Configuración de E/S (para códigos ID = 0)¹²

Binario	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
Hexa	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Dec	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ocupado	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
D0	E	E	E	E	E	E	E	B	A	A	A	A	A	A	A	-
D1	E	E	E	E	E	A	B	B	A	A	A	A	A	E	B	-
D2	E	E	E	A	B	A	B	B	A	A	A	E	B	E	B	-
D3	E	A	B	A	B	A	B	B	A	E	B	E	B	E	B	-

¹² **Fuente:** [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-20-08-2009/Show/544-34574-_34.html\(p14\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-20-08-2009/Show/544-34574-_34.html(p14))

4.5.2.1.6. Código ID

El código ID nos muestra si un esclavo no dispone de perfil (F Hexa), si se trata de módulos periféricos descentralizados, o bien si se trata de detectores inteligentes definidos, actuadores o módulos (1 Hexa).

Tabla IV.III Código ID¹³

Binario	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
Hexa	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Dec	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ocupado	*	*	*	*	*											*

4.5.3. CABLES ASI

4.5.3.1. El concepto de cable plano AS-i

AS-i es el único sistema de bus que ha sido desarrollado para cables de dos hilos no apantallados. Gracias al cable plano amarillo estándar, la instalación se puede llevar a cabo sin necesidad de cablear o cortar el cable. Las derivaciones y ramificaciones son factibles en cualquier parte de la instalación, incluso después del montaje.

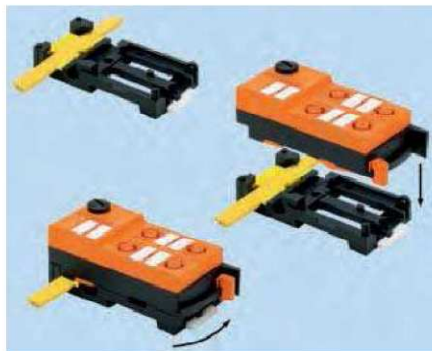


Figura IV.8 Montaje del Cable ASI en Módulos¹⁴

¹³ Fuente: [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p14\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p14))

¹⁴ Fuente: [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p17\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p17))

4.5.3.2. Técnica de montaje rápido

Mediante esta técnica se garantiza un montaje rápido, sin herramientas y, al mismo tiempo muy seguro.

4.5.3.3. Cable Amarillo

Transmite la información y la alimentación de 24 V de los sensores y actuadores (tensión suministrada por fuente de alimentación específica AS-i).

Consta de 2 hilos sin trenzar y sin apantallar, de sección 1,5 a 2,5 mm². Pueden ser cables redondos clásicos o cables específicos AS-i, que permiten realizar un cableado rápido y sencillo de todos los componentes del bus AS-i.

El cable AS-i es plano con 2 conductores y un perfil particular que, impide que se invierta la polaridad durante la conexión a los repartidores o derivadores "T" de conexión AS-i.

Como cable de red puede emplearse cualquier bifilar de 2 x 1.5 mm² sin apantallamiento ni trenzado, sin embargo, se recomienda utilizar el **Cable Amarillo** por sus virtudes:

- Conectable por perforación de asilamiento.
- Codificación mecánica para evitar los cambios de polaridad, es decir, el perfil del cable es asimétrico, lo que impide que sea conectado de forma inadecuada a los restantes dispositivos de la red.
- Grado de protección IP65/67.
- Autocicatrizante, lo que permite la desconexión segura de los esclavos manteniendo el grado de protección IP65/67.

- Existen módulos sin electrónica integrada que adaptan el cable AS-i a otros normalizados, como el cable redondo con conector M12.

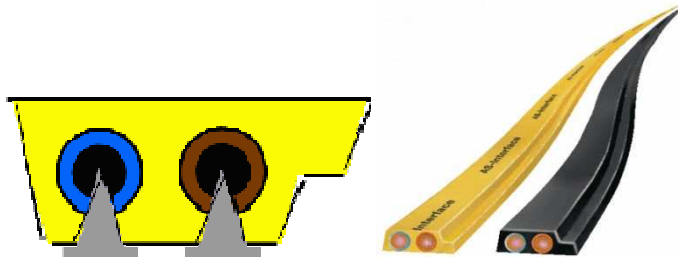


Figura IV.9 Cables AS-I¹⁵

Otros Cables Auxiliares utilizables en AS-i son:

- **Cable Negro:** Se utiliza para proporcionar una alimentación auxiliar de 24 V DC a los esclavos AS-i.
- **Cable Rojo:** Función similar al cable negro, pero para una alimentación auxiliar de 220 V AC.
- **Cable Amarillo Resistente:** Variante adaptada para resistir materiales hostiles, engrasantes, gasolina, etc. Este cable pierde la cualidad de autocicatrización por ser de un material distinto al cable amarillo estándar.
- **Cable Redondo:** Es igual que el cable amarillo, pero no tiene su perfil característico.
- **Cable Redondo Apantallado:** Idéntico al anterior, pero los hilos están recubiertos por una malla que añade inmunidad frente al ruido eléctrico.

4.5.3.4. Extensiones de cable

El bus AS-i clásico está pensado para utilizar cables de una longitud de 100 metros. Algunos usuarios experimentados han llegado a la conclusión de que a menudo se

¹⁵ Fuente: [http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127\(2.7\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127(2.7))

pueden emplear cables de hasta 130 metros, e incluso más, sin ningún tipo de problema. Sin embargo, no existe ninguna regla de instalación general válida para los cables de 100+“x” metros, ya que AS-i dispone de una topología libre. En muchas ocasiones, los cables de gran longitud y no terminados provocan reflejos que causan interferencias en los telegramas AS-i e interrupciones en la repetición de estos telegramas. Existen varias soluciones para remediar estos problemas y poder así instalar una extensión de otros 100 metros:

1. La terminación de bus al final de un cable de gran longitud minimiza los reflejos. Además, en caso de que haya pocos módulos se recomienda colocarlo al final del cable, ya que en ese punto la caída de tensión con la carga conectada será mayor.

Otra de las ventajas de la terminación de bus es la mejora de la calidad de los telegramas AS-i con los cables de gran longitud.

2. Los repetidores de la red AS-i sirven para prolongar los cables 100 metros más.

El número de módulos que se pueden conectar se mantiene inalterable. Todos los repetidores poseen una separación galvánica que divide la red en dos segmentos. Cada segmento dispone de suministro de tensión propio. De este modo, la alimentación AS-i le suministra al segmento del maestro y la alimentación AS-i 2 abastece el área que se encuentra detrás del repetidor. De esta manera, se aumenta la corriente general por cada red AS-i y se mejora la caída de tensión. Un repetidor también se puede emplear por razones de seguridad. Como por ejemplo, cuando es necesario garantizar que un cortocircuito en la parte secundaria de la red no tenga ninguna influencia negativa en la parte primaria. De este modo, las redes AS-i se pueden dividir en dos tramos con separación galvánica. Cada repetidor dispone de un tiempo de circulación de la señal, que se van añadiendo durante la conexión en serie.

3. Con maestros dobles en el centro de las máquinas se pueden instalar direcciones opuestas 100 metros de cable AS-i por maestro. Así, se pueden puentear distancias de 200 metros. Una consecuencia adicional es la duplicación de los módulos AS-i conectados.

4.5.3.5. Comparativa de las diversas extensiones de cable

Existen varias opciones de prolongación de la red AS-i. Los cien metros establecidos se pueden prolongar en casos extremos hasta los 600 metros. La siguiente tabla muestra las diversas opciones de extensión y las diferencias entre las extensiones de cable.

Tabla IV.IV Comparativa entre diversas extensiones de cable Asi¹⁶

Medida	Prolongación	Alimentación Adicional = mayor suministro desde ASi	Separación galvánica	Caída de tensión	Número de esclavos máximo	Coste / rentabilidad * por esclavo (posición)	Observaciones
Repetidores	100m	Si	Si	No critica	62	6,2 (4)	Max. 2 repetidores en serie y max. 1 repetidor en safety at work
Maestros Dobles	100m	Si	Si	No critica	124	2,8 (2)	El maestro se encuentra en el centro
Terminación de Bus	100m	No	No	Critica	62	0,95 (1)	Comprobar suministro total desde As-i y calidad de los

¹⁶ Fuente: [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p34\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p34))

							telegramas
Sintonizador	100.150m	No	No	Critica	62	6,13 (3)	Comprobar suministro total desde As-i y calidad de telegrama

4.5.3.6. Extensión de cable con repetidor

Los repetidores AS-i se pueden instalar en los armarios eléctricos para poder prolongar la longitud del cable y aumentar el suministro total de corriente. No es posible establecer una conexión en paralelo de alimentaciones AS-i sin repetidores. Se pueden conectar hasta dos repetidores en serie.

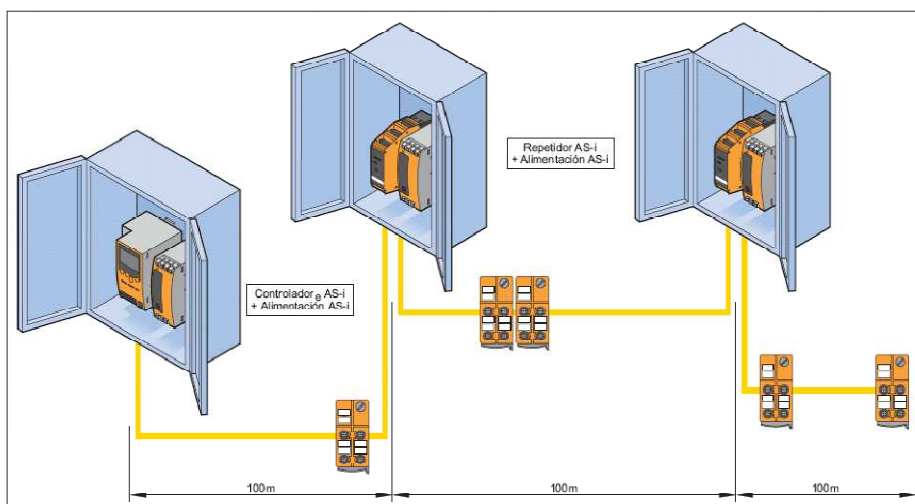


Figura IV.10 Extensión de cable con repetidor¹⁷

¹⁷ Fuente: [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p35\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p35))

4.5.3.7. Extensión de cable con maestro doble

En lugar de utilizar repetidores, existe la posibilidad de montar un maestro doble AS-i en el centro del dispositivo y, así, en un sentido se tiende un cable de 100 metros, y en el sentido opuesto se tiende otro cable de 100 metros. Otra ventaja de este método es que se puede conectar el doble de esclavos en comparación con la solución monomaestro.

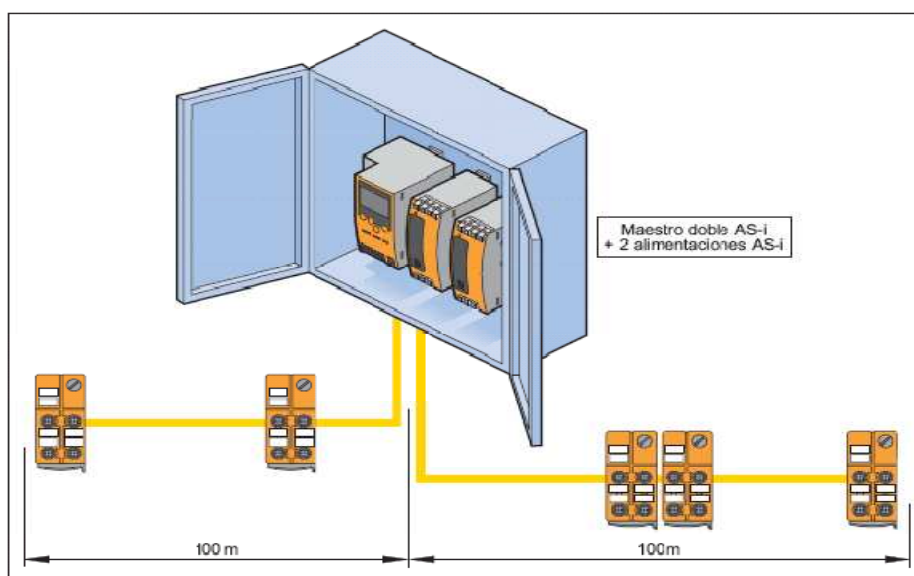


Figura IV.11 Extensión de cable con maestro doble¹⁸

¹⁸ Fuente: http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p35)

4.5.3.8. Extensión de cable con terminación de bus

En el mejor de los casos, la terminación de bus duplica también el cable de bus AS-i. No obstante, antes y después del montaje hay que controlar el número de telegramas repetidos mediante un dispositivo apropiado o a través del display del *Controlador e*. Sólo de esta manera se puede llevar un control de la mejora de la calidad de transmisión.

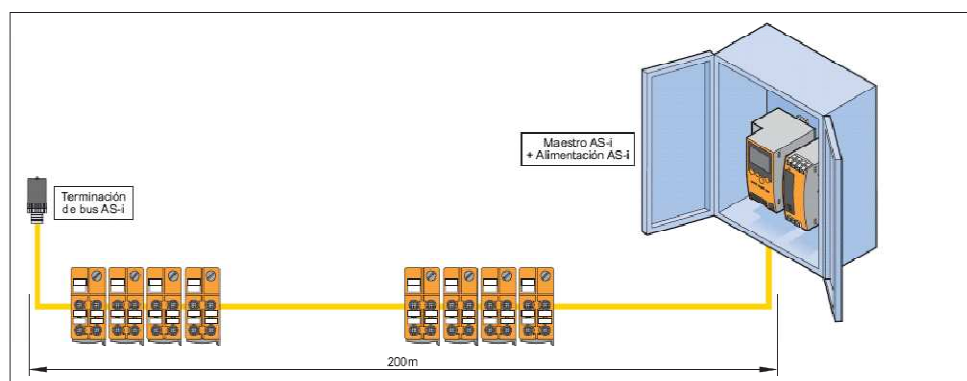


Figura IV.12 Extensión de cable con terminación de bus¹⁹

4.5.3.9. Extensión máxima posible con repetidores y terminación de bus

La longitud máxima del bus se alcanza empleando 2 repetidores y 2 terminaciones de bus. Puede darse el caso de limitaciones dependiendo del tipo de tendido del cable y de la topología.

¹⁹ Fuente: http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p36)

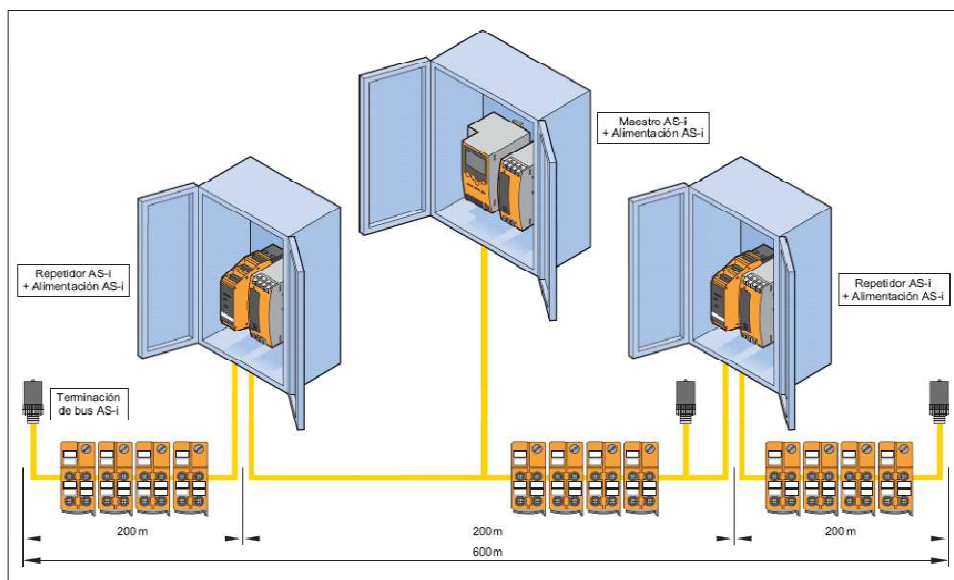


Figura IV.13 Extensión máxima posible con repetidores y terminación de bus²⁰

4.5.4. FUENTE DE ALIMENTACIÓN ASI

Las Fuentes de Alimentación para el bus AS-i son específicas, ya que deben proporcionar potencia a los esclavos conectados y realizar el acoplamiento de los datos sobre la alimentación. Proporcionan tensiones entre 29.5 y 31.5 V DC.

- Normalmente son resistentes a cortocircuitos y sobrecargas.
- Cada segmento de la red (si se utilizan repetidores) requiere su propia fuente de alimentación.
- Las salidas de los módulos se alimentan mediante fuentes auxiliares 24 V DC a través del cable negro.
- La potencia máxima que podrán consumir los esclavos de la red depende de la fuente de alimentación que se escoja para el sistema, por lo que es conveniente hacer un

²⁰ Fuente: [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p36\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p36))

estudio de la potencia que será necesaria antes de adquirir la fuente de alimentación del sistema.

- La situación ideal de la fuente es junto al dispositivo o conjunto de dispositivos que mayor potencia consuman, para así limitar la circulación de corriente por el menor trozo de cable posible.
- Si se utiliza un módulo extensor, la fuente deberá conectarse en el extremo del extensor no conectado al maestro, ya que es en ese tramo de la red donde se conectarán los esclavos. El otro extremo, al no poder conectarse esclavos en él, no requiere de fuente de alimentación.
- En la Figura IV.14 se puede observar la fuente de alimentación 3RX9307-0AA00 de Siemens AG que proporciona un máximo de 2.4 A.



Figura IV.14 Fuente de Alimentación AS-Interface²¹

²¹ **Fuente:** [http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127\(2.7\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127(2.7))

4.5.5. MÓDULOS ASI

4.5.5.1. Módulos Activos. Son aquellos módulos que integran un chip AS-i, por lo que poseen una dirección en la red (debe ser asignada con un direccionador o por el maestro). Al poseer una dirección, tendrán asignados 4 bits de entradas y 3 ó 4 bits de salidas según se emplee direccionamiento extendido o estándar, respectivamente. Estos módulos se emplean para conectar sensores y actuadores no AS-i, es decir, sensores y actuadores binarios convencionales.

4.5.5.2. Módulos Pasivos. Estos módulos no poseen electrónica integrada, es decir, sólo proporcionan medios para cambiar el tipo de cable, por ejemplo de AS-i a M12, para realizar bifurcaciones en la red en topologías de tipo árbol o como un medio de conexión de sensores y actuadores AS-i con chip integrado. Estos módulos no poseen dirección de red, ya que serán los dispositivos con electrónica AS-i integrada los que la posean.

Cada módulo se divide en dos partes:

- **Módulo de Acoplamiento.** Proporcionan una interfaz electromecánica con el cable AS-i. La parte inferior es adecuada para su acoplamiento a un carril normalizado, mientras que la parte superior posee las cuchillas de penetración para el cable AS-i.
- **Módulo de Usuario.** Estos módulos son específicos según la aplicación para la que estén destinados. Existen módulos de usuario que son simples recubrimientos del cable para la realización de bifurcaciones, hasta otros que integran un chip AS-i para la conexión de sensores y actuadores binarios. En este caso, el módulo de usuario también poseerá LEDs de diagnóstico de la red.

El procedimiento para **montar los módulos AS-i** es el siguiente:

- Colocar el Rail DIN (35 mm) en el lugar donde se desea instalar el/los módulo/s.
(Opcional)

- Colocar el Módulo de Acoplamiento sobre el perfil normalizado.
- Encajar el Cable en la guía del módulo de acoplamiento. Si se emplease alimentación auxiliar, colocar igualmente el cable negro o rojo sobre su guía.
- Taponar los orificios no utilizados con Prensaestopas.
- Situar el Módulo de Usuario y atornillarlo, lo que hará que las cuchillas penetren en el cable AS-i como se puede observar en la Figura IV.15.
- Si el montaje es correcto se asegura un grado de protección IP65 ó IP67 en función de las características de los módulos.

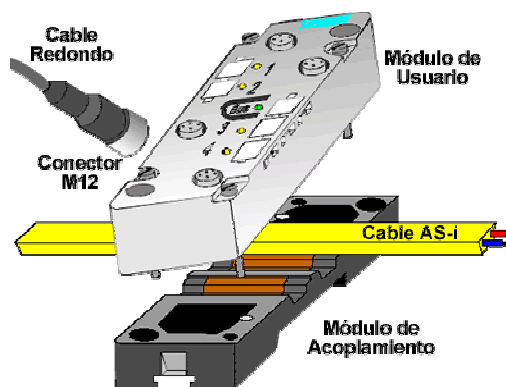


Figura IV.15 Modulo AS-I²²

4.5.5.3. Módulos de Protección

Frente al peligro que en una red supone una sobrete eléctrica proveniente de descargas atmosféricas, contactos con cables de potencia o sobretensiones de la red de transporte de energía eléctrica, nace la necesidad de proteger a todos los dispositivos que componen la red. Para ello, existen **módulos de Protección contra Sobretensiones**.

Un módulo de Protección contra una sobretensión tiene un funcionamiento muy sencillo, el cual se reduce en derivar a tierra cualquier sobretensión detectada por dicho

²² Fuente: [http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127\(2.7\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127(2.7))

dispositivo dentro de la red mediante un cable que está fijado al módulo y a la tierra de la instalación.



Figura IV.16 Modulo de Protección AS-I²³

Existen otros dispositivos cuya función es detectar algún defecto que se derive a tierra en algún cable de la red AS-i y en sensores o actuadores alimentados por dicho cable. Estos módulos son los denominados **módulos de Detección de Defecto a Tierra**.

El funcionamiento de estos dispositivos se basa en detectar una derivación a tierra y conmutar un relé interno que puede utilizarse para eliminar la alimentación del cable. Dicho defecto es memorizado en el módulo hasta que éste se resetea (pulsando Reset 2 segundos o aplicando 24VDC a la entrada Reset).

²³ **Fuente:** [http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127\(2.7\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127(2.7))



Figura IV.17 Módulo de Detección de Defecto a Tierra²⁴

4.5.6. OTROS COMPONENTES AS-I DEL SISTEMA.

4.5.6.1. Unidad de Direccionamiento

La unidad de direccionamiento AS-i (Figura IV.18) se puede utilizar para la puesta en marcha del sistema AS-i. Si solamente está conectado un esclavo, será suministrado desde esta unidad. Aparte de la función de direccionamiento, la más importante, la unidad también puede leer perfiles AS-i y entradas digitales, además de escribir parámetros y salidas. La unidad de direccionamiento también se puede utilizar en un sistema AS-i con varios esclavos. El esclavo que se va a controlar se puede elegir de forma selectiva. Para el suministro de corriente se debe utilizar una alimentación AS-i. Durante la fase de prueba, no puede estar ningún otro maestro en funcionamiento.

²⁴ **Fuente:** [http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127\(2.7\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127(2.7))



Figura IV.18 Unidad de direccionamiento.²⁵

4.5.6.2. As-i Tester

Con el dispositivo de diagnóstico ASi-Tester (Figura IV.19) se puede analizar una red completa AS-i sin tener que interrumpir los aparatos. El aparato se conecta en paralelo al cable amarillo y desde ahí controla todos los telegramas AS-i durante un determinado espacio de tiempo.



Figura IV.19 ASi-Tester.²⁶

²⁵ **Fuente:** [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p37\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p37))

²⁶ **Fuente:** [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p37\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p37))

4.6. PROPIEDADES DEL SISTEMA Y DATOS CLAVE

4.6.1. Diseño, planificación y documentación

Para la planificación y diseño de instalaciones con el sistema AS-i hay que tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Direcciones de esclavos de 1 - 31 por cada maestro.
- Un mayor número de esclavos mediante varias redes AS-i o pasarelas de bus de campo.
- Longitud de cable de 100 metros, con repetidor 100 metros más.
- Los dispositivos binarios se pueden “repartir” una dirección, 1A - 31A y 1B - 31B, lo cual da como resultado 248 entradas y 186 salidas por maestro.
- Hasta 4 canales analógicos por esclavo, entrada o salida.
- Se dejan libres direcciones en caso de que sean necesarias para los monitores de seguridad.
- Uno o dos detectores seguros (p.ej. botón-pulsador de paro de emergencia) por esclavo según la categoría.
- Tiempo de ciclo de 5 ms para direcciones simples, 10 ms para direcciones de A+B.
- Detectores inteligentes en puntos donde es necesario un mayor diagnóstico.

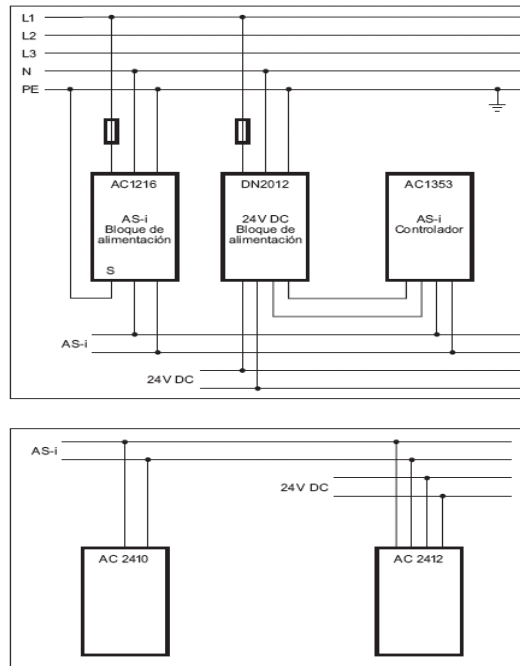


Figura IV.22 Ejemplo de documentación de una instalación.²⁷

4.6.2. Cómo hacer una conexión AS-i en 4 pasos

4.6.2.1. Primer paso: La elección de una fuente de alimentación adecuada.

Para el suministro de tensión es necesario utilizar una alimentación especial AS-I, a diferencia de las alimentaciones convencionales, la alimentación AS-i dispone del desacoplo de datos necesario. La potencia necesaria se calcula de la siguiente manera:

- **I Total AS-i** = número de esclavos x consumo por esclavo (tipo 35 mA) + Número de entradas de módulo x corriente de entrada máx. tipo 5 mA + Número de detectores x consumo individual (P.ej. 10 mA / detector inductivo, 35 mA / fotocélula) + Corriente para la parte analógica del maestro (tipo 60 mA) + 10 % Extra de seguridad (p.ej. para el calentamiento)

²⁷ Fuente: [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p18\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p18))

Tabla IV.V. Ejemplo Cálculo de Potencia Fuente AS-i²⁸

Número de entradas	Número de salidas	Tensión de entrada desde AS-i	Tensión de salida según MBTP	Max. Corriente/modulo de entrada [mA]	Corriente / canal de salida total [A]	Perfil ASi S.	Consumo total desde AS-i [mA]	No de ilustración	No de pedido
4 ED	-	Si	-	200	-	OAE	<250	1	AC2250
4 ED	4 DOT	Si	Si	200	1 (4)	7.0 E	<250	1	AC 2251

Ejemplo de cálculo para determinar cuál es la alimentación apropiada:

25 módulos 4E / 4A, dos detectores inductivos y dos fotocélulas por cada módulo.

$$I \text{ total AS-i} = (25 \times 35 \text{ mA}) + (25 \times 4 \times 5 \text{ mA}) + (25 \times 2 \times 10 \text{ mA}) + (25 \times 2 \times 35 \text{ mA})$$

$$I \text{ total AS-i} = 3625 \text{ mA} \times 1,10 = 3,987 \text{ A}$$

Alimentación AS-i elegida: 4A.

También se puede aplicar la regla empírica:

$$I \text{ total AS-i} _ \text{número de módulos} \times 150 \text{ mA}$$

Alimentación de 24 V para el suministro de los actuadores

El suministro de los actuadores se lleva a cabo mediante una alimentación independiente de 24 V (cable negro auxiliar). Para calcular la potencia necesaria de la alimentación, simplemente hay que sumar los valores del consumo de los actuadores:

Suma de las corrientes del consumidor (actuadores): por ejemplo 10 válvulas a 5 W, 5 válvulas 3 W, 10 luces a 45 mA.

$$I \text{ total } 24 \text{ V} = 10 \times 5 \text{ W} / 24 \text{ V} + 5 \times 3 \text{ W} / 24 \text{ V} + 10 \times 0,045 \text{ A} = 3,16 \text{ A}$$

Alimentación de 24 V elegida: 4A.

²⁸ Fuente: [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p19\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p19))

4.6.2.2. Segundo paso: Direccionamiento de los esclavos.

Tras montar los módulos, se conectan el cable AS-i (cable plano amarillo) y el cable de 24 V (cable plano negro). En los módulos para armarios eléctricos, el cable se conecta a los bornes correspondientes. En los módulos de campo, el cable plano se introduce en el hueco correspondiente del zócalo para módulos. Para que después todo el sistema funcione sin problemas, hay que asegurarse de que el cable se ha colocado correctamente en el módulo. No obstante, normalmente los componentes no quedarán dañados en caso de inversión de polaridad.

La mejor manera de asignar direcciones es utilizando la unidad manual de direccionamiento. El orden en el que estén colocados los aparatos conectados al cable AS-i no es relevante para la asignación de una dirección. No obstante, las direcciones deberían estar unidas espacialmente según su función en la aplicación (unidades funcionales) con el fin de localizar los errores de una forma más sencilla. Normalmente, el direccionamiento se lleva a cabo antes del montaje. A los esclavos AS-i (módulos, componentes inteligentes) se les atribuye una dirección del 1 al 31 (o bien de 1A a 31A y de 1B a 31B en el modo de direccionamiento extendido). Al maestro AS-i no se le asigna ninguna dirección. El direccionamiento se tiene que realizar meticulosamente para evitar que se produzcan direccionamientos dobles.

Básicamente existen cuatro opciones para direccionar un esclavo:

- **Zócalos para módulos con toma de direccionamiento.**

Esta técnica es apropiada para el direccionamiento después del montaje de los módulos. Tras dicho montaje, e incluso bajo tensión en el cable amarillo, se introduce un cable de direccionamiento en la toma de direccionamiento que interrumpe la conexión entre el

esclavo AS-i y el maestro, y establece una conexión directa con la unidad de direccionamiento.

- **Direccionamiento por infrarrojos**

Algunos módulos se pueden direccionar utilizando un adaptador especial de infrarrojos. Además, en este caso tampoco es necesario desmontar los esclavos. Con esta opción, el maestro tiene que encontrarse en el estado “offline” (apagado) para que no se lleve a cabo ningún intercambio de datos en el bus. Para cambiar el estado se desconecta el maestro de la red AS-i o se cambia el puente de direccionamiento en la alimentación AS-i a la posición “IR Addr. On”.

- **Direccionamiento “clásico” antes del montaje**

Con este método convencional se realizan las tareas pertinentes en todos los esclavos antes del montaje: direccionamiento con la unidad manual “Direccionador”, etiquetado el montaje según el plan de la instalación. Este método requiere un especial cuidado, ya que el lugar de instalación de los módulos en la red AS-i se tiene que mantener obligatoriamente.

4.6.2.3. Tercer paso: Montaje e instalación.

Recomendación: conecte el cable plano primero en toda la red y, por último, en el armario eléctrico con el fin de que el cable esté en la posición correcta con respecto a los módulos.

El cable se introduce con mucho cuidado en las guías de los zócalos para que después pueda hacer contacto correctamente. Las guías tienen el mismo color que el cable plano que les corresponde (amarillo = AS-i, negro = 24 V DC). Colores de los hilos Cable AS-i amarillo:

- ✓ A+ Polo positivo AS-i marrón

- ✓ A– Polo negativo AS-i azul
- ✓ Cable de tensión auxiliar negro:
- ✓ E+ Polo positivo de 24 V marrón
- ✓ E– Polo negativo de 24 V azul

Dentro del armario eléctrico, el cable amarillo AS-i se tiene que colocar sin ningún tipo de cortes hasta que llegue a la alimentación AS-i. Además, el maestro se conecta aquí en paralelo (azul = AS-i –, marrón = AS-i +). En caso de que se tengan que utilizar módulos de entrada y salida en el armario eléctrico, se recomienda utilizar un cableado por separado (ramificación), que también tenga su origen en la alimentación AS-i.

Advertencia: los polos positivo y negativo AS-i no deben ponerse nunca a tierra; no está permitido mezclar potenciales de referencia en varios módulos.

4.6.2.4. Cuarto paso: Configuración automática del maestro.

El último paso se lleva a cabo una vez que todos los esclavos estén conectados y direccionados correctamente. Se debe entonces informar al maestro de cuántos esclavos están disponibles para un sistema en pleno funcionamiento (Lista de los esclavos configurados LPS). Esta función se lleva a cabo mediante la configuración automática (por ejemplo, en el maestro PLC pulsando simplemente una tecla). En este caso, el maestro AS-i se cambia al modo de proyección, lee la proyección actual de todos los esclavos conectados y la almacena de forma permanente.

Modo de proyección = el maestro se comunica con todos los esclavos, por ejemplo durante la puesta en marcha. No se muestran los esclavos que faltan.

Modo de funcionamiento normal = el maestro se comunica solamente con los esclavos de la LPS. Se muestra los esclavos que faltan.

4.7. LOS MAESTROS ASI

4.7.1. DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

4.7.1.1. Perfiles del maestro

El maestro AS-i puede tener un perfil u otro dependiendo de cuáles sean sus prestaciones. Con el desarrollo de la funcionalidad del esclavo, también se han integrado las “nuevas” funciones en los perfiles del maestro.

4.7.1.2. Fallos de periféricos

El maestro distingue entre fallos de comunicación y fallos de periféricos. Estos últimos se indican en el módulo mediante un LED rojo. Un fallo de periférico puede ser, por ejemplo, un cortocircuito en el cable del detector. Asimismo, se genera automáticamente una lista en el maestro, la LFS (List of Faulted Slaves), con lo cual también es posible realizar una evaluación del error a través del programa del usuario. En este caso, las ventajas serían la localización exacta del error y el sencillo mantenimiento de la instalación. El esclavo indica errores de comunicación mediante el LED rojo, como por ejemplo, cuando el esclavo no ha sido direccionado.

- ✓ **M0** intercambio cíclico de datos, sólo datos binarios, sin modo de direccionamiento extendido.
- ✓ **M1** igual que M0, se añaden datos analógicos y parámetros AS-i cíclicos.
- ✓ **M2** intercambio cíclico de datos y parámetros AS-i acíclicos.
- ✓ **M3** igual que M1, se completa con el modo de direccionamiento extendido (62 esclavos), y el protocolo analógico S-7.3.x y S-7.4.x.
- ✓ **M4** igual que M3, se completa con el protocolo de datos de la transmisión de bytes.

4.7.1.3. Estructura del maestro AS-i

El maestro AS-i se compone fundamentalmente de cuatro niveles. El nivel de comunicación más bajo corresponde a la parte analógica, responsable de la calidad de los telegramas de datos y de la forma de impulsos en el cable amarillo. A dicha parte analógica se le suministra corriente mediante el cable AS-i. Esta corriente de la parte analógica forma parte también del cálculo total del suministro de corriente de AS-i. El nivel de transmisión se encarga del intercambio de telegramas con los esclavos. El maestro llama a todos los esclavos AS-i cíclicamente siguiendo las direcciones en orden ascendente. Este proceso tiene una duración de 5 ms en caso de que haya 31 esclavos, o como máximo 10 ms si hay 62. El usuario no puede cambiar este orden de llamadas. El programador dispone de los datos a través del nivel del maestro, normalmente en un área de memoria común (DP-RAM). Generalmente no son necesarias otras llamadas de software o bloques funcionales.



Figura IV.27 Estructura del maestro AS-i.²⁹

²⁹ Fuente: [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p31\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p31))

4.7.1.4. Ejemplos de uso para el maestro AS-i

Según el controlador que se emplee, existen diferentes tipos de maestro AS-i:

- Maestro como tarjeta para su conexión al PC.
- Maestro como tarjeta para su conexión al PLC.
- Maestro como pasarela de bus de campo.
- Maestro con PLC integrado.

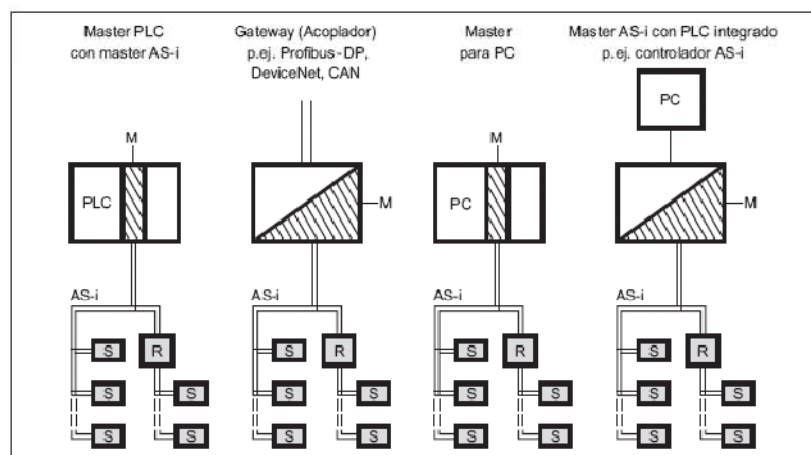


Figura IV.28 Diversos tipos de maestro.³⁰

4.7.1.5. El maestro según la especificación AS-i 2.1

Aparte de los maestros ya conocidos con la especificación AS-i 2.0, existen actualmente otros maestros con la versión AS-i 2.1. La característica común más importante de las dos variantes es la total compatibilidad. Sin embargo, en la versión 2.1 se añadieron nuevas funciones AS-i que solamente se pueden llevar a cabo con esclavos de la versión 2.1. Todos los esclavos de la versión 2.0 funcionan correctamente con maestros de la versión 2.1. A la inversa, la comunicación de datos solamente es compatible de forma descendente.

³⁰ Fuente: [http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html\(p31\)](http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html(p31))

No obstante, todas las demás funciones no se pueden evaluar por maestros de la versión 2.0. En la siguiente tabla se muestra esta correlación. En la versión AS-i 2.0, el perfil el esclavo constaba de 2 partes (por ejemplo S-7.0), a las cuales se les añadieron códigos ID (por ejemplo S-7.A.E). Éstos, asimismo, sólo pueden ser evaluados por el maestro de la versión 2.1. En los esclavos más antiguos, la tercera parte que falta se completa con el valor “f” (hexa).

Tabla IV.VI Compatibilidad entre maestro y esclavos.³¹

Especificación del esclavo AS-i	Función	Maestro 2.0 Perfiles M0, M1, M2	Maestro 2.1 Perfil M3	Master 3.0 Perfil M4
2.0	Esclavos sin modo de direccionamiento extendido	31 esclavos	31 esclavos	31 esclavos
2.0	Esclavos analógicos con perfil S-7.1 ó S-7.2	con bloque funcional	con bloque funcional	con bloque funcional
2.1 + 3.0	Esclavos sin modo de direccionamiento extendido	31 esclavos	31 esclavos	31 esclavos
2.1 + 3.0	Esclavos con modo de direccionamiento extendido	31 esclavos (Esclavos A)	62 esclavos (Esclavos A y B)	62 esclavos
2.1 + 3.0	Fallos de periféricos	no evaluados	sí	sí
2.1 + 3.0	Esclavos analógicos con perfil S-7.3.x ó S-7.4.x	probablemente con bloque funcional	conexión directa, sin bloque funcional	conexión directa, sin bloque funcional
3.0	Esclavos con funciones especiales, p.ej, transmisión de datos en serie	probablemente con bloque funcional	probablemente con bloque funcional	conexión directa, sin bloque funcional

4.7.1.6. Puesta en marcha del maestro

El sistema AS-i ha sido diseñado para poder auto configurarse, y por lo tanto, puede ponerse en marcha sin tener que utilizar software. Debido a que la cantidad de datos por esclavo AS-i está fijada en 4 bits, el maestro puede realizar una lectura de la red conectada y almacenarla permanentemente como configuración nominal (LPS, lista de

³¹ **Fuente:** http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html

esclavos configurados). Este proceso se puede llevar a cabo completamente sin software. Para ello, hay muchos maestros que disponen de una sola tecla denominada “Config all” o un display fácil de manejar, con el cual también se pueden direccionar esclavos.

Tabla IV.VII Tabla Perfil/Funcionalidad³²

Perfil	Funcionalidad
Topología (cableado)	Estructura de árbol, en línea, en línea con ramales derivados, de anillo, de estrella
Medio	Cable de dos hilos no apantallado Ejemplo. H05VV-F2 x 1,5; cable plano AS-i.
Señales	Datos y energía a través de un cable, máx 8 A
Longitud del cable	100 m, prolongación posible mediante repetidor.
Número de esclavos por red	Hasta 62 esclavos
Datos útiles por esclavo	datos de 4 bits (cíclicos), parámetros de bits (acíclicos), > 4 bits con protocolo de datos (múltiplex).
Número de E/S binarias (acíclicas)	124 E/S (esclavo único), 248 E + 186 S (Esclavos-A/B)
Procesamiento del valor analógico	31 x 4 canales posibles mediante el perfil de esclavo S 7.3.
Número de E/S analógicas (cíclicas)	124 palabras

³² Fuente: Tesistas

Transmisión de datos, parametrización	Varios bytes, uni / bidireccionales
Número de maestros / redes	Opcional mediante multimaestros, controladores o pasarelas.
Tiempo de ciclo	5...10 ms
Tipo de acceso	Interrogación secuencial cíclica, sistema de maestro único.
Direccionamiento	Dirección inequívoca y fija en el esclavo.
Detección de errores	Identificación y repetición de telegramas erróneos

4.7.2. PRINCIPIO MAESTRO ESCLAVO

AS-i es un bus con maestro único, que se encarga de gestionar los esclavos. El maestro pregunta sucesivamente a cada uno de los esclavos conectados al bus y espera la respuesta. El ciclo de preguntas dura como máximo 5 ms con 31 esclavos. El maestro siempre toma la iniciativa de diálogo. Los esclavos se configuran en fábrica con la dirección 0. Antes de utilizarlos por primera vez, es necesario asignarles una dirección utilizando un terminal de direccionamiento. La transmisión entre el maestro y los esclavos se realiza utilizando la técnica de modulación por impulsos alternos (APM) sobre la corriente portadora. El proceso de detección de fallas garantiza una transmisión óptima.

4.7.3. PASARELAS DE RED ASI

Las pasarelas AS-i, también denominadas acopladores, establecen una conexión desde la AS-Interface a un sistema de bus superior. Gracias a esta conexión se pueden combinar las ventajas de ambos sistemas. Las ventajas de AS-i como sistema del primer

nivel dentro de la jerarquía de automatización son el manejo sencillo, la rápida transmisión de datos, los bajos costes y el montaje rápido.

A través de pasarelas de bus de campo (como p.ej. hacia el Profibus DP), se pueden conectar varias instalaciones AS-i a una central de conducción a lo largo de grandes distancias (p. ej. en una sala de montaje). Debido a que el bus de campo es generalmente más lento, a menudo se requiere un procesamiento de datos descentralizado en la pasarela.

AS-i está concebido como una interfaz actuador-sensor para componentes binarios. Por este motivo, existen acopladores (denominados pasarelas) a los sistemas de bus superiores (como por ejemplo el Profibus-DP), que se utilizan para transmitir cantidades de datos más grandes. La pasarela consta, por un lado, de un maestro AS-i que establece la conexión a AS-i, y por otro lado, se compone de una conexión a un sistema del nivel superior, al cual se transmiten los datos AS-i. Desde el punto de vista de la programación, el maestro AS-i es considerado un módulo del bus superior.

4.7.4. TAREAS Y FUNCIONES DEL MAESTRO

4.7.4.1. El maestro como parte central.

El accionamiento del sistema AS-i, es decir, la comunicación con los esclavos, se controla y revisa permanentemente en el maestro. Al mismo tiempo, se proporciona la información binaria de los actuadores /detectores a través de una interfaz de los controladores superiores (PLC, PC, CN). La programación se realiza como hasta ahora. Los programas existentes se pueden seguir utilizando. También en este caso se ve reflejada la concepción práctica de AS-i. El usuario no percibe que, en lugar de los módulos de E/S, es el sistema AS-i el que proporciona las señales periféricas. Estas

funciones de gestión se llevan a cabo directamente en el nivel de hardware del maestro, sin ningún tipo de gasto adicional para el usuario relacionado con las conexiones o la programación.

4.7.4.2. Sistema monomaestro

AS-i utiliza un único maestro por cada sistema. Este maestro envía llamadas cíclicamente a todos los módulos del sistema. La situación física del maestro dentro del árbol AS-i es irrelevante, ya que cada módulo dispone de una dirección individual. Esta dirección se almacena en cada esclavo de forma permanente en un EEPROM. El sistema monomaestro garantiza tiempos de ciclo permanentes y definidos. Estos tiempos dependen del número de módulos y en su máxima extensión tienen una duración de 5 ó 10 milisegundos.

Dependiendo de la aplicación, existen distintas opciones para conectar el sistema de control superior (Host) a la interfaz actuador / detector.

4.7.4.3. Maestro PLC

Con la tarjeta de maestro PLC de AS-i, es posible el acceso directo desde la CPU de control a los periféricos AS-i. La comunicación entre el maestro AS-i y la CPU se lleva a cabo normalmente mediante un bus de PLC interno, a través del cual también se intercambian datos otras conexiones, como por ejemplo, la de los módulos de entrada/salida. Esto asegura un rápido intercambio de datos y garantiza la compatibilidad con los programas de PLC ya existentes. De esta forma, el usuario puede seguir utilizando el software del que ya disponía.

4.7.4.4. El maestro para el PC

La tarjeta-maestro AS-i para el PC ofrece todas las funciones del PC (visualización, control de procesos, recopilación de datos) en combinación con la interfaz actuador sensor.

Gracias a su diseño industrial y a su bajo coste, los ordenadores se utilizan cada vez más para el control de las máquinas dentro del sector de la automatización.

En estos casos, las ventajas de AS-i se integran directamente en el sistema. El usuario puede utilizar un lenguaje de programación de alto nivel, siempre y cuando utilice el driver específico de AS-i, ya que éste establece la comunicación con la tarjeta maestro.

4.8. LOS ESCLAVOS ASI

4.8.1. FUNCIONAMIENTO DE LOS ESCLAVOS ASI

Los esclavos contienen la electrónica de AS-Interface y también posibilidades de conexión para sensores y actuadores, y pueden usarse en el campo o en el armario eléctrico. Los esclavos intercambian cíclicamente sus datos con un maestro, el cual será el encargado de gestionar el tráfico de datos a través de la red. En un bus AS-i pueden conectarse hasta 62 esclavos. Las estructuras compactas y descentralizadas son posibles tanto en armarios eléctricos como a pie de máquina, p. ej., en módulos con un alto grado de protección.

Los esclavos As-i pueden conectarse al bus de tres formas:

- Sensores / actuadores convencionales. Se conectan al bus mediante módulos de E/S.
- Sensores / actuadores convencionales con capacidad de comunicación. Se conectan directamente al bus AS-i mediante una interfaz dedicada.

- Sensores / actuadores integrables en AS-i. Se conectan directamente al bus. Pueden contener parámetros configurables desde el maestro.

AS-i admite hasta 31 esclavos (componentes que incluyan un "chip" AS-i), cada uno de ellos con 4 bits de entrada y 4 bits de salida para intercambio cíclico de información con el maestro y 4 bits de parametrización para realizar funciones complejas (configuración, diagnóstico, etc.) Cada esclavo tiene una dirección propia y un perfil que lo define (código que precisa el tipo de la unidad esclava). Los sensores o actuadores comunicantes (incluyen un "chip" AS-i) se conectan directamente al bus AS-i a través de repartidores o "T" de conexión pasivos. Por lo tanto, se puede conectar un máximo de 31 sensores o actuadores comunicantes. Los sensores o actuadores estándar (finales de carrera, sensores inductivos, etc.) se conectan al bus a través de repartidores activos o interfaces de conexión. Por lo tanto, se pueden conectar un máximo de 248 sensores o actuadores estándar. Se pueden combinar sensores/actuadores comunicantes.

Tanto los módulos activos como los sensores y actuadores integrados en AS-i poseen un chip cuyas ventajas son:

- Facilitan el diseño e implementación de sensores y actuadores AS-i por parte de los fabricantes.
- Gestionan todo el proceso de comunicación con el maestro de la red.
- Incluyen una memoria no volátil para el almacenamiento de la dirección de red (EEPROM).
- Son chips de bajo consumo, aptos para ser alimentados a través de la red AS-i.

Su tamaño es reducido, para que puedan ser integrados en sensores y actuadores.

4.8.1.1. Posibilidades de direccionamiento del esclavo

Aparte del prestigioso método de direccionamiento clásico (offline) de los esclavos AS-i, existen otras técnicas que permiten direccionar los aparatos después de su montaje:

- A través de una toma mecánica de direccionamiento o
- A través de una interfaz de direccionamiento por infrarrojos.

De esta manera, se pueden pre instalar mecánicamente todos los componentes AS-i sin necesidad de conocimientos previos. El direccionamiento se puede realizar después.

4.8.1.2. Características principales

Tabla IV.VIII Características Principales Esclavos AS-i³³

Protocolo	Maestro/esclavo centralizado.
Tipo de acceso	Escrutinio cíclico (polling).
Tiempo de actualización	5 ms para 31 esclavos (1 ms para cada 6 esclavos).
Tiempo de respuesta	Tiempo máximo establecido para cada esclavo.
Puntos de conexión	31 esclavos.
Número de productos estándar	248 como máximo.
Tamaño de los datos	4 bits de estado, 4 bits de mando y 4 Bits de parametrización por esclavo.
Longitud máxima del bus	100 metros (300 metros con repetidor).

³³ Fuente: Tesistas

Organización del bus	Alimentación y señal sobre el mismo soporte físico.
Soporte físico	Cable de 2 hilos sin apantallar.

4.9. OTROS COMPONENTES DEL SISTEMA

4.9.1. REPETIDOR /EXTENSOR DE ASI

Si en la Red, se requiere prolongar la longitud del cable por una distancia superior a 100m necesitaremos de un repetidor. Éste componente actúa como un amplificador de señal y requiere de una fuente de alimentación en cada extremo. Además permite conectar esclavos en cada lado del mismo. Tanto el Extensor como el Repetidor, pueden alcanzar un máximo de 300 metros. Es posible conectar varios repetidores en paralelo o (un máximo de 2) en serie, de modo que la extensión máxima de red de una AS-Interface aumente de los 100m convencionales hasta 500m.

Los beneficios del uso de un Repetidor son:

- Mayores posibilidades de aplicación y mayor libertad en la concepción de instalaciones gracias a la posibilidad de prolongar el segmento AS-Interface.
- Reducción de los tiempos de parada y servicio técnico en caso de defecto gracias a que se indica por separado la tensión correcta AS-Interface en cada lado.



Figura IV.29 Repetidor³⁴

Cuando en una Red AS-i un dispositivo que actúa como maestro está alejado del resto de sensores y actuadores, puede ser necesario añadir un extensor. Éste, es un componente pasivo que tiene como función duplicar la longitud máxima que puede tener el cableado de un sensor o actuador en un segmento AS-Interface, es decir, tiene la capacidad de ampliar un tramo de red de 100 a 200 metros.

Además, para alimentar a los esclavos conectados al segmento de hasta 200 metros de largo no se requiere más que una fuente de alimentación, la cual, se conectará al punto más alejado de la red As-i.



Figura IV.30 Modelo Extension Plus de Siemens³⁵

³⁴ **Fuente:** [http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127\(2.7\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127(2.7))

³⁵ **Fuente:** [http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127\(2.7\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127(2.7))

Para el caso del extensor de la Figura IV.30, el dispositivo cuenta con un conector macho M12 que permite conectarlo rápidamente con la derivación AS-Interface M12 en un grado de protección IP67.

El extensor "Extension Plug" lleva integrado un detector de subtensión que vigila la tensión del AS-Interface a fin de garantizar que al final del cable de bus aún siga habiendo la tensión necesaria. En caso de que no la hubiera, el alargador Extension Plug lo señala con un LED de diagnóstico situado en la parte superior del dispositivo.

4.9.2. PASARELAS

Si tenemos una red lo suficientemente compleja como para trabajar con varios sistemas de buses, como por ejemplo AS-Interface y Profibus necesitaríamos de una **Pasarela**. La Pasarela, es el dispositivo que permite conectar una red tipo AS-Interface con otra de nivel superior (Profibus, DeviceNet, FIPIO, Interbus,...). El funcionamiento de este dispositivo se basa en suministrar señales binarias al sistema de bus superior para su posterior tratamiento con el programa del PLC.



Figura IV.31 Pasarelas DP/AS-i LINK Advanced de Siemens³⁶

³⁶ **Fuente:** [http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127\(2.7\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127(2.7))

4.9.3. DISPOSITIVO ENRUTADOR

Los esclavos por defecto traen almacenada la dirección '0'. Como cada esclavo en una red AS-i necesita de una dirección propia, (ya que en el caso de que varios de ellos tengan una misma dirección se producirán errores en la red) se necesita de un dispositivo capaz de asignar a cada esclavo una dirección única. Esa tarea es la labor del Terminal de Direccionamiento.

4.9.3.1. Terminal de Direccionamiento.

El terminal de direccionamiento Figura IV.32 reconoce al esclavo y le asigna una dirección comprendida entre la 01 y la 31. Además, incorporan un conector M12 para sensores o actuadores inteligentes.



Figura IV.32 Enrutador³⁷

Otras características que tienen los Terminales de Direccionamiento son:

- Realizan test de funcionamiento a los esclavos.
- Diagnósticos para sensores digitales y analógicos.
- Son capaces de detectar la completa configuración del sistema.
- Tienen memoria.

³⁷ **Fuente:** <http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127>

- Hacen la función de pasarela con el PC.

4.10. FASES OPERATIVAS

Una Red AS-Interface cuenta con tres fases operativas:

4.10.1. Inicialización (off-line).

- Se copian los parámetros al campo específico.
- Las imágenes de E/S y las tablas LDS, LAS y LPS están en su estado inicial.

4.10.2. Arranque

Consta de 2 fases:

- **Identificación:** Se detectan los esclavos (LDS). Compara el perfil de los esclavos reconocidos con la configuración de referencia del maestro.
- **Activación:** Activa los esclavos y genera LAS. Si el maestro está en modo protegido sólo se activan los esclavos que se ajustan a la configuración nominal, si no se activan todos los esclavos reconocidos.

4.10.3. Modo Normal.

- Intercambio cíclico de datos entre el maestro y los esclavos activos.
- Gestión de peticiones de la aplicación de control supervisora (Transmisión de parámetros, modificación de direcciones).
- Registro de nuevos esclavos detectados.

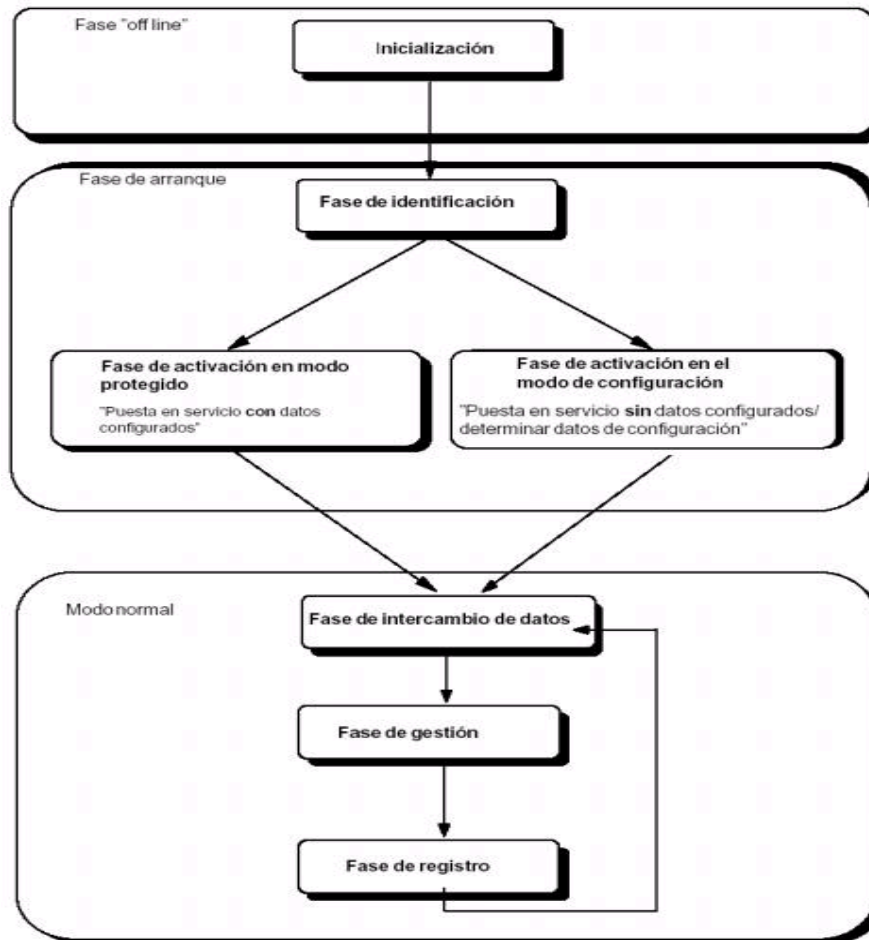


Figura IV.33 Fases Operativas Red AS-i³⁸

4.11. FUNCIONAMIENTO

AS-i es una red monomaestro que funciona mediante polling cíclico, es decir, hay un único maestro que direcciona uno a uno a los esclavos y realiza la comunicación con ellos. El maestro de la red puede establecer una comunicación no cíclica con algún esclavo para adaptar su configuración o en la fase de arranque de la red.

La red es de difusión, por lo que en cada trama se ha de indicar la dirección del esclavo con el que se establecerá la comunicación. El mensaje del maestro incluye los datos o la

³⁸ **Fuente:** [http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/131\(2.5\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/131(2.5))

función que envía al esclavo y es devuelto por éste con los datos solicitados por el maestro.

Los esclavos de AS-Interface deben tener asignada una dirección.

- Inicialmente traen almacenada de fábrica la dirección 0. Esta dirección provoca que el esclavo no sea direccionado por el maestro de la red.
- La dirección se asigna mediante un terminal de direccionamiento o a través del maestro de la red.
- La dirección ha de ser única, y debe estar comprendida entre 1 y 31. Si se utiliza el método de direccionamiento extendido, se ha de incluir en la dirección el modificador A o B.
- El esclavo almacenará su dirección en una memoria no volátil (EEPROM), de forma que un fallo en la alimentación no provoque su pérdida y el consiguiente problema de funcionamiento que conllevaría.
- Cada dirección AS-i tiene asignado un byte de datos, de forma que pueden conectarse 4 dispositivos de entrada binarios y 4 de salida por esclavo.
- Si se utiliza direccionamiento extendido, uno de los bits de salida se utilizan para extender la dirección, por lo que se pueden conectar 4 dispositivos de entrada binarios y 3 de salida por esclavo.
- Si un esclavo se conecta directamente a la red, ocupará la dirección completa.

Cuando el Maestro quiere acceder a la información del esclavo es el maestro quien gestiona toda la comunicación, realizando una llamada a cada uno de los esclavos a los que quiere consultar y esperando su respuesta.

- Ajuste Electrónico de Direcciones:

1. Se debe asignar a cada esclavo una dirección única en el bus (01-31,A/B).
2. Por defecto traen la dirección '0'.
3. La dirección se almacena de forma no volátil en el esclavo (EEPROM).

- Seguridad de Funcionamiento y Flexibilidad:

1. Supervisión de la tensión en la línea por parte del maestro.
2. Supervisión de los datos transmitidos por parte del maestro.
3. Detección de errores de transmisión.
4. Detección de fallo en los esclavos.
5. La incorporación de nuevos esclavos AS-i no perturba al sistema.

- Datos Cuantitativos:

1. Máximo 31 esclavos estándar o 62 con espacio de direcciones extendido.
2. Tiempo de ciclo máximo de 5ms (estándar) o 10ms (extendido).
3. 124 entradas y 124 salidas binarias (estándar) ó 248 entradas y 186 salidas (extendido).

AS-Interface emplea un método de transmisión basado en modulación de corriente, lo que permite un alto grado de seguridad e inmunidad frente a ruidos.

Otros aspectos que añaden seguridad a la red AS-i son:

- El maestro supervisa la tensión en la línea.
- El maestro supervisa la transmisión de datos a través de la red.

- El protocolo de comunicación incluye un bit de paridad para la detección de errores.
- El maestro de la red detecta fallos en los esclavos.
- La incorporación de nuevos esclavos a la red no perturba su funcionamiento.
- Grado de protección IP65/67.

4.11.1. Conexión del bus AS-i

Con las espigas tipo "vampiro" incorpora en los repartidores o derivaciones "T", el cable AS-i se conecta rápida y automáticamente, perforando el recubrimiento aislante del cable y estableciendo el contacto. Cuando se retiran los elementos de conexión para modificar el cableado, el cable recupera su aspecto original gracias al recubrimiento autocicatrizante.

4.12. TOPOLOGÍAS DE RED

Debido al principio de funcionamiento empleado no hay limitaciones en cuanto a la topología. Los esclavos pueden conectarse en Bus, Estrella, Anillo, Rama y Árbol.

La libertad de topologías permite que cada esclavo se conecte en el punto más cercano a la red, o en el más accesible, facilitando considerablemente la tarea del cableado e instalación de los sensores y actuadores.

Para realizar bifurcaciones y ramificaciones se deben emplear módulos pasivos, ya que estos permiten mantener el grado de protección y seguridad de la red (IP65).

En una red AS-i no existen condicionantes para la colocación de los esclavos en el bus, sin embargo, la longitud total del cable puede ser un condicionante ya que no deberá

superar los 100m. En caso de que se necesitara una longitud mayor habría que usar extensores y repetidores

4.12.1. Topología en línea

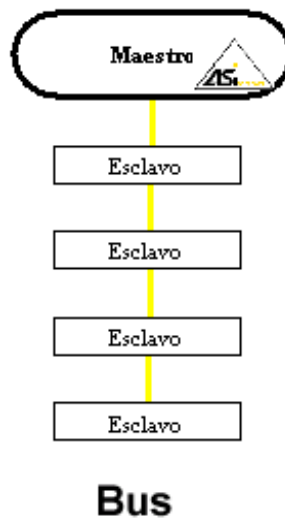


Figura IV.34 Topología en Línea³⁹

4.12.2. Topología en estrella

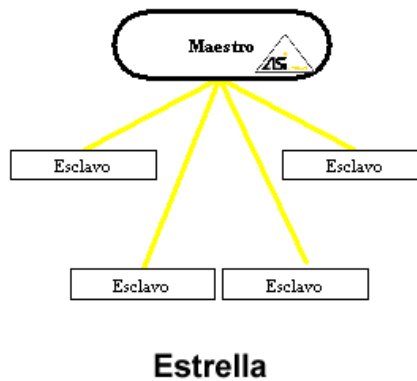


Figura IV.35 Topología en Estrella⁴⁰

³⁹ Fuente: [http://www.uhu.es/antonio.barragan/content/topologias-red\(2.3\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/content/topologias-red(2.3))

⁴⁰ Fuente: [http://www.uhu.es/antonio.barragan/content/topologias-red\(2.3\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/content/topologias-red(2.3))

4.12.3. Topología en árbol

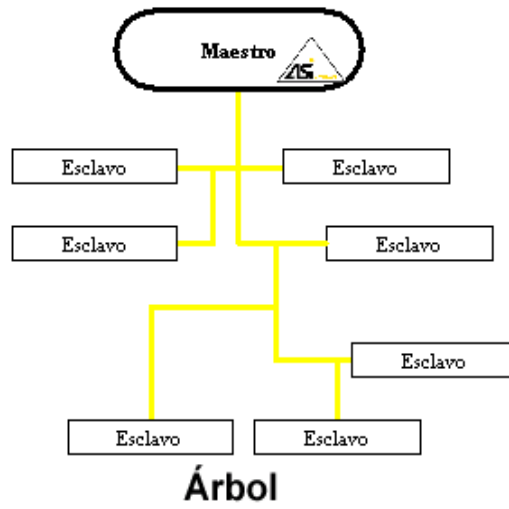


Figura IV.36 Topología en Arbol⁴¹

⁴¹ Fuente: [http://www.uhu.es/antonio.barragan/content/topologias-red\(2.3\)](http://www.uhu.es/antonio.barragan/content/topologias-red(2.3))

CAPÍTULO V

CONFIGURACION DEL PLC PARA SISTEMAS ASI – BUS

5.1. CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE

Para introducirnos en el mundo del PLC (programmable logic Controller) o controlador Lógico Programable, se puede comenzar tratando de entender que hace un PLC en lugar de entender que es.

Básicamente un PLC es el cerebro de un proceso industrial de producción o fabricación, reemplazando a los sistemas de control de relés y temporizadores cableados. Se puede pensar en un PLC como una computadora desarrollada para soportar las severas condiciones a las que puede ser sometida en un ambiente industrial, así sea en una planta cervecera sólo por nombrar algunos ejemplos. Dicho de otra forma, el auto que usted conduce, el diario que usted lee, las bebidas que usted consume, son producidos valiéndose de la tecnología de la automatización industrial.

5.1.1. DEFINICIÓN

Un Autómata Programable Industrial (API) o Controlador Lógico Programable (PLC), es un equipo electrónico, programable y diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial o comercial, procesos secuenciales. Monitorea las entradas, toma decisiones basadas en su programa y controla las salidas para automatizar un proceso o máquina.

5.1.2. ARQUITECTURA DE UN PLC.

Un autómata programable consiste básicamente en módulos de entradas, una CPU, y módulos de salidas, además requiere de una fuente de alimentación y una terminal de programación como se muestra en la Figura V.1.

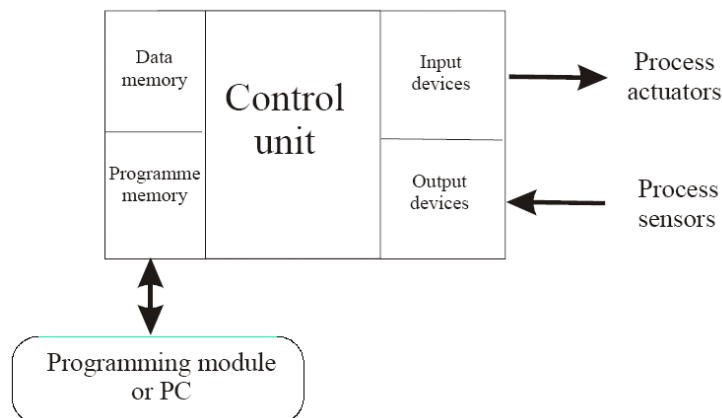


Figura V.1 Arquitectura de un PLC ⁴²

Un Módulo de Entrada acepta una gran variedad de señales analógicas o digitales de varios dispositivos de campo (sensores) y los convierte en una señal lógica que puede usar la CPU.

⁴² Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable

La CPU toma las decisiones y ejecuta las instrucciones de control basadas en las instrucciones del programa de la memoria.

La Unidad Central de Procesos es el auténtico cerebro del sistema. Se encarga de recibir las órdenes del operario por medio de la consola de programación y el módulo de entradas. Posteriormente, las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas. En su memoria, se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso. Los Módulos de Salida convierten las instrucciones de control de la CPU en una señal digital o analógica que se puede usar para controlar dispositivos de campo (actuadores).

La Fuente de Alimentación es la encargada de convertir la tensión de la red, 220 o 110 VCA, a baja tensión de CC, normalmente 24 V. Siendo esta, la tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forman parte del autómata programable.

Se usa un Dispositivo de Programación para introducir las instrucciones deseadas. Estas instrucciones especifican lo que debe hacer el autómata según una entrada específica.

La terminal o consola de programación es la que permite comunicar al operario con el sistema. Las funciones básicas son las siguientes:

- Transferencia y modificación de programas
- Verificación de la programación
- Información del funcionamiento de los procesos

Como consolas de programación pueden ser utilizadas las construidas específicamente para el PLC, tipo calculadora o bien un ordenador personal, PC, que soporte un “software” especialmente diseñado para resolver los problemas de programación y control.

Normalmente se requiere una PLC para:

- Reemplazar la lógica de relés para el comando de motores, máquinas, cilindros, neumáticos e hidráulicos, etc.
- Reemplazar temporizadores y contadores electromecánicos.
- Actuar como interface entre una PC y el proceso de fabricación.
- Efectuar diagnósticos de fallas y alarmas.
- Controlar y comandar tareas repetitivas y peligrosas.
- Regulación de aparatos remotos desde un punto de la fábrica.

Sus principales beneficios son:

- Menor cableado, reduce los costos y los tiempos de parada de planta.
- Reducción del espacio en los tableros.
- Mayor facilidad para el mantenimiento y puesta en servicio
- Flexibilidad de configuración y programación, lo que permite adaptar fácilmente la automatización a los cambios del proceso.

5.1.3. MARCAS – TIPOS

- **TWIDO**

Twido, es la familia más indicada para automatizar sus maquinas, procesos de pequeño a medio tamaño, hay 2 opciones dependiendo la posibilidad de expansión de E/S por módulos adicionales, son Compactos y Modulares, todos los equipos incluyen puerto de comunicación Modbus, y opcionales un 2do. Puerto Modbus, CanOpen, As-i, Ethernet, CANJ1939.

Cuenta con E/S PNP/NPN analógicas, salidas relé. La alimentación disponible para el equipo es de 24Vcd, ó 100...240VCA. Se puede añadir reloj en tiempo real y pantalla para arranque/paro del programa.

Hay puertos seriales RS232, ó RS485.

Presenta protocolos de comunicación Ethernet y/o CanOpen.

El equipo puede con 3000 instrucciones y en tamaños modulares grandes con una expansión de memoria hasta 6000.

Seleccione el tipo de PLC adecuado de acuerdo a los módulos máximos permitidos y los módulos de expansión adecuados por el número y tipo de E/S.

Algunos equipos tienen conexión por HE10 ya que por la densidad de E/S sería difícil la conexión por bornero. Utilice cables TWDFCW30M o sub-bases advantys telefast ABE7.

Hay paquetes de inicio TwidoPack que le incluye un mas cable mas software TWDXDPPAK6M a un precio preferencial.

Se cuenta con el PLC Twido Extreme TWDLEDCK1 para ambientes agresivos a prueba de polvo, agua (incluso sumergible) y vibraciones IP67 alimentación a 12 ó 24vcd y un protocolo CANJ1939 que se comunica con las computadoras de los camiones y autos Descargas.

- **TSX MICRO:**

Descripción

Memoria hasta 128k palabras.

Menos de 0.15 μ s/inst.

Funciones extendidas: Control conteo/posicionamiento, Analógico/PID, funciones matemáticas, etc.

Software para aplicaciones multi-tareas con funciones iniciadas por evento.

Ahora usted puede manejar un bus de máquinas con un PLC TSX3720 PLC y una tarjeta PCMCIA CANopen mediante PL7 4.4/4.5.

Aplicaciones

- Control maquinaria y manufactura
- Infraestructuras

Beneficios

Con la precisión, **flexibilidad** y productividad incrementada de los PLC's Modicon TSX Micro, usted cuenta con un socio en el corazón de su máquina. Una respuesta de bajo costo adecuada a las restricciones del mercado, esta solución ofrece a los fabricantes de máquinas la diversidad y modularidad requerida para maximizar su potencial.

Beneficios:

- Diseño muy compacto que se amolda a su diseño
- Una amplia variedad de manejo de señales discretas, analógicas y de propósito especial.
- **Modicon Premium:**

Con los nuevos procesadores Premium en la gama Unity, no hay que preocuparse por restricciones, **5 lenguajes IEC61131-3 como estándar**: LD, ST, FBD, SFC, IL. CPUs de alto desempeño con 37 ns por instrucción y hasta 7 Mb de programa Sistema operativo multi-tareas. Un sistema compacto (módulos de muy alta densidad)

particularmente en arquitecturas extendidas (distribución de 16 racks en tiempo real sin repetidor).

Aplicaciones

- Máquinas complejas y especiales
- Procesos de manufactura

Beneficios

Mayor flexibilidad y apertura.

Premium ofrece desempeño inigualable, reduciendo tiempos ciclo y evitando la necesidad de agregar CPU's adicionales para optimizar la operación, gracias a la integración de más datos de diagnóstico y producción, libertad de comunicación y acceso a programación generalizada.

Un repertorio extenso de **módulos aplicación específica** (seguridad, procesamiento reflex, conteo, control servo-posicionamiento, pesaje dinámico, almacenamiento datos).

Nuevos procesadores **Alto Nivel**.

Todos los servicios Ethernet TCP/IP **Transparent Ready**: I/O scanner, Global Data, Servidor Web, envío E-mails, escritura directa a Bases Datos Relacionales, TCP Open, Network Time Protocol, etc.

Numerosos puertos **incorporados**: puerto USB, puerto Ethernet TCP/IP con servidor web, puertos CANopen o FIPIO, puerto serial Modbus serial.

La mayor oferta de conectividad en el mercado: AS-Interface, Modbus Plus, INTERBUS o PROFIBUS DP.

5.1.4. CLASES DE PROGRAMACIÓN

5.1.4.1. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN ORIENTADOS AL PLC

El lenguaje de programación de un PLC permite la creación del programa que controlará su CPU.

Mediante este lenguaje el programador podrá comunicarse con el PLC y así confiarle un programa para controlar las actividades que debe realizar el autómeta. Dependiendo del lenguaje de programación empleado, se podrá realizar un programa más o menos complejo.

Junto con el lenguaje de programación, todos los fabricantes de PLC suministran un software de entorno para que el usuario pueda escribir sus programas de manera confortable. Este software es normalmente gráfico y funciona en ordenadores personales con sistemas operativos habituales.

5.1.4.1.1. Lenguaje AWL: Este incluye una lista de instrucciones que se ejecutan secuencialmente dentro de un ciclo. Una de las principales ventajas que presenta es que cualquier programa creado en FUP o KOP puede ser editado por AWL, no así a la inversa.

5.1.4.1.2. Lenguaje KOP o Ladder: Este lenguaje también llamado lenguaje de escalera permite crear programas con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos. Los programas se dividen en unidades lógicas pequeñas llamadas networks, y el programa se ejecuta segmento a segmento, secuencialmente, y también en un ciclo.

Las operaciones se representan mediante símbolos gráficos que incluyen 3 formas básicas:

- Contactos representan condiciones lógicas de “entrada” Ej.: interruptores, botones, condiciones internas, etc.
- Bobinas representan condiciones lógicas de “salida”, actuadores
- Cuadros, representan operaciones adicionales tales como temporizadores, contactores u operaciones aritméticas

Las ventajas de KOP o Ladder son:

- Facilita trabajo de programadores principiantes
- La representación grafica ayudada de la aplicación “estado de programa” colabora a la fácil comprensión del desarrollo del código.
- Se puede editar con AWL

5.1.4.1.3. Lenguaje FUP

Consiste en un diagrama de funciones que permite visualizar las operaciones en forma de cuadros lógicos similares de los de de las puertas lógicas.

El estilo de representación en forma de puertas gráficas se adecua especialmente para observar el flujo del programa.

- Se puede editar con AWL o KOP

5.1.4.1.4. Programación con diagrama de escalera

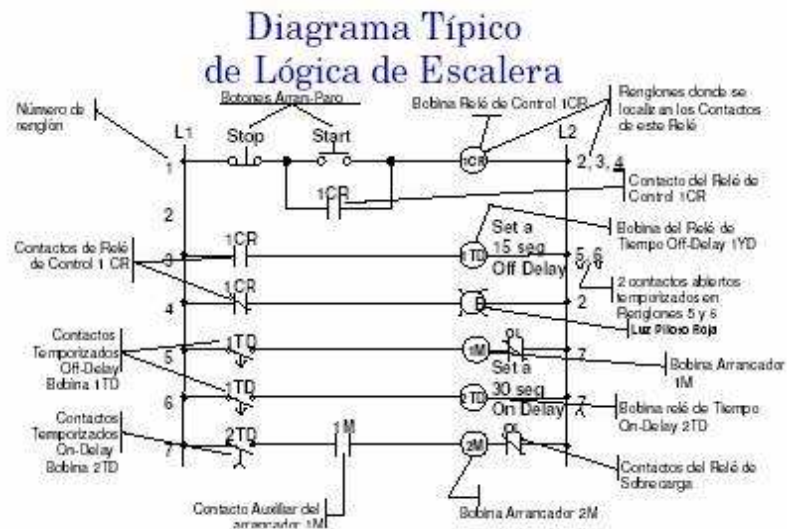


Figura V.2 Diagrama típico de Lógica escalera⁴³

El diagrama de escalera es uno de los más utilizados en la programación de PLC. Se desarrolla a partir de los sistemas antiguos basados en relés. Que se continúe utilizando se debe principalmente a dos razones:

- Los técnicos encargados en el mantenimiento de los PLC están acostumbrados este lenguaje.
- Aunque los lenguajes de alto nivel se han desarrollado mucho, han sido pocos los que han podido cubrir de modo satisfactorio todos los requerimientos de control en tiempo real que incluyan la representación de los estados de los puntos de entrada y salida.

⁴³ Fuente: M.C. Omar Velarde Anaya Universidad Tecnológica de Nogales

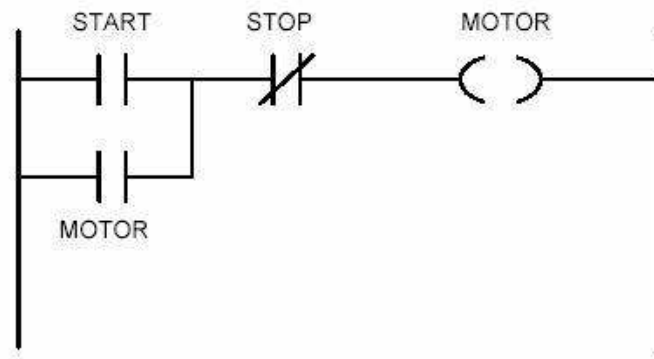


Figura V.3 Diagrama escalera⁴⁴

Esta forma de programación se ha llamado de “lógica de escalera”, porque en el diseño gráfico del diagrama se emplean una especie de "rieles" y "peldaños", como en el ejemplo de la imagen de la página anterior, que muestra el esquema del arranque de un motor.

Visión somera de la lógica de escalera

La lógica de escalera es la forma convencional de describir paneles eléctricos y aparatos de control lógico.

El estado de cada dispositivo de salida se puede determinar solo examinando el elemento precedente en el rango lógico. Todas las salidas, relojes y contadores se controlan por la lógica que le precede en el rango lógico.

Una salida está activada (ON) cuando el elemento anterior presenta un estado de contacto activado como salida.

Ejemplos de ello son: Un motor en movimiento, un piloto iluminado o un solenoide activado.

Para que una salida reciba un estado activado (ON), la serie de elementos “contacto activado” tiene que enlazar con la salida al eje lógico izquierdo. Tenemos un estado

⁴⁴ **Fuente:** M.C. Omar Velarde Anaya Universidad Tecnológica de Nogales

“contacto activado” cuando un contacto normalmente abierto (NO) se cierra o bien un contacto que normalmente está cerrado (NC) se desactiva o abre.

Un ejemplo es la apertura normal de un interruptor que ha sido activado para enviar energía a una salida, como por ejemplo una lámpara. En el diagrama de escalera este tipo de elemento se representa con un contacto normalmente abierto (NO).

Utilizando la lógica de escalera puedes escoger toda una serie de posibilidades para las salidas, que pueden activarse o modificarse usando las estructuras AND y OR. Puedes observar estas posibilidades en el ejemplo que se muestra en la página siguiente:

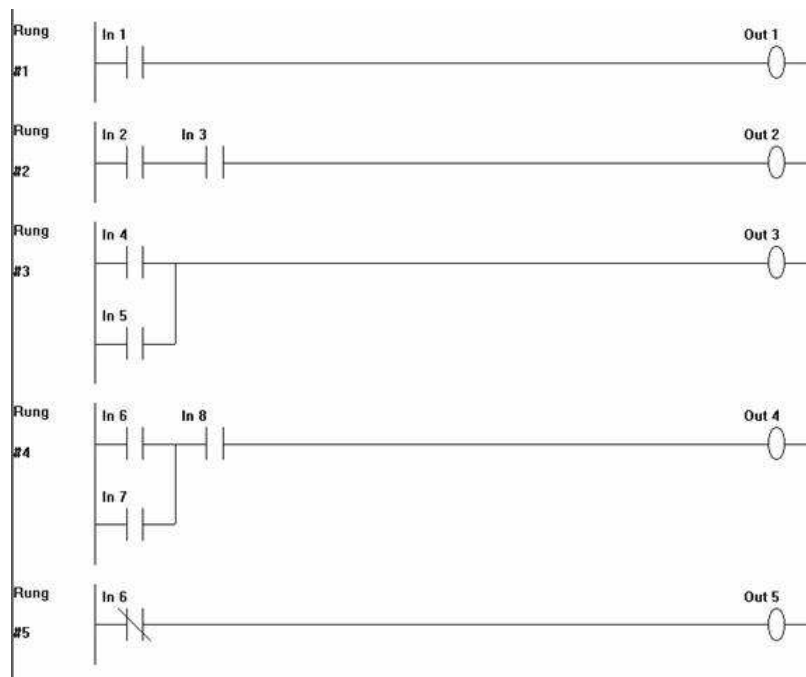


Figura V.4 Lógica escalera⁴⁵

⁴⁵ Fuente: M.C. Omar Velarde Anaya Universidad Tecnológica de Nogales

RANGO 1

Este es un ejemplo de un contacto NO (IN-1) conectado directamente a la salida (OUT-1). OUT-1 está activado solo cuando IN-1 está activado. Si IN-1 fuera un interruptor y OUT-1 una lámpara, la lámpara funcionaría con la operación del interruptor.

RANGO 2

Éste muestra un circuito un poco más complejo con dos entradas. IN-2 e IN-3 están colgados del eje izquierdo y conectado a OUT-2. OUT-2 está activado si y solo si IN-2 e IN-3 están activados. Este tipo de circuitos se conoce como de lógica AND.

RANGO 3

Muestra la lógica OR. OUT-3 está activado solo cuando IN-4 o IN-5 están activados.

RANGO 4

Muestra un circuito compuesto por la lógica AND y la lógica OR en el mismo rango. OUT-4 estará activado si y solo si una de las siguientes condiciones se cumple: IN-6 o IN-7 tienen que estar activados y al mismo tiempo IN-8 también tiene que estar activado.

Si no se cumple alguna de estas condiciones, la salida no se activará.

RANGO 5

El siguiente circuito es el contacto cerrado normalmente. Recuerda que el control no conoce ni sabe cuando consideras que tu entrada es una apertura normal (NO) o un cierre normal (NC). El control solo examina la línea de entrada para determinar está activado o desactivado, con independencia de si es su estado normal. Un contacto normalmente cerrado solo representa la condición opuesta a la línea de entrada, es decir, que estará activado, cuando la línea de entrada no lo está.

Tipos de instrucciones en la lógica de escalera

En la lógica de escalera existen dos tipos de instrucciones:

- Instrucciones básicas
- Instrucciones expandidas

Las instrucciones básicas obedecen al origen de la lógica: Los relés. Así contemplan los propios relés, *latches*, temporizadores, contadores, manipulación de registros y puntos de entrada y salida, conversiones y funciones matemáticas.

Las instrucciones expandidas contemplan la realidad de la presencia de microprocesadores en los PLC y ya incluyen funciones tales como movimiento de datos, movimiento de tablas, administradores de listas, aritmética con signo y doble precisión, cálculos matriciales y ejecución de subrutinas.

5.1.4.1.5. Programación con bloques funcionales

Hoy en día, para programar PLC, como también otros equipos, se usa una interface gráfica de bloques funcionales. Este tipo de programación ha sido diseñado para describir, programar y documentar la secuencia del proceso de control, todo en sencillos pasos.

En Europa, se utiliza el lenguaje de programación llamado GRAFCET (creado en FRANCIA, Gráfico de Orden Etapa Transición). Es un lenguaje extraordinariamente sencillo y fácil de entender por personas sin demasiados conocimientos de automatismos eléctricos. Está especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales.

En la lógica secuencial, la programación con bloques funcionales es muy superior a otras formas de programación, mientras que los diagramas escalera y booleanos son mejores en lógica combinacional.

Dado que hoy en día el control de procesos se programa principalmente con lógica secuencial, la programación con bloques funcionales se convierte en el estándar para programar PLC.

Este lenguaje incluye un conjunto de símbolos y convenciones tales como pasos, transiciones, conectividades (también llamados enlaces) y condiciones.

Pasos

Los pasos son una serie de símbolos secuenciales individuales, que se representan por cuadrados numerados, cuadrados que pueden contener nombres que describen la función del paso.

Transiciones

Las transiciones son los elementos del diagrama que describen el movimiento de un paso a otro. Su representación es una línea horizontal corta.

Enlaces

Los enlaces muestran el flujo del control, el que va desde arriba hacia abajo, salvo que se indique lo contrario.

Condiciones

Las condiciones están asociadas a las transiciones y deben ser escritas a la derecha. Describen el entorno que se debe cumplir en un momento dado.

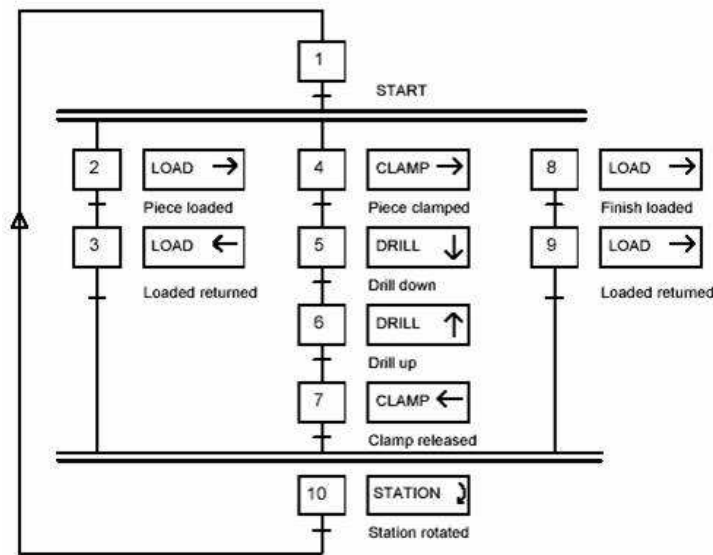


Figura V.5 Bloques funcionales⁴⁶

El ejemplo que se muestra en la figura anterior presenta el trabajo de una máquina de matriceria. El sistema carga la pieza (load), la sujeta (clamp), la perfora (drill) y finalmente la vuelve a sujetar y cargar para continuar con su proceso industrial. Cada cuadrado muestra los comandos que describen la entrada y salida discreta o las operaciones aritméticas que se han programado. Este tipo de programación facilita un vínculo entre el programador y el diseñador del proceso. Además es una gran herramienta para:

- Describir esquemáticamente el proceso.
- Localizar fallas rápidamente.
- Integrar fácilmente el sistema de control y el usuario.

⁴⁶ Fuente: M.C. Omar Velarde Anaya Universidad Tecnológica de Nogales

CAPÍTULO VI

DIMENSIONAMIENTO, IMPLEMENTACION Y PRUEBAS

DESARROLLO DE LA RED CON AS – INTERFACE BUS DE CAMPO

6.1. Introducción

En este capítulo se propone utilizar una metodología para el correcto desarrollo de la parte aplicativa de la presente tesis; ya que es fundamental tener una base para realizar este proceso por lo cual se ha planteado seguir el modelo XP y adaptarlo a las necesidades para la correcta implementación de la red industrial y del software de control de la misma.

La metodología XP se adapta de manera acorde a los diversos requerimientos y funcionalidades que debe brindar la implementación de la red industrial basada en AS – Interface Bus de Campo; y poco a poco se van detallando en este capítulo las diversas fases que comprende la metodología logrando alcanzar los objetivos planteados.

Con esto y como parte adjunta se tiene tres encuestas realizadas a técnicos expertos en el tema, consiguiendo así la comprobación de la hipótesis, para esto se debe efectuar una valoración cualitativa y cuantitativa de los criterios emitidos, para de acuerdo a estas opiniones poder establecer la valides o no de la hipótesis propuesta.

6.2. APLICACIÓN PRÁCTICA

6.2.1. Metodología para el Diseño e Implementación de la Red Industrial con AS Interface Bus de Campo

Para el diseño e implementación de la red industrial con ASI-BUS en el laboratorio de Automatización de la ESPOCH, se requería de una metodología que se adapte a nuestras necesidades, es decir que permita integrar tanto el desarrollo de software, como los procesos de Automatización Industrial.

Como no se cuenta con una metodología, se propuso trabajar realizando un grupo de actividades que se basaran en la metodología de desarrollo de software XP adaptándola al proceso que se está llevando a cabo en la presente tesis, que permitirá cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo.

La metodología propuesta consta con las siguientes fases:

FASE I: Planificación

- 1.1. Descripción del Sistema
- 1.2. Especificación de Requerimientos
- 1.3. Historias de Usuarios
- 1.4. Planificación Inicial

FASE II: Selección de Dispositivos AS-Interface

- 2.1. Maestro AS-Interface TWIDO TWD NOI 10M3.
- 2.2. Esclavos AS-Interface ASI 67FMP44D

2.3. Fuente AS-Interface ASI ABL M3024

2.4. Derivación M12 para AS-Interface

2.5. Cable Amarillo AS-Interface

2.6. Cable Negro AS-Interface

2.7. Direccionador ASI TERV2

2.8. Cable de Direccionamiento M12 en M12

FASE III: Implementación

3.1. Diseño de la red

3.1.1. Realización del Graficet para la Estación de Distribución

3.1.2. Diagramas de Secuencia

3.1.3. Diagramas de Colaboración

3.1.4. Diagramas de Actividades

3.1.5. Diagramas de Estados

3.1.6. Diagrama de Despliegue

3.2. Configuración de la Red

3.2.1. Instalación de Twido Suite

3.2.2. Configuración del PLC TWD LCDE 40DRF con TwidoSuite

3.2.3. Configuración de Esclavo con el Direccionador ASI TERV2

3.2.4. Control de Red (Control de Red mediante Lookout).

FASE IV: Pruebas

4.1. Pruebas a nivel de Hardware y Software.

La **Fase de Planificación** consta de varios puntos que tienen como finalidad lograr una mejor comprensión de la red que se va a implantar, así como su planificación inicial tomando en cuenta los usuarios que van a interactuar con la misma y los requerimientos para la correcta implementación tanto de la red industrial basada en AS-Interface bus de campo así como su software de monitoreo y control.

Con respecto a la **Fase de Selección de Dispositivos AS-Interface** se tiene un detalle de los equipos que se utilizarán para implementar la red con la estación de distribución del Laboratorio de Automatización de la Escuela de Ingeniería en Sistemas.

En la **Fase de Implementación** se realizará tanto el diseño de la red como la conexión de los equipos, teniendo como diseño el graficet y varios diagramas que mostrarán las interconexiones de los diferentes componentes de la red, además también se desarrolla el software necesario para llevar a cabo el monitoreo y control de la red.

En la **Fase de Pruebas** se verificarán las conexiones y el buen funcionamiento de los equipos y en caso de existir errores se realizarán las correcciones necesarias, además se verifica el correcto funcionamiento del software desarrollado para la realización del monitoreo y control de la red.

6.2.1.1 FASE I: Planificación

6.2.1.1.1. Descripción del Sistema

Esta tesis está orientada a la implementación de una red industrial basada en AS-Interface Bus Campo, para la cual se utilizará la estación de Distribución con la que cuenta el laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas, su principal finalidad es servir como una aplicación práctica para el uso de los estudiantes en el ámbito de la Automatización y la Mecatrónica.

El hardware utilizado es:

- Un PLC (Controlador Lógico Programable) TWIDO TWDLDCDE 40DRF
- Un Direccionador ASI Terv2
- Un esclavo ASI 67FMP44D
- Dos adaptadores ASI-BUS TCS ATV011F2
- Una fuente ASI-BUS ASI ABLM 3024
- Un módulo maestro ASI-BUS TWDNOI 10M3
- Un modulo de distribución FESTO
- Un cable amarillo ASI-BUS (transmisión).
- Un cable negro ASI-BUS (potencia).

El software utilizado para la implementación de la red, desarrollo del software para el monitoreo y control de la red es:

- TwidoSuite
- Lookout

La red permitirá interconectar los siguientes módulos:

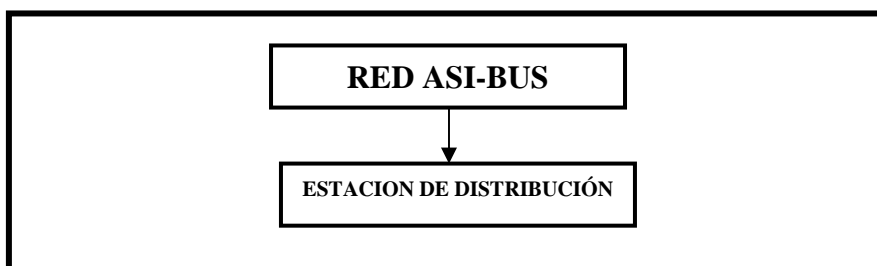


Figura VI. 1 Módulos conectados a la Red

6.2.1.1.2. Especificación de Requerimientos

Para el diseño e implementación de la red industrial con AS-Interface Bus de Campo, se necesita cumplir con los siguientes requerimientos:

6.2.1.1.2.1. Requerimientos Funcionales

R1: El sistema deberá permitir conectar la estación de distribución.

R2: El sistema deberá permitir la fácil aceptación de nuevos dispositivos en la red.

R3: El sistema permitirá realizar el monitoreo y control de la estación de Distribución.

6.2.1.1.2.2. Requerimientos no Funcionales

Disponibilidad

La red industrial estará disponible en el laboratorio de Automatización de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la ESPOCH. El sistema cubre los requerimientos de disponibilidad.

Fiabilidad

La red es confiable debido a que va a ser sometida a continuas validaciones donde se medirá su grado de eficacia.

Mantenibilidad

La documentación del sistema debe proveer parámetros claros del diseño, configuración e implementación de la red industrial con ASI-BUS, para poder obtener facilidad en el mantenimiento en caso de requerirlo.

6.2.1.1.3. Historia de Usuarios

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 01	Usuario: Programador
Nombre Historia: Estructura del cableado eléctrico de la Estación de Distribución	Iteración Asignada: 1
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: (Alta/Media/Baja)
Programador Responsable: Santiago Molina	
Descripción: <p>El programador verificara las entradas y salidas que posee la estación de distribución. Una vez que son identificadas se procede a colocar los cables correspondientes a las derivaciones M12 para AS-Interface en las borneras del módulo verificando que cada una de las entradas y salidas correspondientes coincida con las que poseen los esclavos de la red para una correcta transmisión de las señales y datos.</p>	
Observaciones: <p>La estación de distribución se conectara a la red mediante un módulo maestro AS-Interface conectado al PLC Twido 40DRF que posee bornelas en las cuales se procede a realizar la conexión del cable amarillo AS-interface. El PLC no contendrá ningún cable que permita la conexión con la red simplemente se conectara al PLC el cable amarillo ASI.</p>	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 02	Usuario: Programador
Nombre Historia: Cableado de Dispositivos de la red AS-Interface	Iteración Asignada: 1
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: (Alta/Media/Baja)
Programador Responsable: Alex Pozo	
Descripción: <p>El programador verificara las entradas y salidas que posee cada uno de los esclavos de la red, identificando cada uno de los conectores M12 que se encuentren en cada una de las bornelas de la estación de distribución. Una vez que se ha identificado cada una de las entradas y salidas, se conecta los dispositivos con Derivación M12 para AS-Interface en cada uno de los esclavos de la red, y a su vez este mismo dispositivo se lo conecta al cable amarillo ASI a través de sus conectores tipo vampiro.</p> <p>Terminado la conexión de los esclavos, se procede a conectar el cable amarillo ASI hacia el plc y hacia el maestro ASI colocando el mismo en las bornelas correspondientes para conexión ASI en cada uno de los dispositivos correspondientemente. Se conecta también el cable amarillo en la fuente ASI. Además el programador procede a conectar el cable negro ASI que sirve para transmisión de energía hacia los dispositivos de la Red.</p>	
Observaciones: <p>Cada uno de los esclavos que existan en la red debe de poseer una dirección única, y debe de ser distinta de cero, y se lo puede hacer antes del montaje o luego del montaje de la red ASI.</p>	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 03	Usuario: Programador
Nombre Historia: Programación Estación de Distribución	Iteración Asignada: 2
Prioridad en Negocio: Media	Riesgo en Desarrollo: (Alta/Media/Baja)
Programador Responsable: Santiago Molina	
Descripción: Una vez identificadas las entradas y salidas de conexión del módulo, el programador realiza las ecuaciones de acuerdo al Grafset que se obtuvo en la secuencia de movimientos de la estación de distribución. Las ecuaciones deben ser pasadas a TwidoSuite, asignándoles la respectiva simbología tanto a las memorias, entradas y salidas. Posteriormente el programa realizado se almacenará en la memoria del PLC mediante una conexión con el PC.	
Observaciones: Ninguna.	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 04	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Configuración de la Estación de Distribución	Iteración Asignada: 2
Prioridad en Negocio: Media	Riesgo en Desarrollo: (Alta/Media/Baja)
Programador Responsable: Alex Pozo	
Descripción: <p>El Administrador realiza la configuración de la estación de distribución mediante el software TwidoSuite, para ello selecciona el PLC TWIDO TWDLCDE 40DRF, luego de lo cual se debe de seleccionar el Modulo Master de la red, el mismo que se conecta directamente con el PLC, luego de lo cual seleccionamos la Fuente ASI y los cables negro y amarillo respectivamente y procedemos a conectarlos al PLC y a la Fuente; seleccionaremos los esclavos adecuados y a través de las desviados M12 procedemos a conectarlos al cable amarillo y negro respectivamente. Luego se asignan las direcciones correspondientes tanto para entradas, salidas y memorias en el software Twido Suite, constatando que el equipo este configurado para una redirección manual de los dispositivos que se encuentran en la red.</p>	
Observaciones: Se debe tener en cuenta las direcciones que se hayan asignado previamente a los esclavos por medio del direccionador ASI TERV2 para no tener ningún inconveniente en la conexión y transferencia de señales en la red.	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 05	Usuario: Programador
Nombre Historia: Desarrollo del Monitoreo de la Estación de Distribución	Iteración Asignada: 3
Prioridad en Negocio: Media	Riesgo en Desarrollo: (Alta/Media/Baja)
Programador Responsable: Alex Pozo / Edgar Molina	
Descripción: <p>El programador es la persona responsable del desarrollo del monitoreo en Lokout, donde van a estar los botones de control de inicio o de parada de la estación de distribución. Para ello estos botones son programados de acuerdo a la función especificada.</p>	
Observaciones: En lockout existirá, funcionalidad para una fácil interpretación de la secuencia de la estación de distribución.	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 06	Usuario: Programador
Nombre Historia: Configuración de Esclavos mediante ASI Terv2	Iteración Asignada: 3
Prioridad en Negocio: Media	Riesgo en Desarrollo: (Alta/Media/Baja)
Programador Responsable: Alex Pozo/Edgar Molina	
<p>Descripción:</p> <p>El programador es la persona responsable de asignar la dirección a cada uno de los esclavos que se encuentren presentes en la red ASI, el programador conecta al esclavo al dispositivo de direccionamiento ASI Terv2 a través del cable M12 en M12 y verifica la dirección del esclavo colocando el dispositivo en ADDR, por default la dirección es 0; para modificar la dirección del esclavo, el programador coloca el dispositivo en ADDR MEM y asigna la dirección deseada al esclavo que se encuentre configurando en ese momento. El direccionamiento también se lo puede realizar una vez que se encuentre montada la red ASI, solamente se deberá de colocar a la red en modo OffLine a través del modulo master ASI.</p>	
<p>Observaciones: El direccionamiento es conveniente que se lo realice antes de realizar el montaje de los dispositivos en la red; pero como se menciona también es posible realizarlos una vez que se haya conectado toda la red completa.</p>	

6.2.1.1.4. Planificación Inicial

Ver Anexo 1

6.2.1.2. FASEII: Selección de Dispositivos AS-Interface

6.2.1.2.1. Maestro AS-Interface TWIDO TWD NOI 10M3

El modulo maestro AS-Interface TWIDO TWDNOI10M3 es usado como un modulo de expansión para un PLC TWIDO TWDLCDE 40DRF.



Figura IV.2. Maestro Twido TWD NOI 10M3

Descripción de Partes

1. Descripción del Modulo.
2. Indicador de Tipo de Modulo, Numero y especificaciones
3. LED's Indicadores
4. Conector de Cable AS-Interface, instalación del cable en el terminal (5).
5. Terminal de conexión para el cable AS-Interface.
6. Conector de Expansión, conexión del CPU a otros módulos de Entrada/Salida.

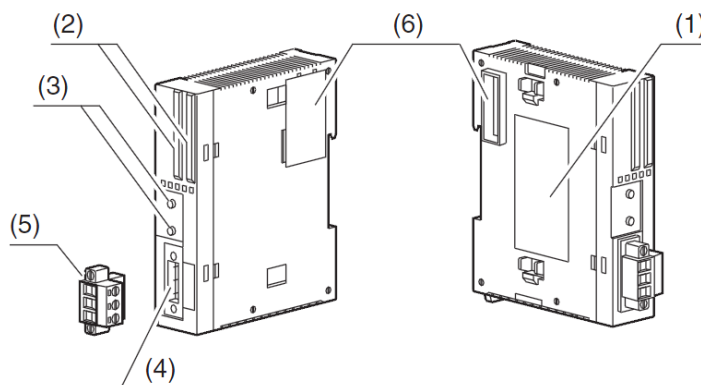


Figura VI.3. Descripción de Partes Módulo Maestro AS-Interface

Panel Frontal – LED’s Indicadores y Botones de pulsación

Para realizar las configuraciones, se debe de basar en el estado de los indicadores del panel frontal como a continuación se indica:

ESTADO DEL LED	
PWR	Indica el estado de funcionamiento del modulo master. Cuando el modulo master está en funcionamiento, el esta encendido.
FLT	Indica el estado de la configuración. Cuando la configuración del modulo es la correcta, el LED está encendido.
LMO	El LED encendido indica que el modulo está operando en modo local.
CMO	El LED encendido indica que el modulo master está en modo de configuración.
OFF	El LED encendido indica que el modulo está operando en modo fuera de línea.
CNF	El LED encendido indica que el proceso de configuración se esta ejecutando.
LED’s DE ENTRADA Y SALIDA	
IN[0-3]	Indica el estado de la entrada de un esclavo.
OUT[0-3]	Indica el estado de la salida de un esclavo.
0x-3x	Indica la posición del esclavo en decimal
x0-x9	Indica la posición del esclavo en unidad.
A o B	Indica esclavo A o esclavo B

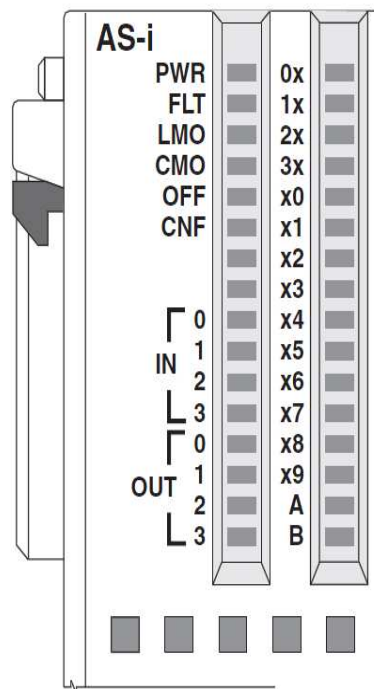


Figura IV.4. Panel Frontal Modulo Master Twido TWD NOI 10M3

Arquitectura

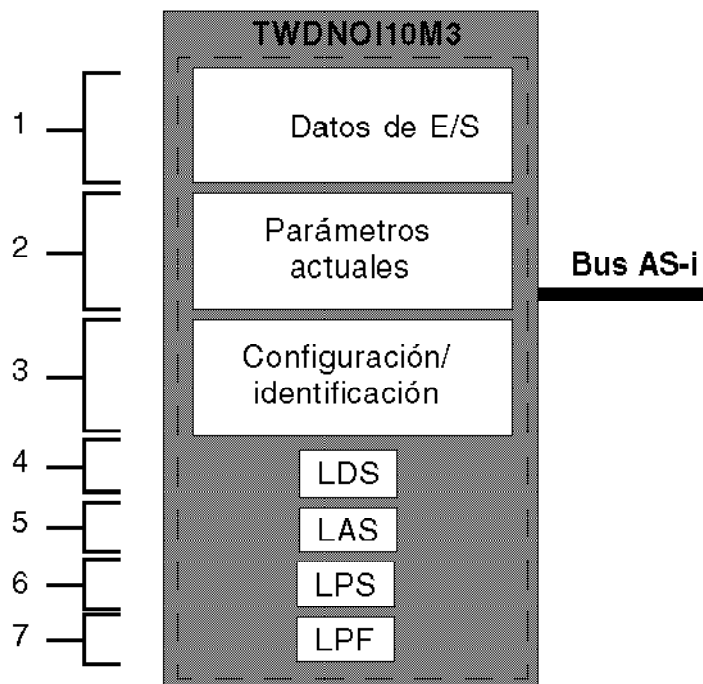


Figura VI.5. Arquitectura Maestro TWDNOI 10M3

6.2.1.2.2. Modulo Esclavo AS-Interface ASI 67FMP44D

Los módulos con interfaces 67F son los que tradicionalmente son usados para realizar una conexión AS- interface, porque el grado de protección que poseen es IP67, se puede realizar la conexión directamente hacia la maquina y de esta manera hacer posible la conexión con sensores y actuadores directamente, estos son conectados mediante los conectores M12.



Figura VI.6. Modulo Esclavo ASI 67FMP44D

Descripción

1. Conectores M12 para realizar conexión con sensores y actuadores.
2. Conector para cable plano amarillo.
3. Conector para cable plano negro mediante un componente auxiliar dependiendo del modelo.
4. Conectores M12 para conectar la línea AS-Interface y el cable de poder auxiliar.
5. Orificios para la fijación de tornillos.
6. Montaje para el recorte en carril de 35mm simétrico.
7. Conector Jack para la conexión de un cable M12 ASI para el terminal ASI TERV2.
8. LED's de Diagnóstico.
9. LED's de estado de Entradas/Salidas
10. Marcador de Canales
11. Marcador de Interface.
12. Interface para tornillos de la base de conexión sixing.

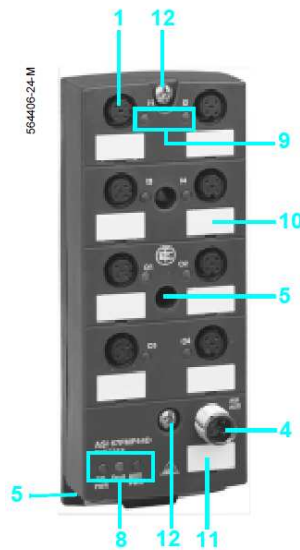


Figura VI.7. Descripción Modulo ASI 67FMP44D

6.2.1.2.3. Fuente AS-Interface ASI ABL M3024

Esta fuente de alimentación proporciona los 30 VCC que necesita el bus AS-Interface. El bloque de terminales saliente permite que el cable de red se conecte por separado a los módulos AS-Interface y al maestro AS-Interface. La fuente dispone de indicadores luminosos de entrada y salida para un diagnóstico rápido y continuo.

Son fuentes de alimentaciones monofásicas, electrónicas y de modalidad de conmutación que proporcionan la calidad necesaria de corriente saliente para cumplir el estándar EN 50295.

La actual fuente de alimentación es una fuente de tensión múltiple.

ASI ABL M3024 incluye dos fuentes de alimentación totalmente independientes:

- Alimentación de 30 VCC 2,4 A, 72 W para el bus AS-Interface
- Alimentación de 24 VCC 3 A, 72 W que puede proporcionar energía para el equipo de control.

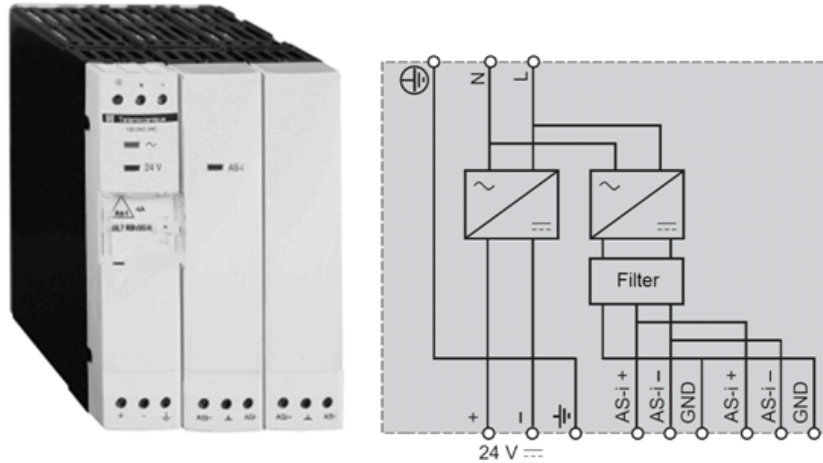


Figura VI.8. Fuente de Alimentación AS-Interface

6.2.1.2.4. Derivación M12 para AS-Interface

Las derivaciones para AS-Interface M12 tienen la misma forma constructiva que el resto de componentes AS - Interface. Estos componentes son necesarios para la transición del cable plano de AS-Interface a un conductor redondo. La gama incluye derivaciones M12 para AS-Interface con cables de diversa longitud (1 y 2 m) y ofrece derivaciones M12 distintas para AS-i /Uaux, para conectar módulos E/S o AS-Interface sin Uaux para conectar módulos con entradas. La manipulación de estas derivaciones M12 de AS - Interface es igual de sencilla que la manipulación del resto de componentes de AS-Interface. El cable plano siempre debe pasarse por los distribuidores M12, es decir, que no debe terminar en el distribuidor M12. Para el caso de que el cable plano AS-Interface deba terminar en la derivación M12, conviene usar la derivación M12 estándar (3RX9 801-0AA00) o la derivación M12 cuádruple 3RK1 901-1NR00.



Figura VI.9. Derivación M12 para AS-Interface

6.2.1.2.5. Cable Amarillo AS-Interface

La unión de las estaciones se realiza mediante el cable AS - Interface, este cable perfilado de dos conductores tiene un perfil trapezoidal que evita la polaridad incorrecta. La conexión se realiza por perforación del aislamiento, con este método, dos contactos macho perforan el cable AS-Interface perfilado y establecen de forma segura la conexión entre los dos conductores. No es necesario cortarlos ni pelarlos. Así es posible conectar las estaciones de AS-Interface (por ejemplo módulos E/S, aparatos inteligentes) en un tiempo mínimo, además se ahorra mucho tiempo a la hora de cambiar los aparatos.



Figura VI.10. Cable Amarillo AS – Interface

6.2.1.2.6. Cable Negro AS-Interface

Cable con la misma forma perfilada y características idénticas al cable AS-Interface amarillo pero de color negro, destinado a la alimentación de potencia de las electroválvulas en el caso de una configuración VCS con alimentación separada.



Figura VI.11. Cable Negro AS-Interface

6.2.1.2.7. Direccionador ASI TERV2

Unidad de direccionamiento, utilizada para otorgar direcciones ASI a los esclavos AS – Interface, mediante la utilización del cable M12 en M12, u otro tipo de cable dependiendo del modelo del modulo.

- Utilización posible con las consolas de direccionamiento equipadas de un conjunto de conectores M12 que soporta el direccionamiento infrarrojo.
- Permite comunicar en infrarrojo entre la consola de direccionamiento y el producto AS-i a dirigir.

- Longitud de cable 1m.



Figura VI.12. Direccionador ASI Terv2

Elementos de servicio, de visualización y símbolos:

- Interfaz de infrarrojos.
- Display principal
- Campo de direcciones: visualización de las direcciones asignadas.
- Tecla de entrada.
- Tecla "Sup."
- Tecla "Inf."
- Reposición/ Escape*
- Selector giratorio de funciones
- Terminales de conexión al sistema AS-i.

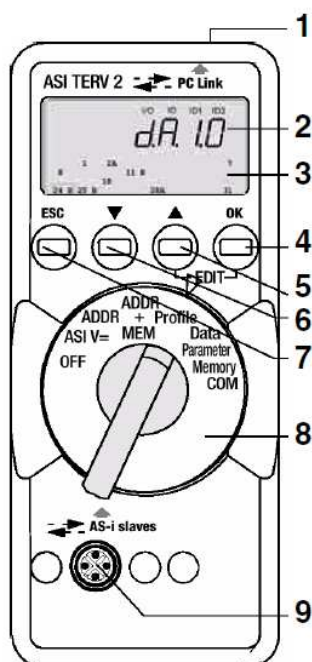


Figura VI.13. Elementos Direccional ASI Terv2

6.2.1.2.8. Cable de Direccional M12 en M12

Este cable, se conecta al dispositivo Direccional ASI Terv2 a través de su conector M12 macho, para direccionar esclavos con conexión M12 hembra o con cortinas fotoeléctricas.

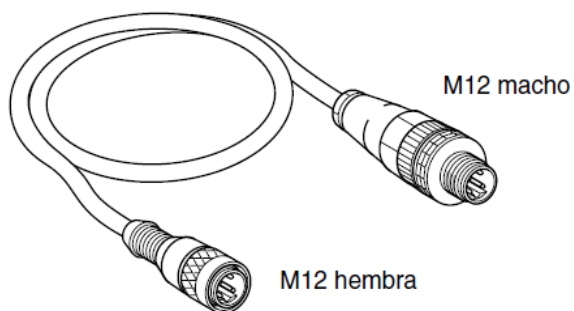


Figura VI.14. Cable de Direccional M12 en M12

6.2.1.3. FASE III: Implementación

6.2.1.3.1. Grafcet

Proceso de la Estación de Distribución FESTO

Para poner en funcionamiento la estación de distribución FESTO se realizó un grafcet el cual tiene en cuenta todos los pasos necesarios para que realicen las actividades respectivas tanto del brazo, el cilindro y la sección de vacío que son con las cuales se trabaja. De esta manera se pudo determinar las secuencias estableciendo las entradas, salidas, temporizadores y sensores a ser utilizados.

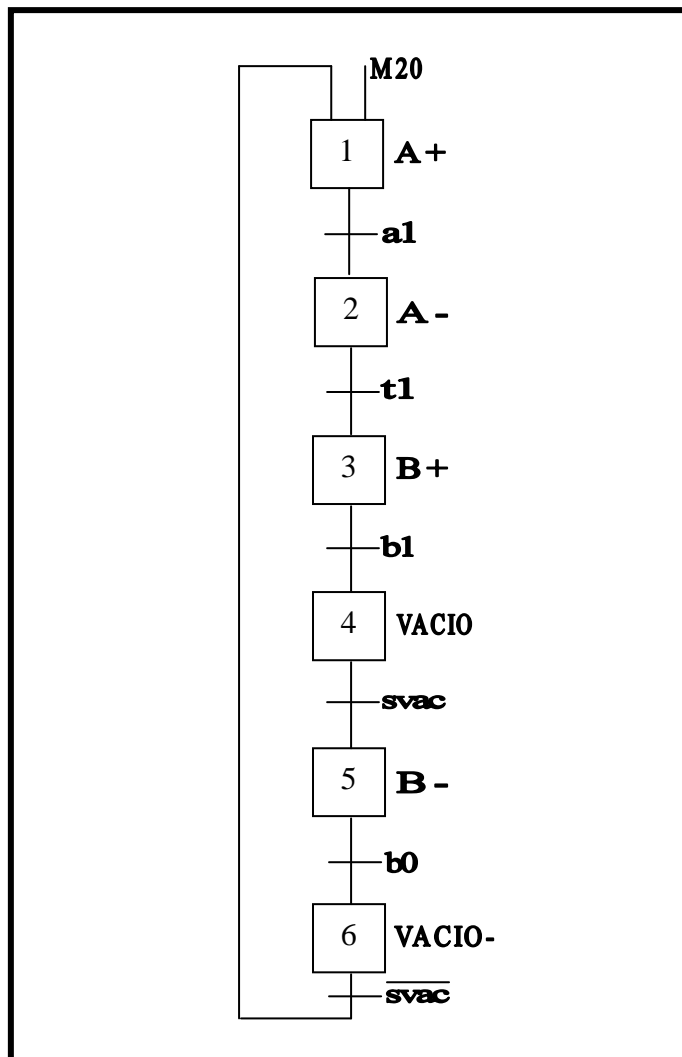


Figura VI.15. Grafcet de la Estación de Distribución FESTO

6.2.1.3.2 Diagramas de Secuencia

Diagrama de Secuencia Estación de Distribución

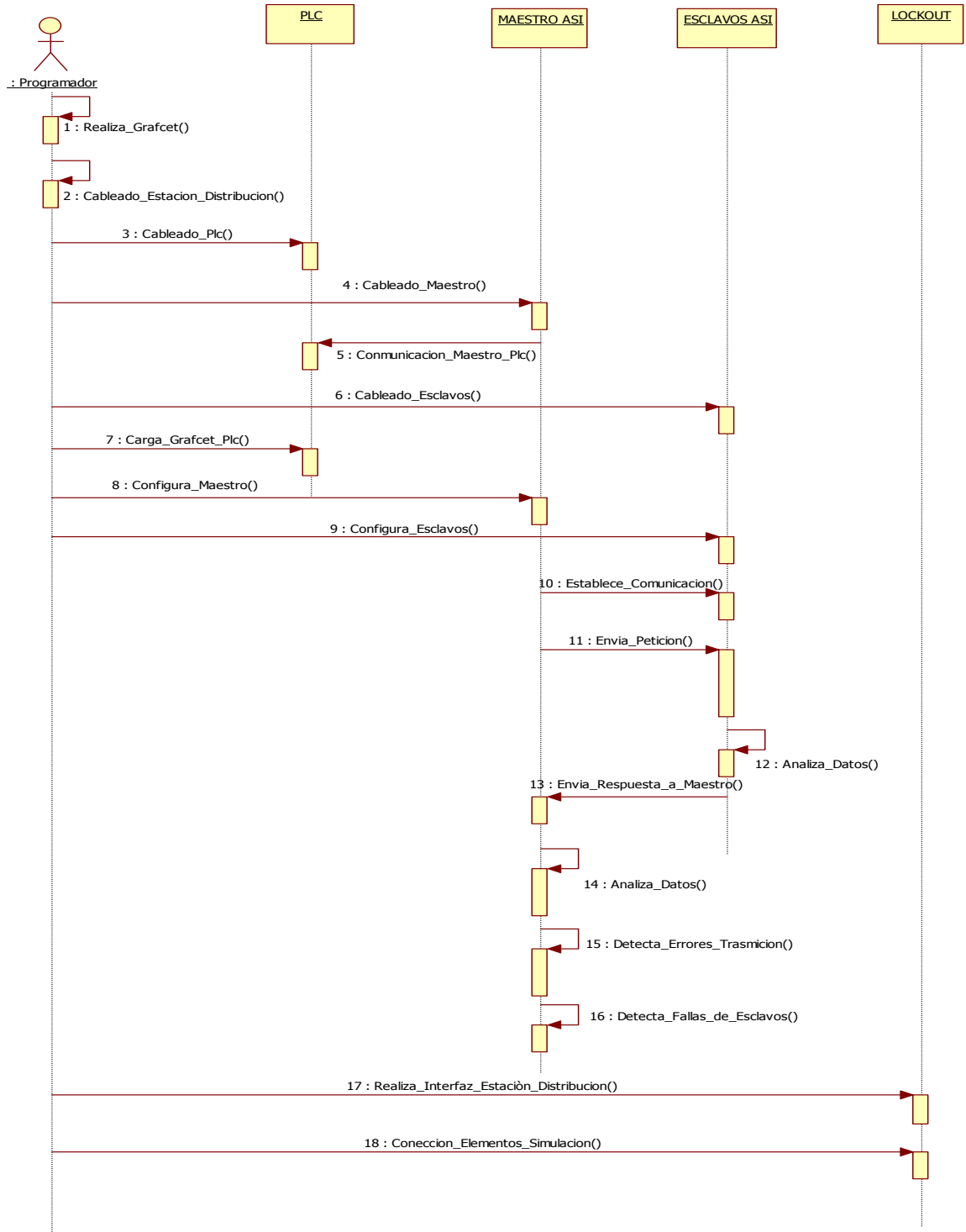


Figura VI.16. Diagrama de Secuencia Estación de Distribución

Diagrama de Secuencia Monitoreo y Control de la Red

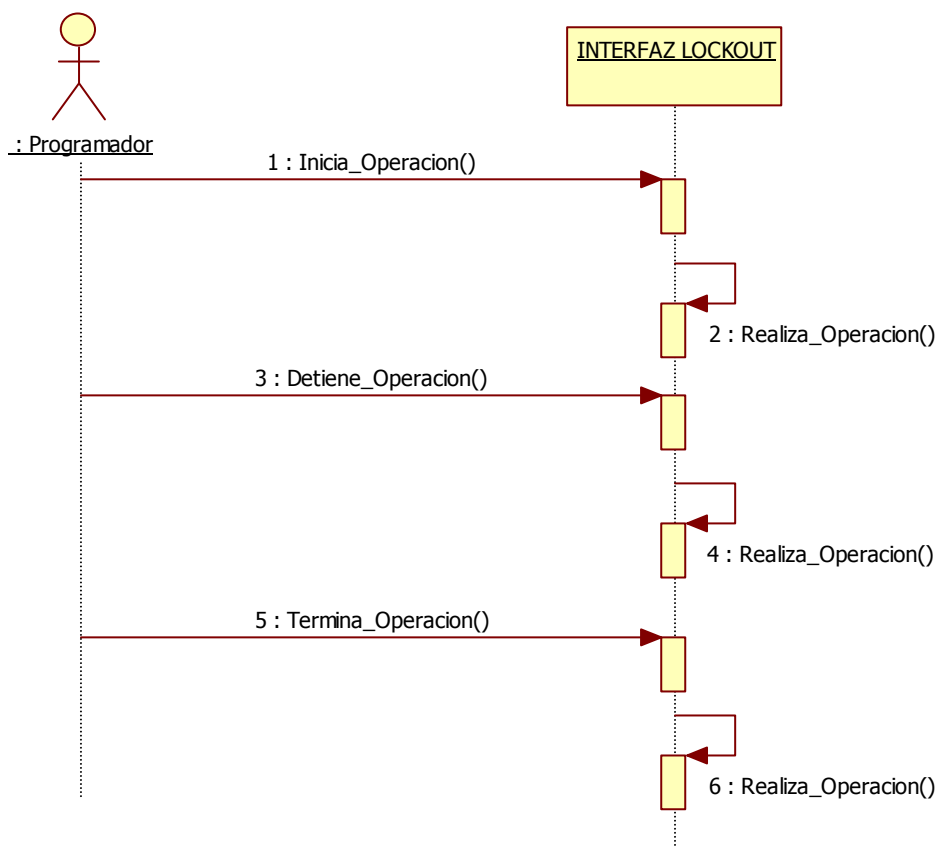


Figura VI.17. Diagrama de Secuencia Monitoreo y Control de la Red

6.2.1.3.3. Diagramas de Colaboración

Diagrama de Colaboración Estación de Distribución

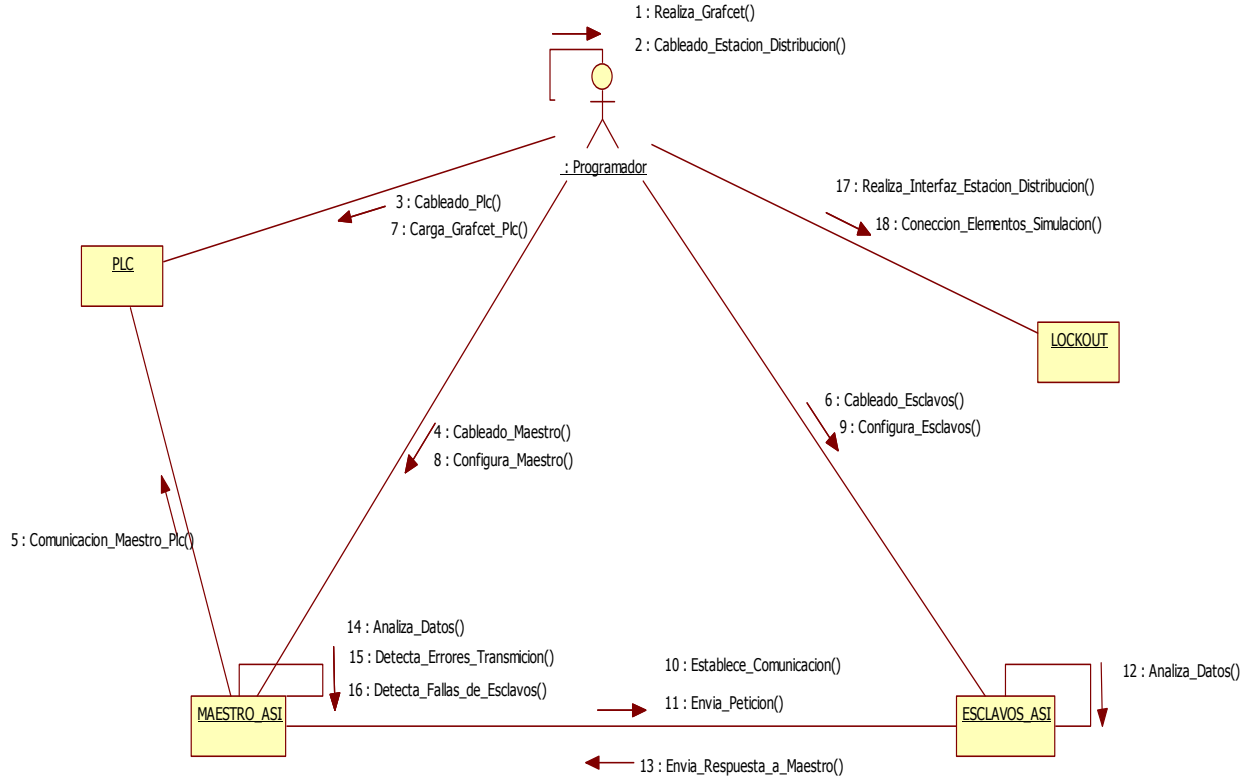


Figura VI.18. Diagrama de Colaboración Estación de Distribución

Diagrama de Colaboración Monitoreo y Control de la Red

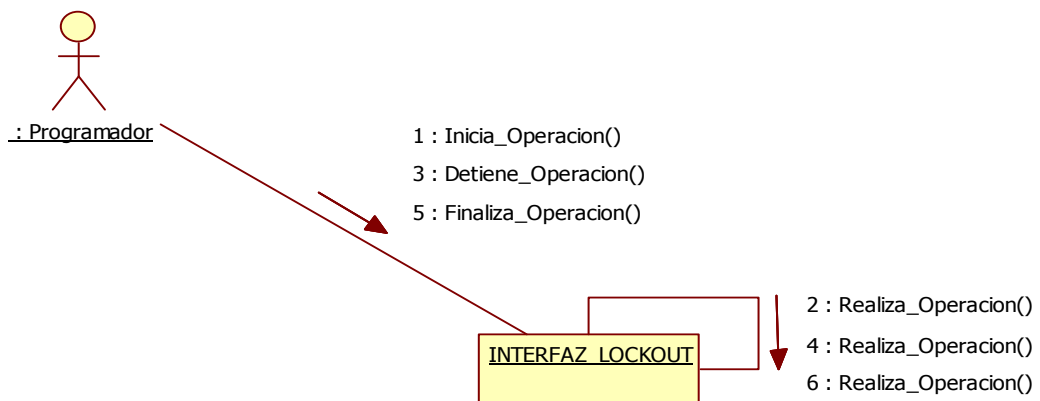


Figura VI.19. Diagrama de Colaboración Monitoreo y Control de la Red

6.2.1.3.4. Diagrama de Actividades

Diagrama de Actividad Estación de Distribución

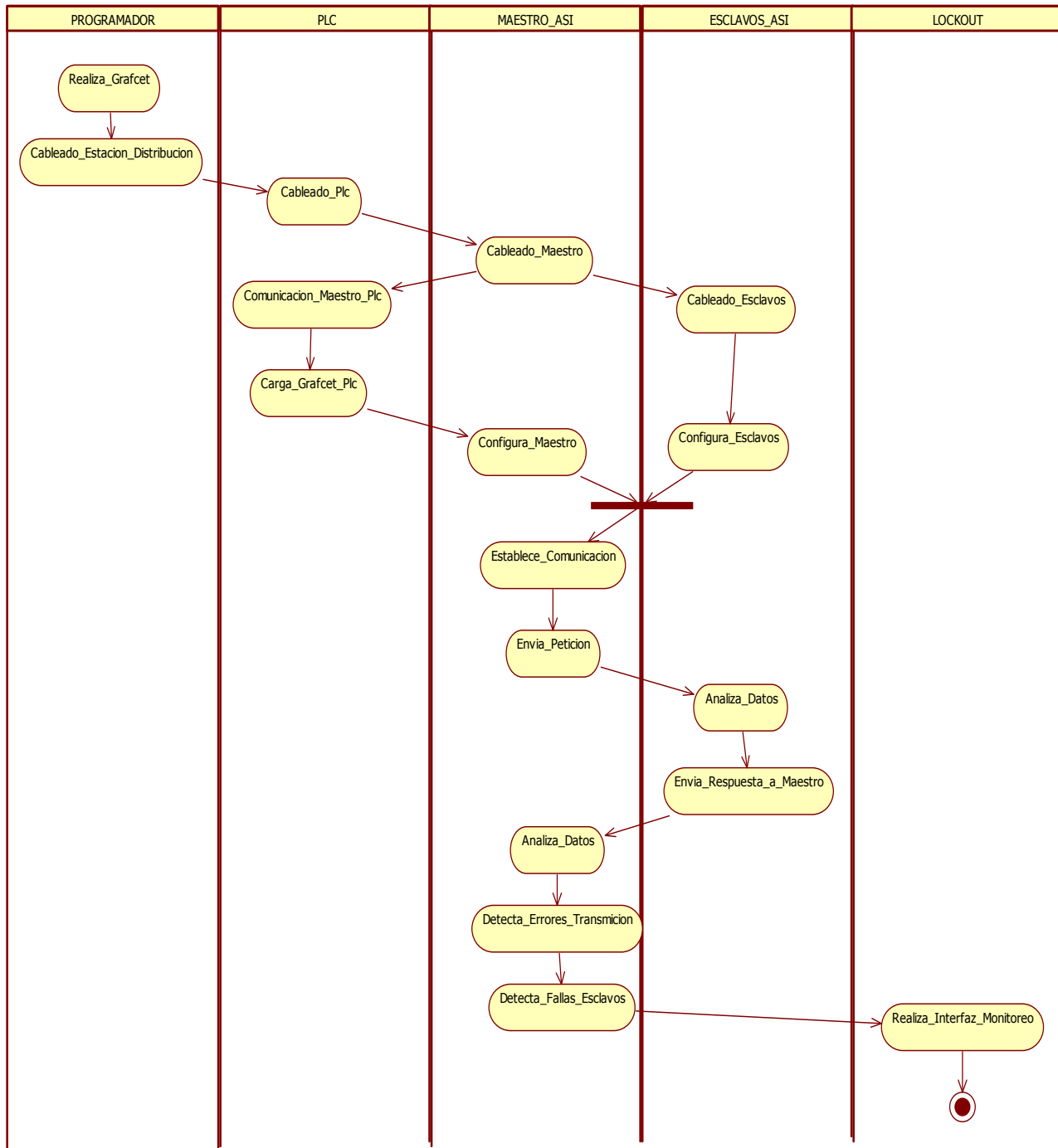


Figura VI.20. Diagrama de Actividad Estación de Distribución

Diagrama de Actividad Monitoreo y Control de la Red

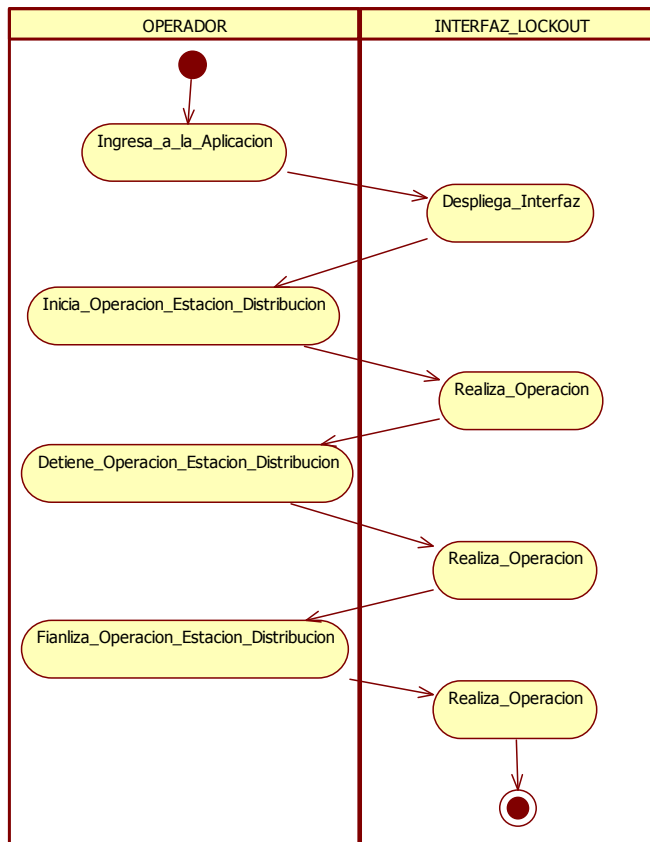


Figura VI.21. Diagrama de Actividad Monitoreo y Control de la Red

6.2.1.3.5. Diagrama de Estados

Diagrama de Estados Estación de Distribución

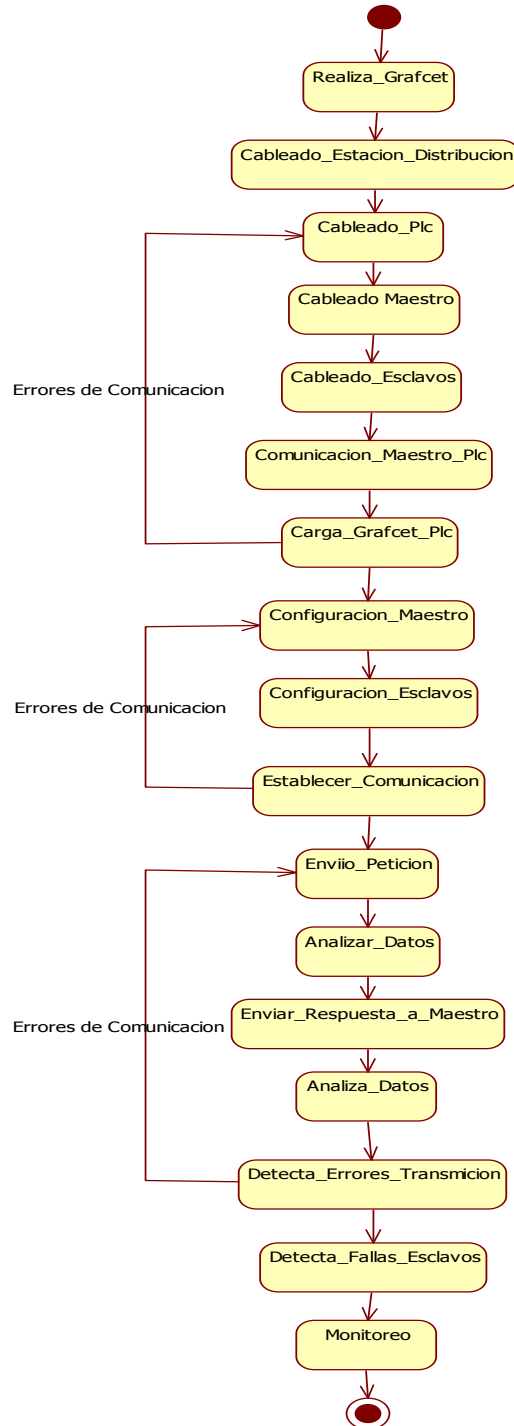


Figura VI.22. Diagrama de Estado Estación de Distribución

Diagrama de estados Monitoreo y Control de la Red

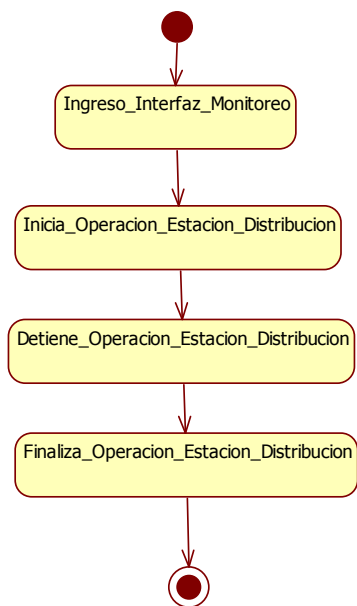


Figura VI.23. Diagrama de Estado Monitoreo y Control de la Red

6.2.1.3.6. Diagrama de Despliegue

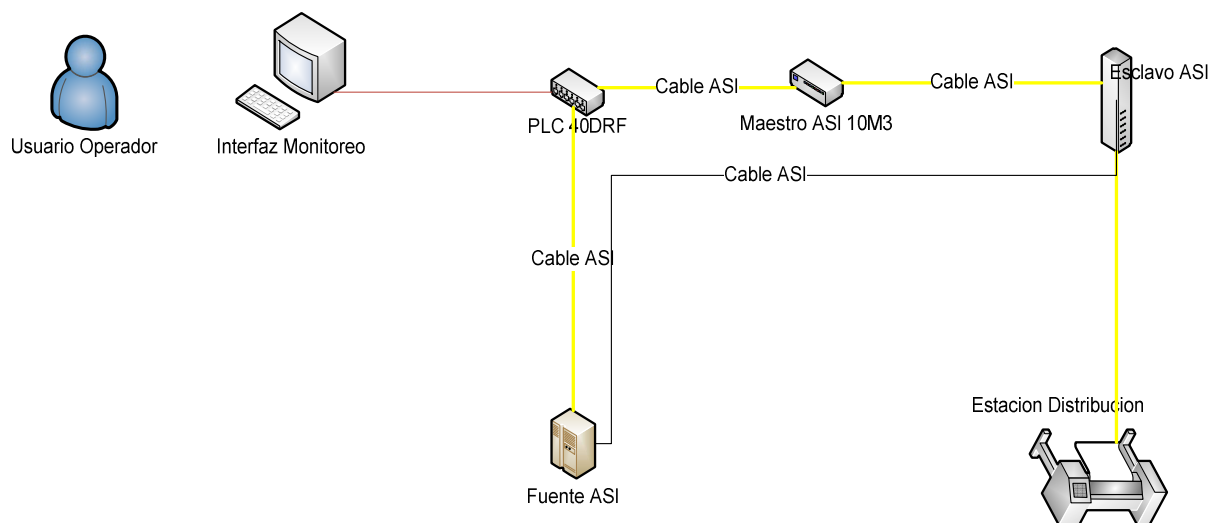


Figura VI.24. Diagrama de Despliegue

6.2.1.3.7 Instalación de Twido Suite

El primer paso de la instalación consiste en escoger el idioma con el cual trabajará el programa Twido Suite después de esto daremos click en el botón Next.

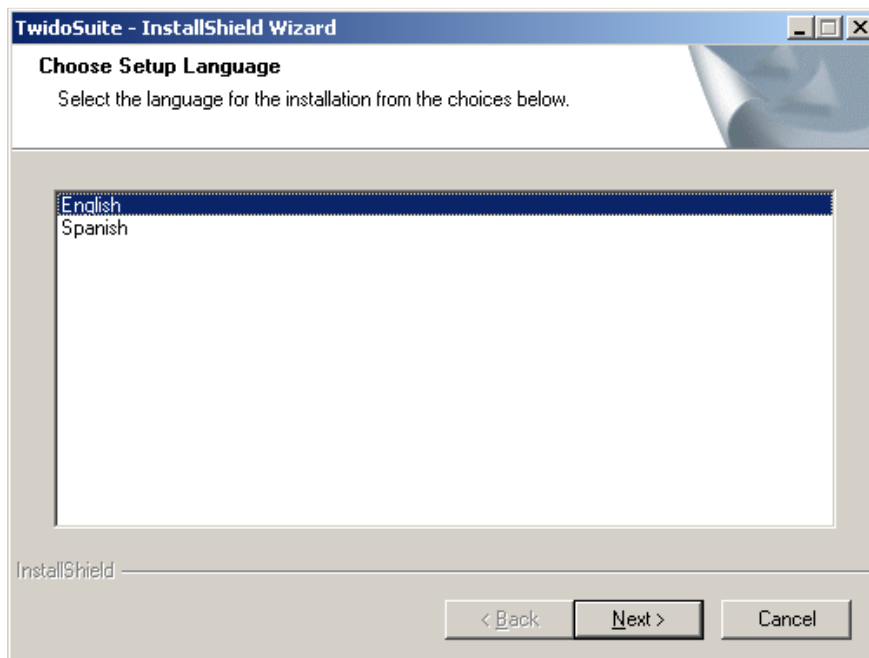


Figura VI.25. Pantalla del Idioma

La siguiente pantalla muestra la bienvenida a la instalación del programa Twido Suite versión 2.20.

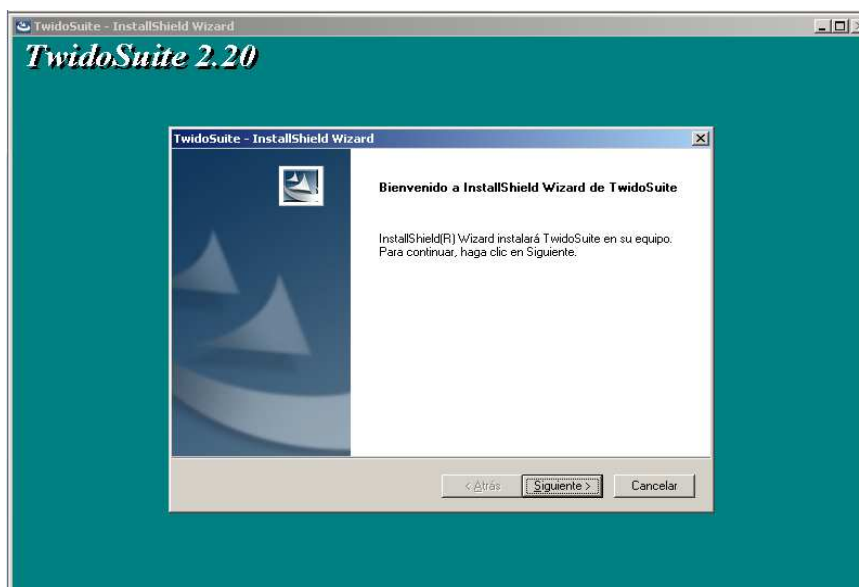


Figura VI.26. Pantalla de Bienvenida

En esta pantalla se debe leer el contrato de licencia donde deberemos aceptar los términos para continuar con la instalación.

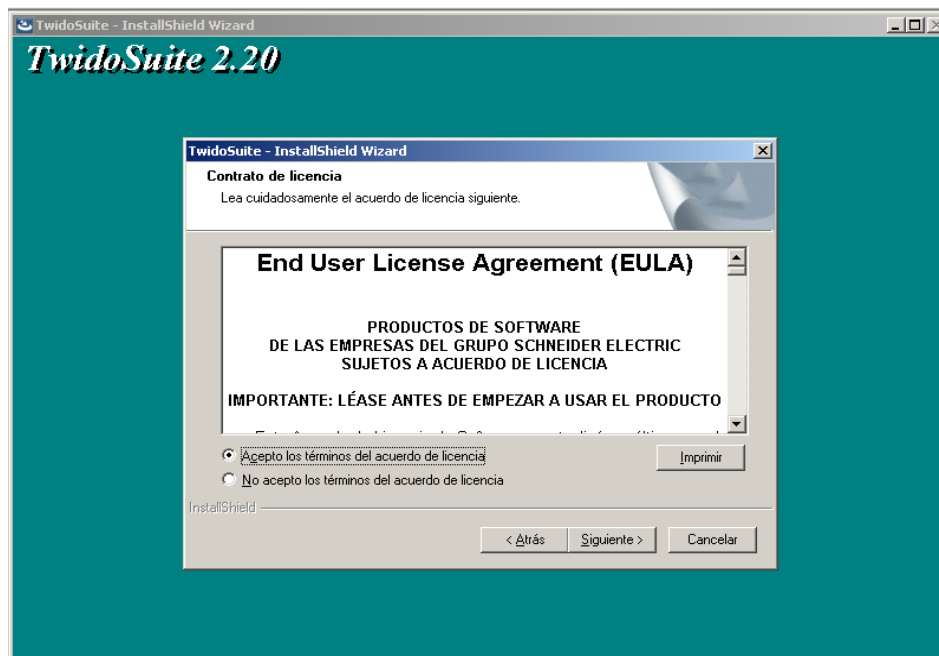


Figura VI.27. Pantalla de los términos de la Licencia.

La pantalla de a continuación solicita que se introduzca la información del cliente en este caso el nombre de la organización; el cual se consideró pertinente como ESPOCH.

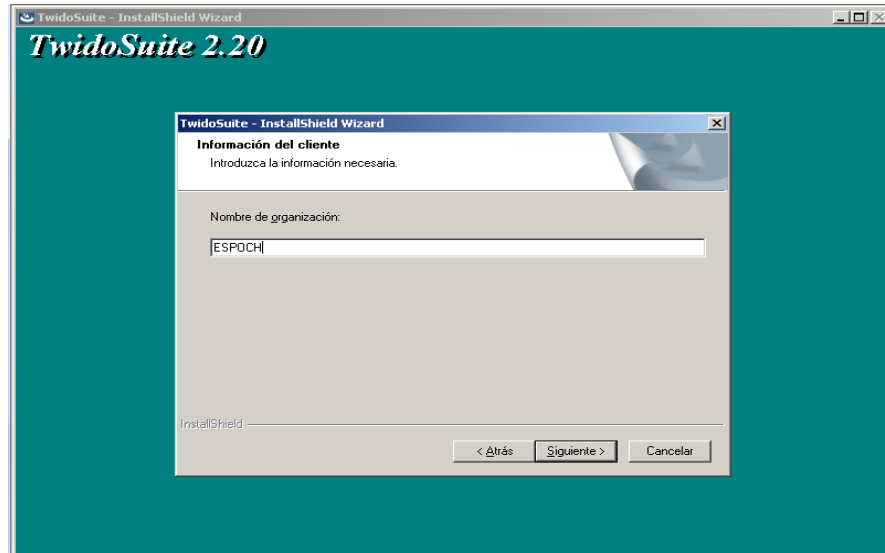


Figura VI.28. Pantalla del Nombre de la Organización.

Aquí se elige el lugar en donde se creará el acceso directo para facilitar el acceso al programa se tiene la opción escritorio o el menú inicio.

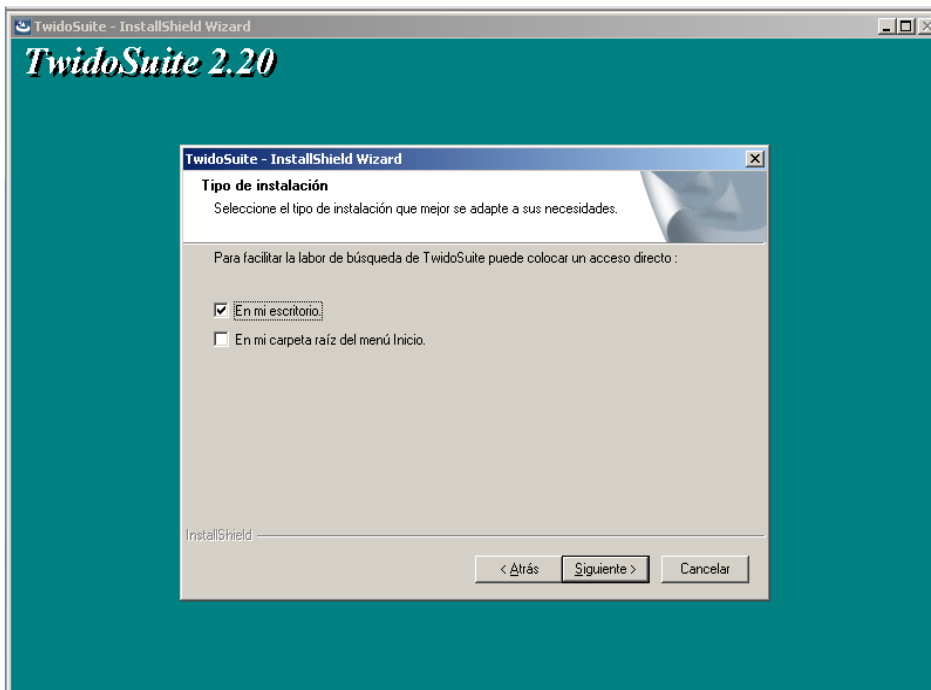


Figura VI.29. Pantalla del Tipo de Instalación.

Posteriormente se muestra la ubicación donde se procederá a instalar el software podemos modificarla dando click en examinar o sino simplemente continuamos dando click en Siguiente.

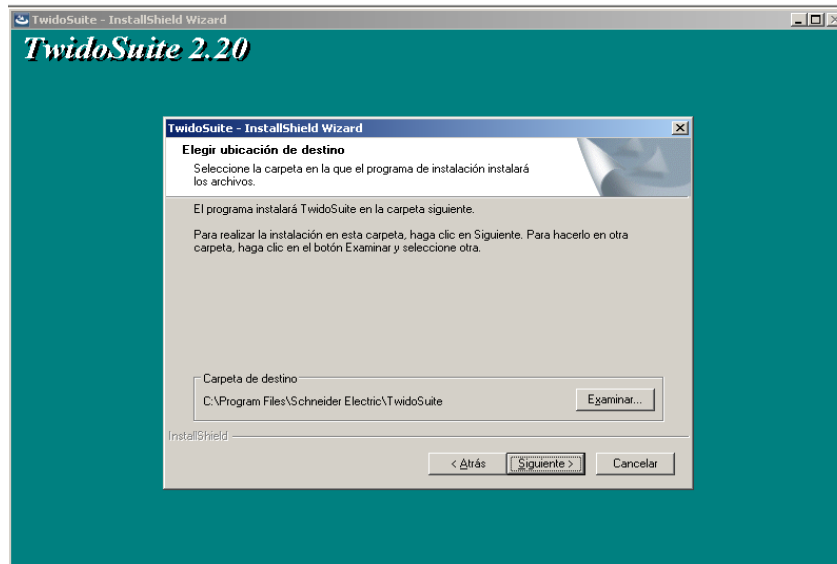


Figura VI.30. Pantalla del Ubicación.

Se muestra el nombre de la carpeta que contendrá al Twido Suite dentro de la barra de Inicio en la opción Todos los programas.

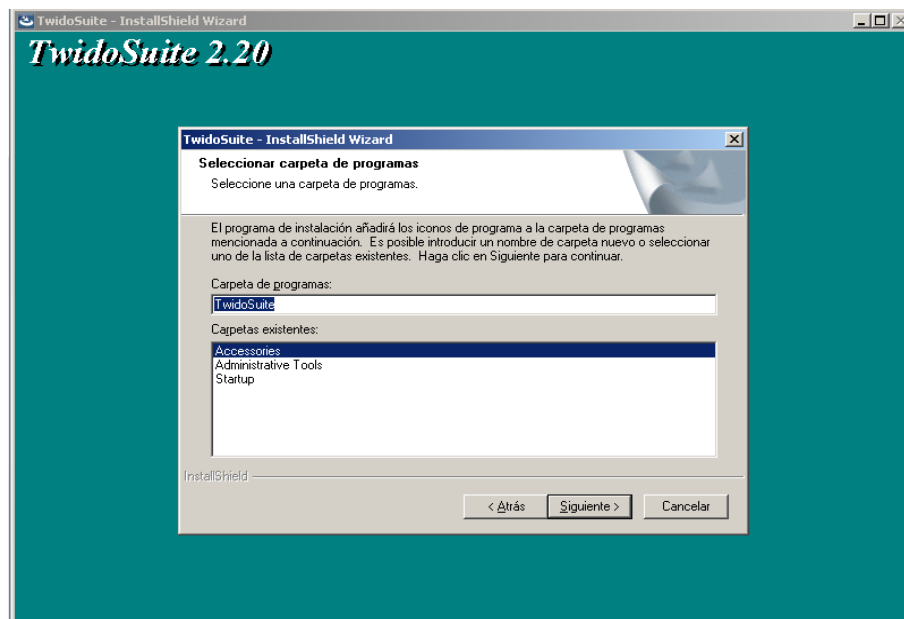


Figura VI.31. Pantalla de Carpeta de Destino.

La pantalla que se observa a continuación contiene un resumen de las opciones escogidas anteriormente y prepara la copia de archivos.

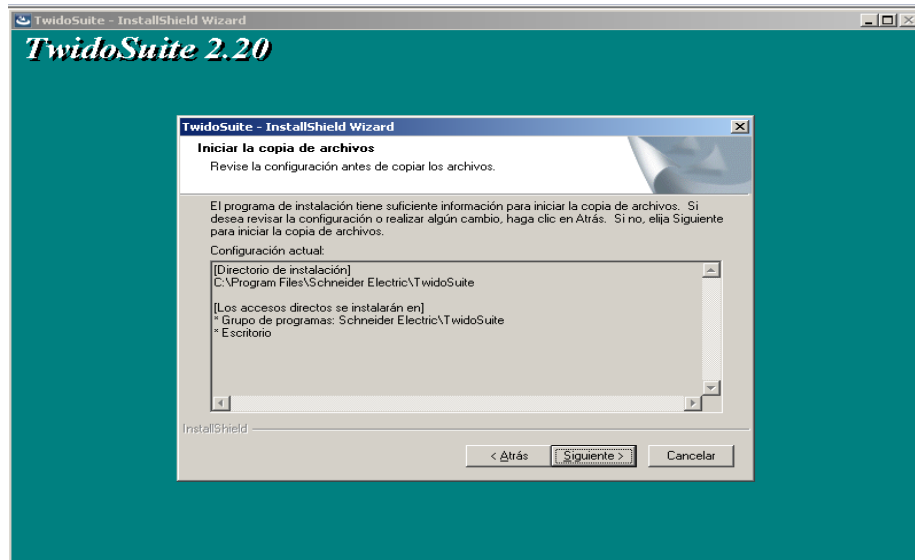


Figura VI.32. Pantalla de Resumen de la Instalación.

En este punto se copian los archivos para que el programa pueda funcionar con normalidad en el computador.

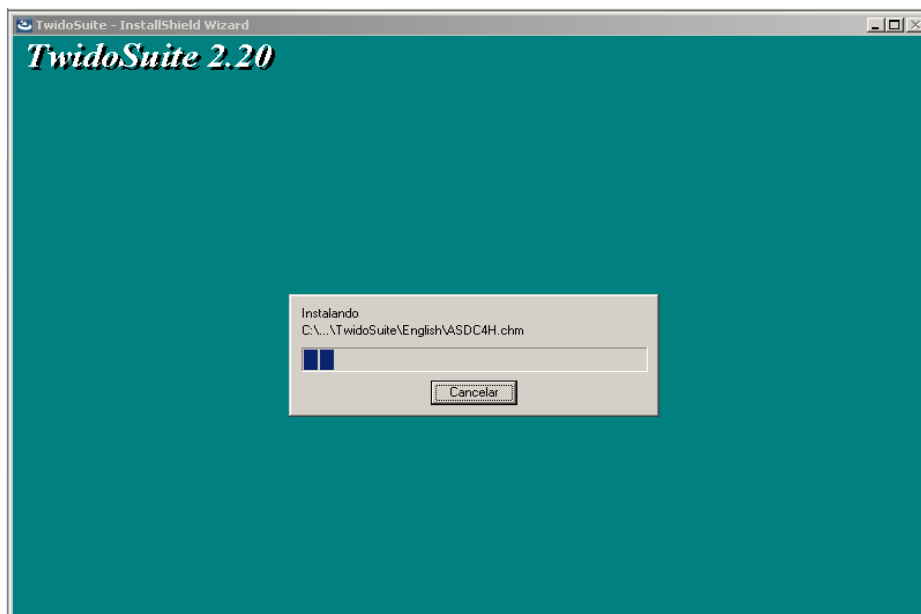


Figura VI.33. Pantalla del Progreso de la Instalación.

La pantalla que se puede ver informa la finalización exitosa del proceso de instalación con lo cual ya se puede empezar a utilizar el programa Twido Suite.

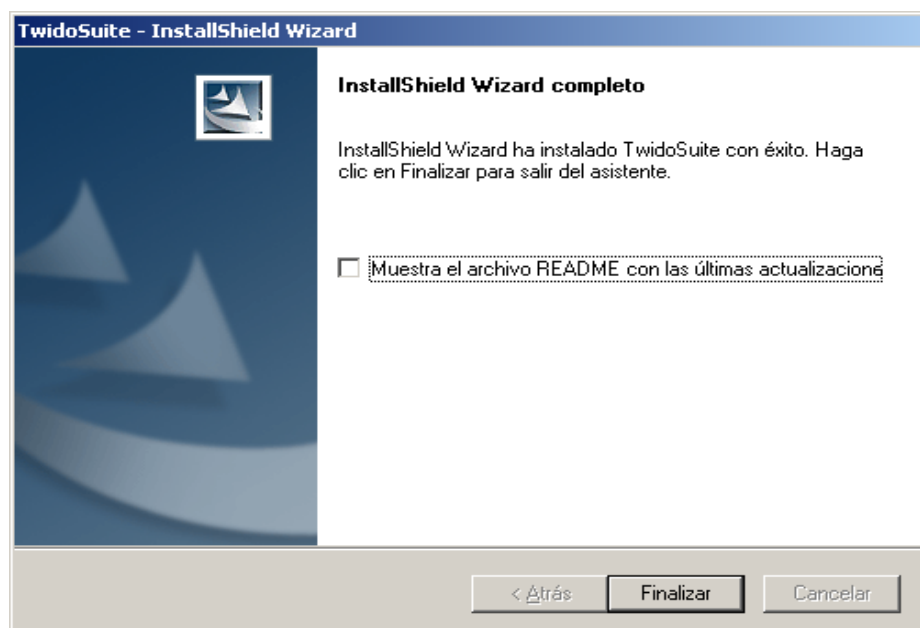


Figura VI.34. Pantalla de Finalización.

Finalmente esta es la interfaz del TWIDO SUITE que ya se encuentra instalado en el computador.



Figura VI.35. Pantalla de Bienvenida al Programa.

6.2.1.3.8 Configuración del PLC TWD LCDE 40DRF, del Maestro ASI - BUS y del Esclavo ASI - BUS.

Mediante la utilización del programa Twido Suite 2.20 se procede a configurar todo lo referente al PLC, el Maestro y al Esclavo ASI – BUS que permitirá que la estación de distribución trabaje de manera correcta mediante la implementación de la tecnología AS-INTERFACE.

Primero se ingresa al Twido Suite siendo el primer paso crear un nuevo proyecto como se puede observar en la pantalla de a continuación son datos bastantes generales como autor, nombre del proyecto y directorio que es la ubicación donde se guardará el proyecto.

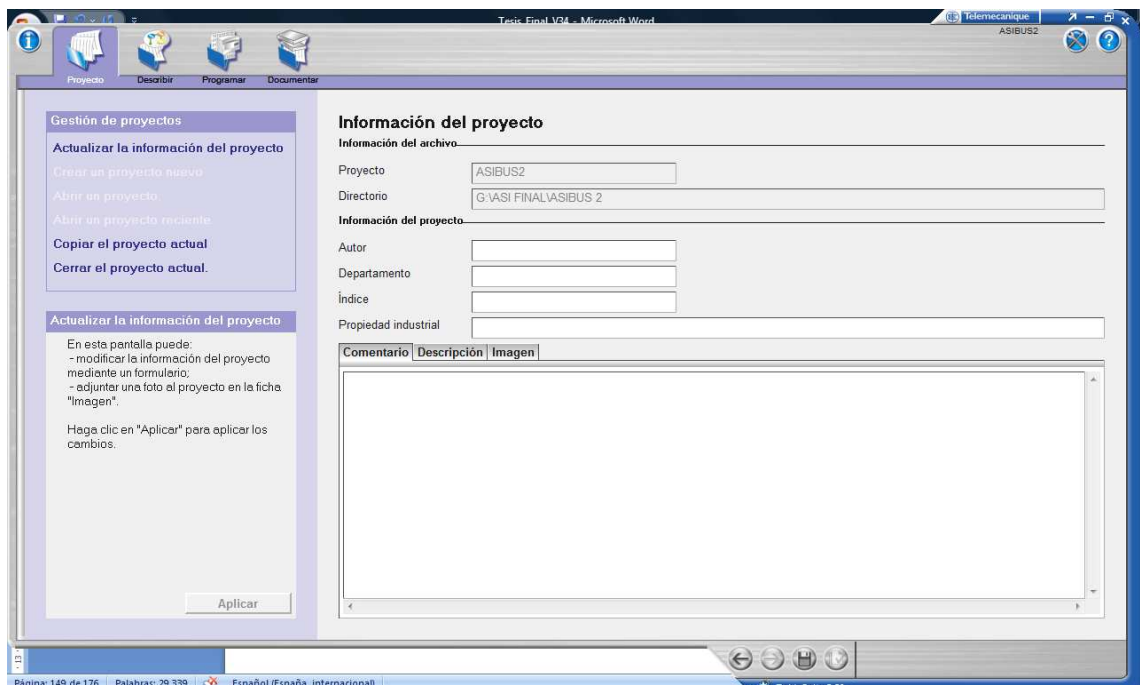


Figura VI.36. Pantalla de Información del Proyecto

En la zona del Twido Suite referente a Describir es donde se deben ingresar los componentes que sean necesarios en este caso se observa la zona morada vacía ya que no hay ningún elemento todavía. En la parte derecha se encuentra una sección que dice Catálogo ahí es donde se selecciona lo que se necesite es decir el PLC y el modulo Maestro ASI-BUS ya que el esclavo se inserta a partir del catálogo que es propio del Maestro.

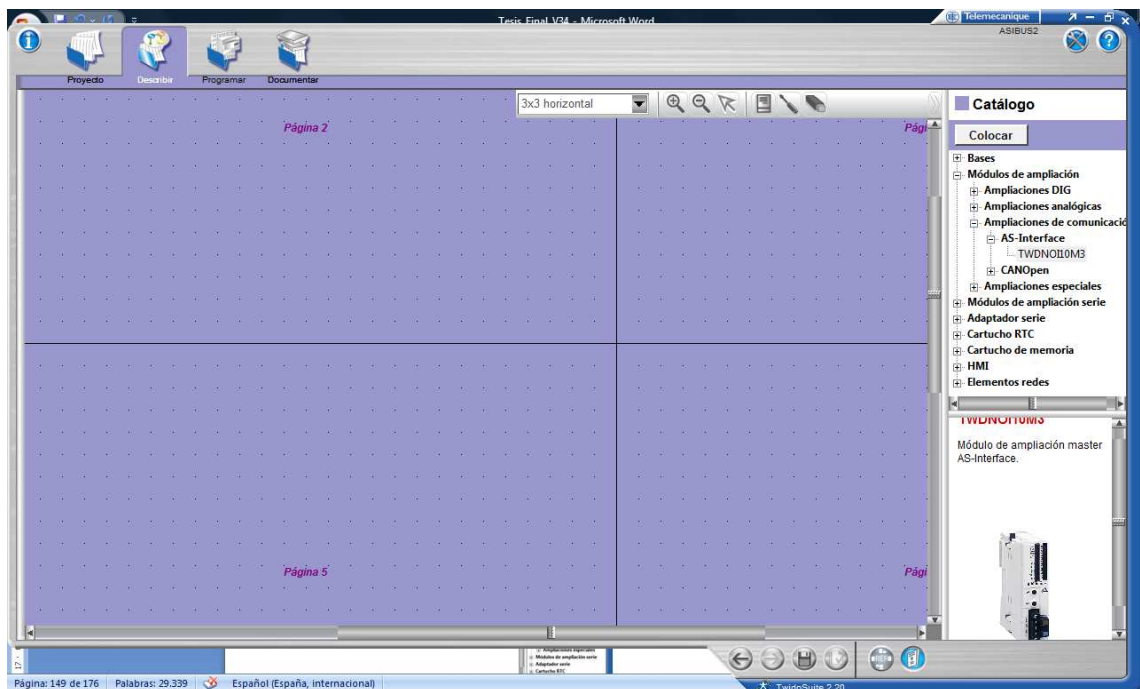


Figura VI.37. Pantalla de Descripción.

Lo primero será introducir a partir del catálogo el PLC por lo que se escoge del Submenú la opción Bases luego Compactas y finalmente el PLC TWD LCDE 40DRF y se arrastra a la sección morada para poder utilizar este componente.

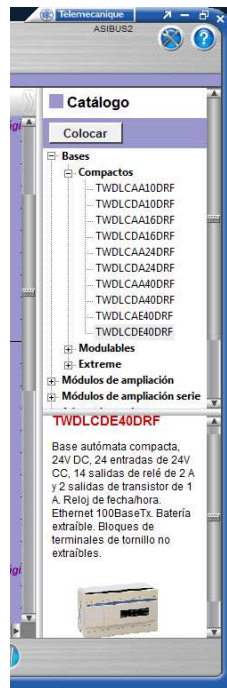


Figura VI.38. Pantalla de Selección del PLC.

Luego se introduce el modulo Maestro ASI-BUS por lo que del catálogo se escoge el Submenú Ampliaciones de Comunicación y finalmente ASI-BUS TWDNOI10M3.



Figura VI.39. Pantalla de Selección del Maestro ASI-BUS.

Para poder insertar el esclavo ASI-BUS se da click en modulo Maestro y en la parte inferior se escoge insertar por catalogo luego se elije la opción IP67 y luego el esclavo ASI67FMP44D.

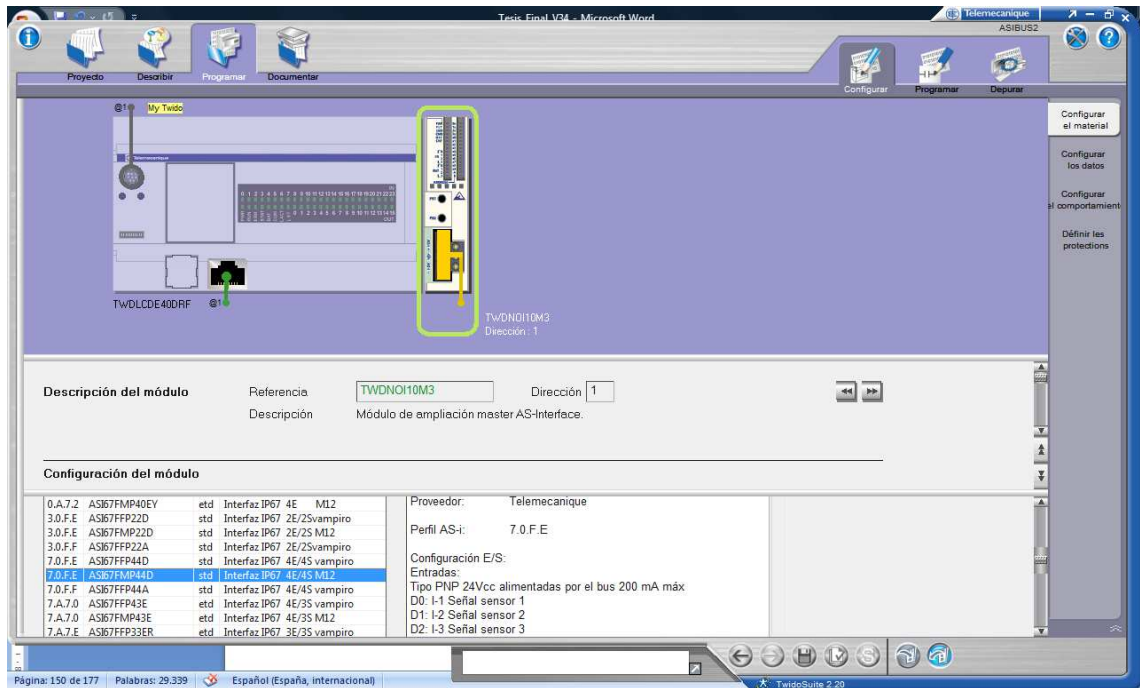


Figura VI.40. Pantalla del Catalogo del Maestro ASI-BUS.

Cuando se inserta el esclavo ASI-BUS aparecen sus características principales entre ellas su perfil 70FE, y se introduce sus entradas y salidas que son 8 en total (4 entradas / 4 salidas) con una dirección y símbolo correspondiente que se utilizan para luego la programación.

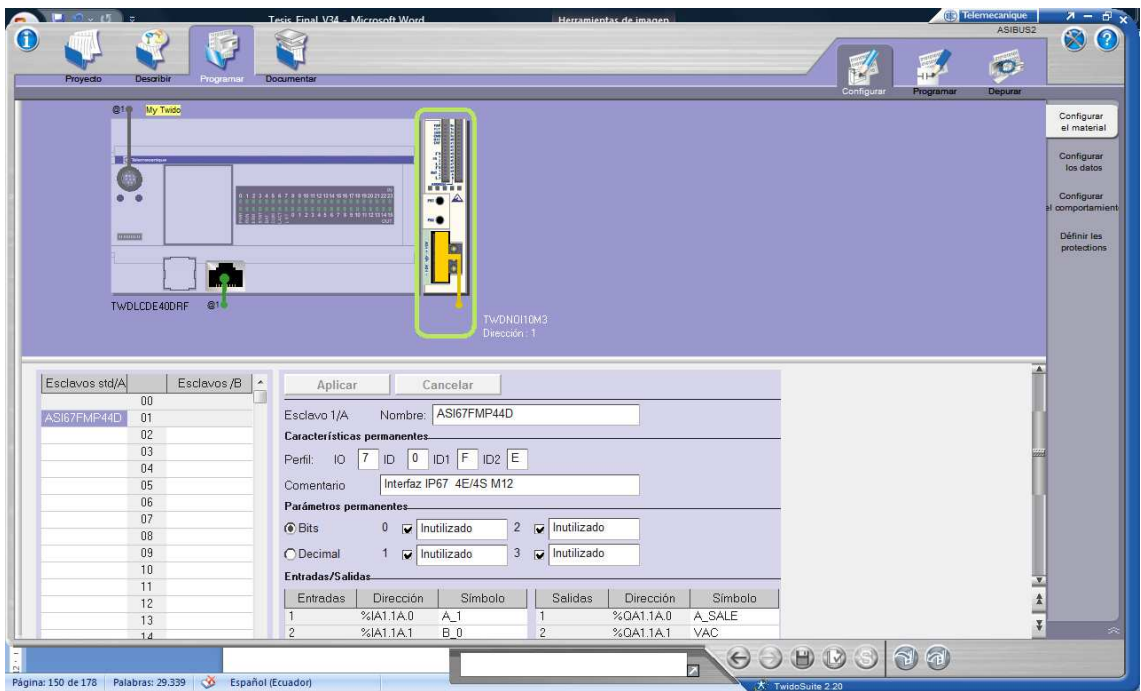


Figura VI.41. Pantalla de Inserción del Esclavo ASI-BUS.

En este punto ya hemos insertado los elementos necesarios para poder trabajar con la tecnología ASI-BUS y en el grafico siguiente se observa como quedan los equipos.

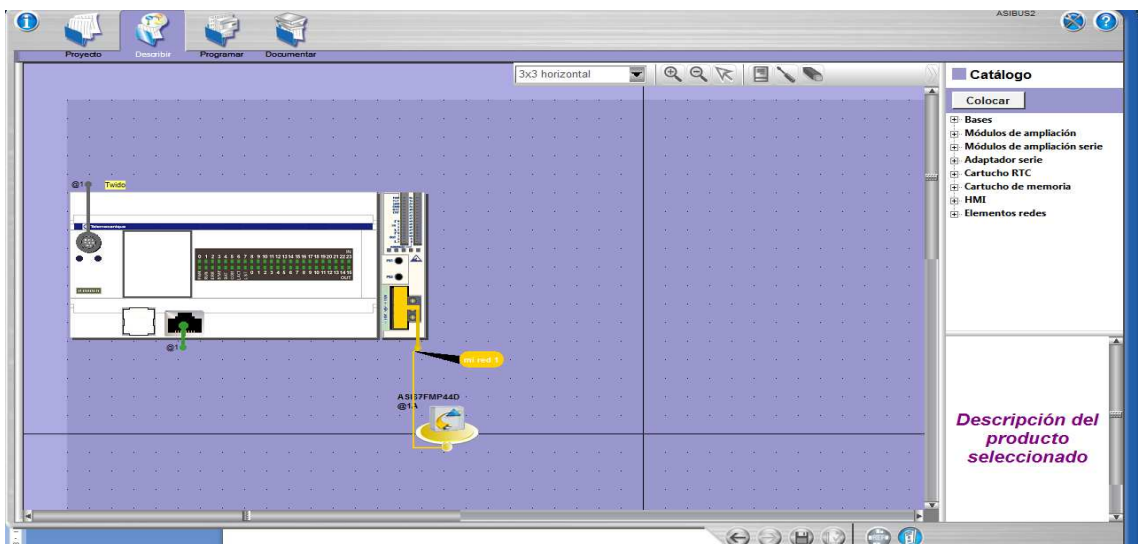


Figura VI.42. Pantalla de los Equipos de la red ASI-BUS.

Una vez insertados los equipos se pasa a la zona Programar del Twido Suite donde se procede a establecer el funcionamiento en base al Graficet de lo que realiza la estación de Distribución.

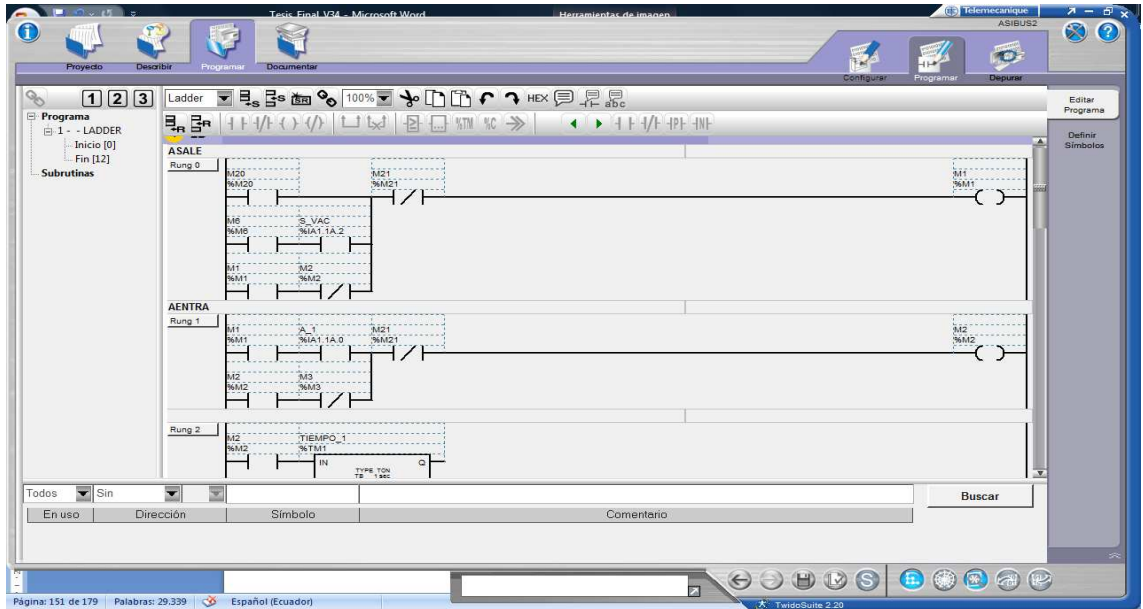


Figura VI.43. Pantalla de Programación.

6.2.1.3.9 Configuración del Esclavo mediante ASI TERV2



Figura VI.44. Configuración del Esclavo ASI-BUS mediante ASITERV2.

Para configurar un esclavo ASI-BUS es indispensable tener el direccionador ASI TERV2 el cual se conecta por medio del cable M12. La configuración es bastante sencilla la manilla amarilla del ASITERV2 se coloca en la posición ADDR luego mediante los botones se asigna una dirección que en este caso será la 1 lo que determina que las entradas y salidas estarán en función a la dirección número 1.

6.2.1.3.10 Monitoreo de la Red (Control mediante LookOut)

Pantalla de control mediante el software Lockout. Se observa el botón Start y Stop que iniciaran y detendrán el funcionamiento de la estación de Distribución respectivamente. Además cuenta con círculos que indicaran que proceso se ejecuta en determinado periodo de tiempo.

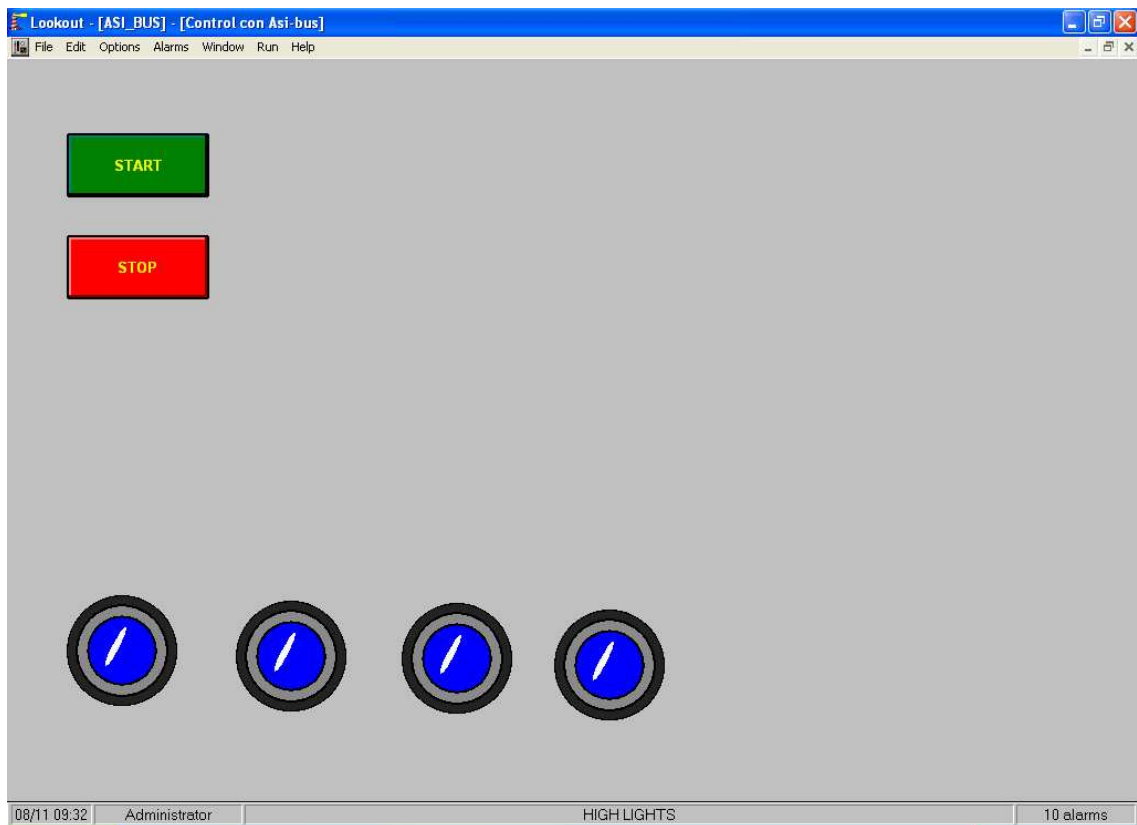


Figura VI.45. Pantalla de Control de la red mediante Lookout

6.2.2 Comprobación de la Hipótesis

En cuanto a este punto se ha utilizado el Juicio de Expertos; siendo un método que básicamente propone recolectar las opiniones de determinadas personas consideradas como peritos en el tema; es decir son expertos en el área a la cual está enfocada la tesis con esto se puede elaborar una tabla de juicio que es muy fundamental en la comprobación de la hipótesis. Aquí se empleó las opiniones de dos profesores de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH: Ing. Pablo Montalvo Jaramillo, Ing. Humberto Matheu y el Dr. Marco Antonio Haro Medina Ver Anexo2.

Como complemento al juicio de los expertos se utilizó el software AS-Interface Design que está orientado exclusivamente a trabajar con redes ASI-BUS; por lo que es útil al momento de capturar datos en relación a los consumos de los equipos.

Tabla VI.I Resultados con AS-Interface Design

Parámetros	Red ASI-BUS	Serie	Consumo Típico(Amperios)
Cubierta del Cable (Adaptador Vampiro)		TCSATN01N2	0.000
Módulo Maestro TWIDO		TWDNOI10M3	0.022
Cubierta del Cable (Adaptador Vampiro)		TCSATV011F1	0.000
Esclavo		ASI67FMP44D	0.049

Tabla VI. II Análisis Cuantitativo Juicio de Expertos

Experto Parámetro	Dr. Marco Antonio Haro Medina	Ing. Pablo Montalvo Jaramillo	Ing. Humberto Matheu	Conclusiones
Automatización Industrial	La automatización industrial es una evolución de la tecnología que nos permite realizar procesos industriales de una forma rápida eficiente, segura y con altos estándares de calidad.	La mayoría de las industrias se están actualizando por las necesidades tecnológicas y de compatibilidad por lo cual la automatización industrial es indispensable para lograr este avance en las empresas	Permite el ahorro de tiempo al eliminar procesos manuales y aumenta la producción	La automatización industrial ahorra tiempo dinero y recursos logrando un avance empresarial.
Sistemas de comunicación Industrial	Los sistemas de comunicación industriales son una forma eficiente de realizar la comunicación entre procesos en sistemas industriales.	Muchos equipos de automatización se pueden conectar entre ellos enviando y recibiendo información por lo cual esta se encuentra en el lugar y momento oportuno para ser utilizada y además se mejora el control industrial.	Esencialmente aumenta la eficiencia en todo proceso industrial.	Los sistemas de comunicación nos permiten el monitoreo y control oportuno mejorando la eficiencia del proceso industrial.
Transmisión de Datos y monitoreo de equipos.	Mejorará en vista que a través de una red industrial los datos viajan con mayor rapidez y de forma segura, por ende el monitoreo de estas redes se las hace de una forma centralizada.	Si se consigue una indudable mejora ya que los datos se transmiten a mayores velocidades y se puede hacer un mejor control de los procesos.	Indudablemente que se mejora la transmisión de datos porque permite visualizar mejor los procesos.	En la transmisión de datos se alcanza mayores velocidades estableciendo un mejor control y visualización de los procesos.

Seguridad en la transmisión de Datos	La seguridad que incorpora ASI – BUS en la transmisión de los datos a través de su único cable cumple con los estándares de seguridad.	En comparación a otras redes se eliminan las interferencias, se evitan ruidos y son conexiones mucho más sencillas y facilitan el mantenimiento	De la poca experiencia que se tiene la seguridad en la transmisión de datos es elevada se puede considerar un 100%.	Se tiene una seguridad muy alta ya que se eliminan interferencias, ruidos siendo estas conexiones mucho mas simples y de fácil mantenimiento.
Ventajas de ASI-BUS	Minimización de costos de instalación. Fácil mantenimiento Fácil acoplación de nuevos equipos en la red. Reducción del cableado.	Facilidad de conexión. Poca interferencia con ruidos. Longitudes de conexión (Largas distancias)	Eficiente comunicación Aumento de la productividad. Mejor calidad del producto.	La facilidad de conexión es el principal fuerte de las redes ASI-BUS, además su poca interferencia, su comunicación eficiente, alta productividad y el alcance de conexiones de larga distancia.

Análisis

Mediante el AS-Interface Design se obtuvo los siguientes resultados de la red industrial ASI_BUS implementada:

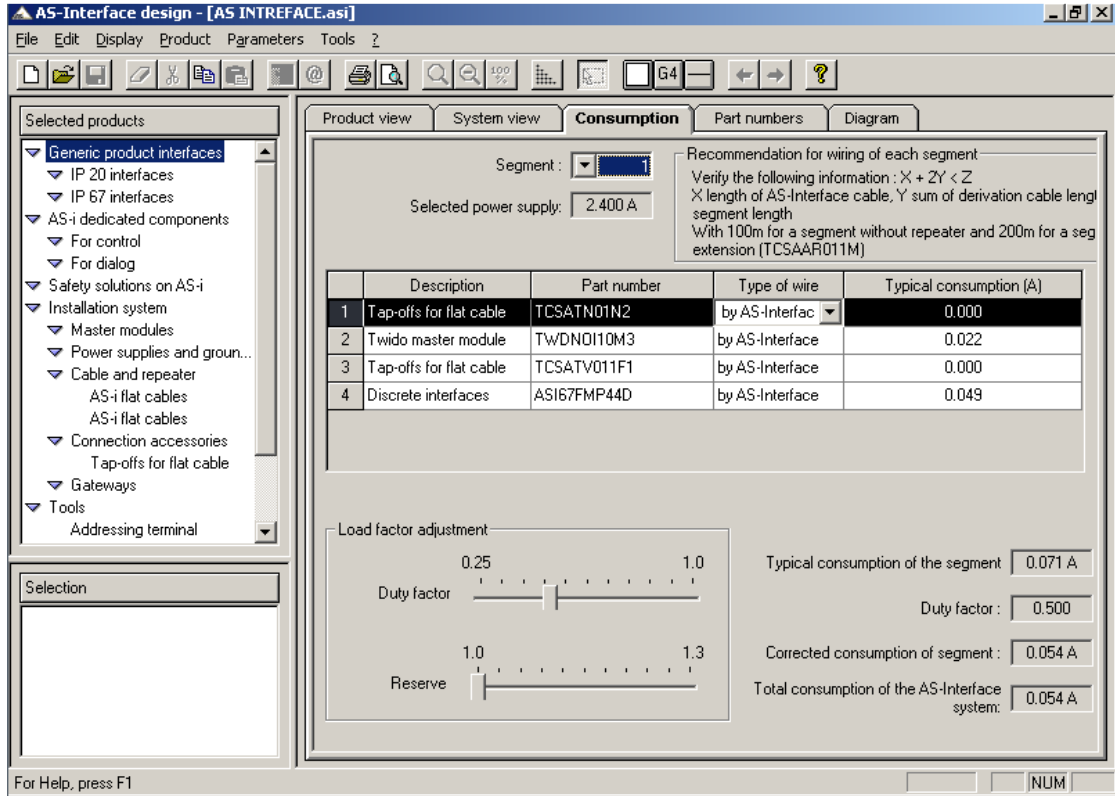


Figura VI. 46 Consumo de la Red ASI_BUS

Se observa que el consumo típico de la red es 0.071 Amperios y el consumo total de la Red ASI-BUS es 0.054 A; siendo consumos que permiten a la red trabajar de manera eficaz.

En la siguiente figura se puede ver como mediante el AS-Interface Design se incluyeron los equipos referentes a la tecnología ASI, lo cual se logra mediante una inserción tipo catalogo que permite arrastrar los componentes necesarios.

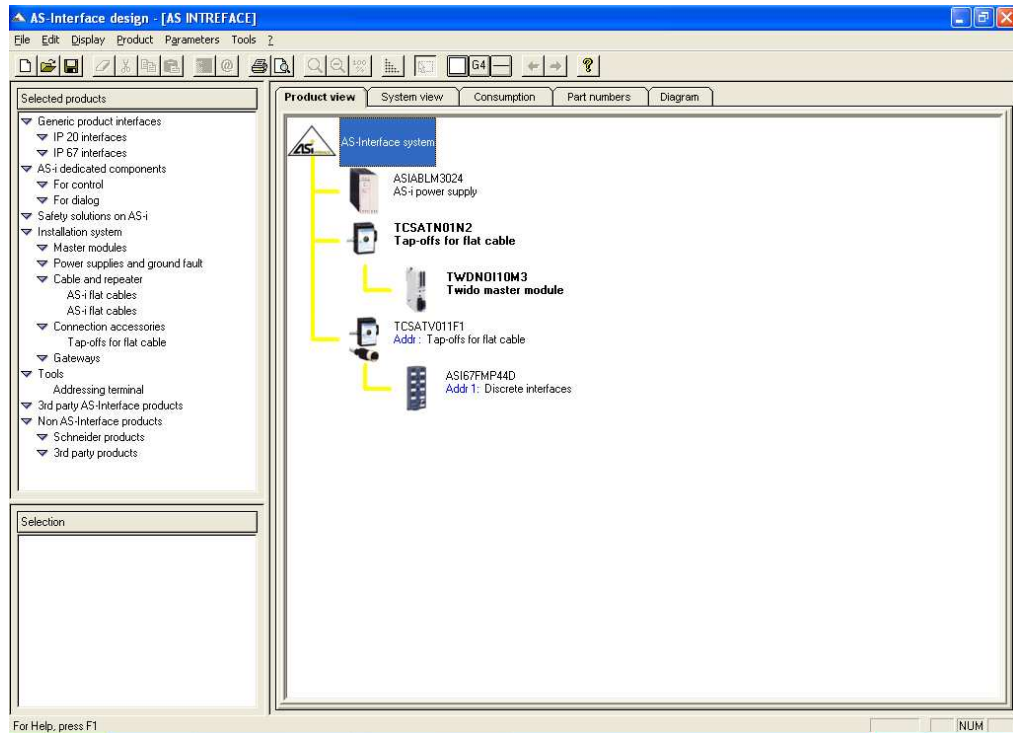


Figura VI. 47 Equipos ASI_BUS en AS-INTERFACE DESIGN

Finalmente se tiene la siguiente figura donde se muestran los equipos empleados con su número de serie y una breve descripción.

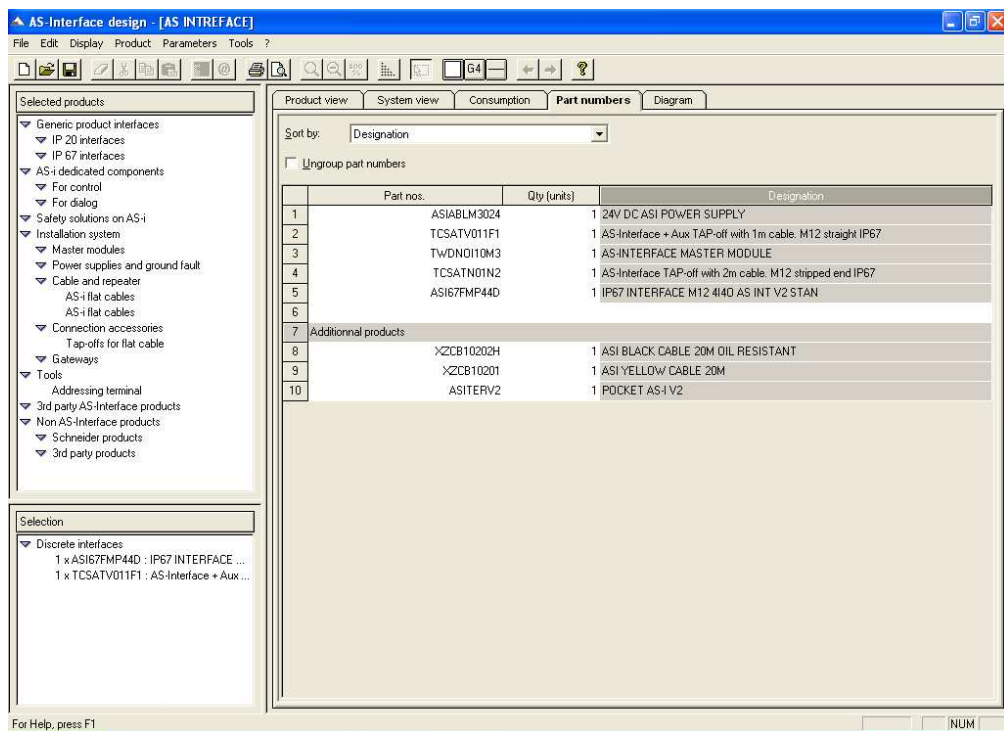


Figura VI. 48 Descripción de los equipos ASI_BUS en AS-INTERFACE DESIGN

Valoración de Cuantitativa

Para poder realizar un análisis cuantitativo se necesita una tabla estableciendo valores numéricos como la que se propone a continuación:

Tabla VI.II Parámetros de calificación Análisis cuantitativo

Criterio	Valor
De Acuerdo	10
Medianamente de acuerdo	5
En desacuerdo	1

Tabla VI.III Resultado del análisis cuantitativo

Experto Parámetro	Dr. Marco Haro Medina	Ing. Pablo Montalvo Jaramillo	Ing. Humberto Matheu	Conclusiones
Automatización Industrial	10	10	10	30
Sistemas de comunicación Industrial	10	10	10	30
Transmisión de Datos y monitoreo de equipos.	10	10	10	30
Seguridad en la transmisión de Datos	10	10	10	30
Ventajas de ASI-BUS	10	10	10	30

Teniendo en cuenta los valores establecidos cada uno de los expertos emitió su criterio particular; pero al analizar sus opiniones se encontró que tienen muchas coincidencias y estos valores permitieron tener un estudio cualitativo y cuantitativo para la comprobación de la Hipótesis.

Automatización Industrial.- Su valoración equivale a 30 puntos ya que la automatización industrial ahorra tiempo dinero y recursos logrando un avance empresarial

Sistemas de comunicación Industrial.- Este aspecto tiene un valor de 30 puntos debido a que los sistemas de comunicación nos permiten el monitoreo y control oportuno mejorando la eficiencia del proceso industrial.

Transmisión de Datos y monitoreo de equipos.- Su valoración equivale a 30 puntos ya que los expertos coincidieron en decir que la transmisión de datos se alcanza mayores velocidades estableciendo un mejor control y visualización de los procesos.

Seguridad en la transmisión de Datos.- Este parámetro tiene una valoración de 30 puntos ya que se tiene una seguridad muy alta ya que se eliminan interferencias, ruidos siendo estas conexiones mucho más simples y de fácil mantenimiento.

Ventajas de ASI-BUS.- Finalmente este aspecto tiene un valor de 30 puntos siendo estas las principales ventajas: la facilidad de conexión que es el principal fuerte de las redes ASI-BUS, además su poca interferencia, su comunicación eficiente, alta productividad y el alcance de conexiones de larga distancia.

Por lo tanto se puede concluir la afirmación de la hipótesis planteada ya que cumple con los parámetros establecidos al inicio de la investigación.

CONCLUSIONES

- Las comunicaciones industriales son de gran importancia debido a que mejoran y automatizan los procesos brindando a las empresas un control eficiente generando productos de calidades superiores que incluso en su fabricación incluirá la menor utilización de recursos.
- En cuanto a la implementación de la red ASI-BUS en la estación de Distribución del Laboratorio de Automatización de la Escuela de Ingeniería en Sistemas; se observó cómo se disminuyó notablemente el cableado de todas las entradas al PLC; ya que ASI-BUS solo se conecta por medio del cable amarillo que propone esta tecnología; además para la comprobación de la hipótesis fue indispensable utilizar el criterio de varios expertos teniendo información valiosa que determinó que ASI-BUS es una red eficiente y segura.
- En el Capítulo VI donde se implementa la red ASI-BUS se propuso la metodología XP como base para determinar ciertos parámetros que permiten ir demostrando el avance paulatino de la implementación; ya que hay una serie de puntos que plasman como se trabaja para llegar a construir la red industrial.
- Para poder utilizar la red es vital utilizar el software Twido Suite 2.20 ya que en él se arma a nivel lógico la red y se programa su funcionamiento, que posteriormente se conectará el Computador al PLC enviando esta información para que la estación de Distribución trabaje adecuadamente.
- Para el control de la red ASI-BUS se empleó el software LookOut que provee elementos de fácil manejo para poder poner en marcha el funcionamiento de la Estación de Distribución ya que este es el intermediario entre el Twido Suite y el PLC.

RECOMENDACIONES

- En la implementación de la Red ASI-BUS es vital tener el diagrama de la Estación de Distribución ya que este es el fundamento para saber que acción realiza cada entrada y salida pudiendo programarlas posteriormente.
- Constatar que los voltajes que se utilizan sean los adecuados ya que el riesgo de quemar algún equipo es muy alto si no considera la corriente eléctrica con la que se esté trabajando.
- Verificar que los cables sean los indicados para cada tipo de conexión que se realice.
- Para la asignación de la dirección del esclavo ASI-BUS el único equipo adecuado es el direccionador ASI TERV2 el cual es fundamental ya que sin este equipo no existe otra manera de configurar al esclavo.
- Cada vez que se realice un cambio en la programación en el software Twido Suite 2.20 es necesario volver a realizar la conexión del computador con el PLC para que los cambios logrados surtan efecto.

RESUMEN

El objetivo principal fue implementar una red industrial basada en ASI-BUS para poder hacer funcionar la Estación de Distribución del Laboratorio de Automatización de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la ESPOCH.

El procedimiento tiene la finalidad de reducir el cableado hacia el Control Lógico Programable (PLC) y de tener una red más segura y eficiente, para elaborar es necesario utilizar una fuente, un maestro y un esclavo ASI-BUS; y también un PLC TWD LCDE 40 DRF y la Estación de Distribución del Laboratorio de Automatización. En cuanto al software se utilizó el Twido Suite versión 2.20 para la programación y el programa LookOut para el control de la red.

La metodología utilizada es investigativa, siendo la configuración correcta de cada entrada y salida la que se muestra en el diagrama FESTO de la Estación de Distribución donde se especifica las acciones correspondientes, posteriormente se diseñó un graficet que se estableció de tipo escalera permitiendo realizar la correcta programación en el Twido Suite.

Los resultados obtenidos después de configurar el maestro, el esclavo, la fuente ASI-BUS; el PLC, el computador y la Estación de Distribución que trabajaron de manera conjunta; permitieron finalmente una transmisión de datos de forma segura y eficaz teniendo los equipos fines didácticos para los alumnos.

Con el trabajo concluido se logra dejar un equipo didáctico que estará a disposición de los estudiantes que se interesen por los procesos de Automatización y Mecatrónica en la Escuela de Ingeniería en Sistemas permitiéndoles trabajar en un ambiente real.

SUMMARY

GLOSARIO

<p>AirBox</p>	<p>Integración en un módulo clásico AS-i de varios componentes: válvulas neumáticas, conexión AS-i y entradas eléctricas de señales de retorno.</p> <p>Esto supone un ahorro considerable en cuanto al montaje, ya que éste y la conexión de tubos de las válvulas ya no se tienen que hacer por separado.</p> <p>El suministro de tensión se puede efectuar mediante el cable AS-i amarillo o a través del cable negro auxiliar (24 V DC).</p> <p>Los módulos AirBox están disponibles con válvulas de 3/2 vías, 5/2 vías y 5/3 vías y en las versiones monoestable y biestable.</p>
<p>Analógico</p>	<p>En contraposición a las señales binarias, en este caso se trata de valores continuos, como por ejemplo la temperatura o la presión. A un determinado valor analógico se le puede asignar un determinado valor eléctrico de tensión o de corriente.</p>
<p>AS-i 2.1+3.0</p>	<p>Ampliación de la funcionalidad del sistema AS-Interface con completa compatibilidad con las versiones anteriores. Se pueden conectar en una red hasta 62 esclavos. El diagnóstico se facilita mediante un bit adicional de fallo de periférico por esclavo. Cuando se utilizan nuevos esclavos analógicos en combinación con maestros de la versión 2.1, se produce automáticamente un intercambio de datos de 16 bits por canal, sin necesidad de un driver adicional.</p>
<p>ASIC</p>	<p>Application-Specific-Integrated-Circuit (Circuito Integrado Específico de Aplicación). En este caso, contiene la completa funcionalidad del esclavo AS-i.</p>
<p>Automation Alliance</p>	<p>Agrupación de empresas de automatización con el objetivo de definir un estándar común de software, independientemente del hardware, según la norma IEC 61131-3.</p>
<p>Bidireccional</p>	<p>Modo de funcionamiento del esclavo AS-interface, en el cual los cuatro bits de datos se transmiten en ambas direcciones</p>

	<p>con información distinta. Este método requiere un circuito complejo en el esclavo.</p> <p>Una aplicación típica se encuentra en el módulo de 4E/4S.</p>
Binario	Dos estados de conmutación posibles: On / Off o bien “1” ó “2”.
Bit	Portador de información digital. El estado “0” / “1” corresponde a la señal de conmutación On / Off.
Bus	Transmisión de datos en serie entre varios componentes a través de un cable
Bus de campo	Los buses de campo dentro del sector de la automatización se utilizan para agrupar datos y transmitirlos en serie a un controlador central o a un sistema de control superior.
Cable PUR	Cable resistente a los aceites. No es resistente a la hidrólisis, por lo que no es apto para aplicaciones que estén expuestas a un contacto permanente con el agua. A fin de evitar roturas en el cable, éste no debe moverse a temperaturas por debajo de los -5 °C.
Cable PUR / PVC (cable PPU)	Cable de PVC con revestimiento adicional de PUR. Se trata de un cable resistente a los aceites. No es resistente a la hidrólisis, por lo que no es apto para aplicaciones que estén expuestas a un contacto permanente con el agua. A fin de evitar roturas en el cable, éste no debe moverse a temperaturas por debajo de los -5 °C.
Cable PVC	Cable estándar acreditado en la práctica. A fin de evitar la rotura del cable, éste no debe moverse a temperaturas por debajo de los -5 °C. El cable PVC no es apto para su uso permanente en un ambiente con presencia de aceites. No es resistente ni al ozono ni a la luz ultravioleta.
CAN	<p>CAN (Controller Area Network) es un sistema de bus de campo para cantidades de datos más grandes. Tiene un funcionamiento que se rige por prioridades. Existen diversas versiones de CAN, como por ejemplo CANopen, CAN in Automation (CiA) o DeviceNet.</p> <p>El sistema CAN se puede emplear para distancias más largas, por ejemplo, como</p>

	enlace de la red AS-i. El acoplamiento de varias redes se lleva a cabo mediante pasarelas.
Categorías de uso	Las categorías de uso sirven para la clasificación de salidas con tensión continua (DC) y tensión alterna (AC): DC 12: Control de carga resistiva y semiconductor en circuitos de entrada de optoacopladores. DC 13: Control de electroimanes con tensión continua AC 1: Control de carga no inductiva o carga ligeramente inductiva AC 15: Control de carga electromagnética con tensión alterna
Ciclo del maestro	Un ciclo del maestro consta de hasta 32 llamadas del maestro (telegrama) y 31 respuestas del esclavo. En caso de que haya un telegrama erróneo, se repetirá al final del ciclo.
Clases de protección	Clase de protección 1 (I): Dispositivos con conexión de conductor de puesta a tierra Clase de protección 2 (II): Dispositivos con aislamiento de protección Clase de protección 3 (III): Dispositivos para la conexión a una tensión baja de protección Suministro de tensión conforme a EN 50178, MBTP, MBTS. Todos los dispositivos que dispongan de la clase de protección III o que no estén dotados de una conexión de conductor de puesta a tierra o de un aislamiento de protección, tienen que estar conectados a una tensión baja protectora. En el caso de detectores de proximidad inductivos, esta tensión puede ser MBTP o MBTS.
ClassicLine	Módulos de campo basados en el estándar EMS. La electrónica es apropiada para los zócalos de cable plano o de prensaestopas. ClassicLine es la renovación del concepto EMS con la electrónica más moderna según la versión AS-i 2.1.
CoDeSys	Software universal de programación y configuración de la Automation Alliance con lenguajes de programación según la norma IEC 61131, además de disponer de visualización y plano de configuración del bus de campo y de AS-i.

Código ID	El código ID representa la segunda parte del perfil del esclavo. En combinación con la configuración de E/S, este código especifica las propiedades de los esclavos. S-1.1 representaría, por ejemplo, un perfil de un detector inteligente, S-0.0 sería un esclavo con 4 entradas. Con la "A" se refiere a un esclavo con modo de dirección extendido.
Código ID 1	El código ID 1 es independiente del perfil AS-i. Se puede modificar para una aplicación específica, por ejemplo, con la unidad de direccionamiento. El ID 1 sirve para especificar otras propiedades del esclavo.
Código ID 2	El código ID 2 se encuentra especificado en la tercera parte del perfil de los esclavos AS-i 2.1. En el caso de esclavos binarios, el código indica que es compatible con la transmisión de errores de periféricos (ID 2 = "E").
Compatibilidad	A pesar de la ampliación a AS-i 2.1, AS-i sigue siendo totalmente compatible, tanto con versiones anteriores como posteriores. Los telegramas de datos no han sido modificados. Los esclavos binarios de la 2.1 operan con maestros de la versión 2.0, no obstante solamente en el ámbito de dirección estándar entre 1 y 31. A la inversa, todos los esclavos existentes de la versión 2.0 funcionan sin restricciones con maestros de la 2.1.
Comunicación maestro-esclavo	AS-i opera rigurosamente según el principio maestro-esclavo. El maestro realiza llamadas a todos los esclavos, uno detrás de otro y siempre en el mismo orden. Sólo está permitido conectar un maestro por red (véase también interrogación secuencial cíclica).
Conexión en Y	Algunos módulos de campo están dotados de conexión en Y. Al utilizar dicha conexión, dos tomas M12 se conectan de forma oportuna. En cada una de las tomas se conecta bien un detector de 2 ó 3 hilos, o bien en la primera toma se conecta un detector de 4 hilos. En este último caso, ya no se puede seguir utilizando la segunda toma.

Config Error (Error de configuración)	Un error de configuración se produce cuando la LPS y la LAS no son iguales, es decir, cuando faltan o sobran esclavos en la conexión. Esta función solamente está disponible cuando el maestro está en funcionamiento protegido. También se presenta un Config Error cuando el perfil AS-i y el Código ID "1" no son iguales.
Configuración automática (proyección)	Gracias a la configuración automática, el usuario puede instalar una red AS-i sin PC ni software. Dado que la cantidad de datos AS-i por esclavo es fija, los esclavos direccionados pueden ser leídos por el maestro y ser almacenados como configuración nominal (véase también "LPS").
Configuración de E/S	La configuración de E/S (el primer número del perfil del esclavo) indica la dirección de los bits de datos. Así, el "0" se refiere, por ejemplo, a 4 entradas digitales y el "7" a 4 entradas y 4 salidas.
Configuración remota (Parametrización)	A través del puerto de parámetros se pueden configurar detectores inteligentes mediante el programa del PLC. En algunos módulos se pueden desactivar algunos canales a través de los parámetros.
Consumo	Corriente que se utiliza para el suministro propio del aparato. El valor indicado en la ficha técnica se refiere a un dispositivo conmutado sin carga.
Controlador e	Ampliación a la versión AS-i 2.1 de la gama de productos controladores/pasarelas. Características adicionales: memoria del PLC con más capacidad, compatibilidad con CoDeSys, interfaz Ethernet y de bus de campo.
Controladores de defecto a masa	Dispositivo que emite una señal de aviso en caso de que se produzca un defecto a masa relativo a un suministro de tensión no puesto a tierra.
Datos útiles	Parte del telegrama que consta de la información que se va a transmitir (en AS-interface, 4 bits).
Defecto a masa	Un defecto a masa puede tener lugar cuando la tensión AS-i o los cables del detector conectados a ella tienen un contacto eléctrico a tierra. Esta situación

	no es muy deseada, ya que puede dar lugar al descenso de la protección contra interferencias, debido a que AS-i es un sistema simétrico y aislado de tierra según los requisitos MBTP. Un segundo defecto a masa puede causar bucles a masa, los cuales proporcionarían corriente a las salidas de forma continua.
Detector binario convencional	Detector con salida conmutada para la conexión a módulos convencionales de entrada del PLC o a módulos de usuario AS-i.
Detector inteligente	Detector con chip AS-i integrado y funcionalidad adicional dispositivo con interfaz de bus integrada. Como ejemplos figuran los detectores inteligentes inductivos, optoelectrónicos o de presión.
DeviceNet	Sistema de bus de campo para cantidades más grandes de datos, basado en la Tecnología CAN. Requiere de cables especiales y de una compleja técnica de conexión. DeviceNet se puede emplear para distancias más largas como enlace de la red AS-i. Están disponibles pasarelas apropiadas.
Diagnóstico	AS-i proporciona diversos tipos de información de diagnóstico. Los detectores inteligentes indican su estado de funcionamiento si, por ejemplo, la distancia de conmutación ya no es correcta. Los módulos indican cortocircuitos y sobrecargas. Los detectores analógicos detectan de forma autónoma los valores de medición que se encuentran fuera del alcance nominal. También se detecta si falta algún esclavo o si está defectuoso, además de que se localizan roturas de cable y cortocircuitos. El maestro / pasarela proporciona toda la información de diagnóstico, la cual además puede ser transmitida a través del bus de campo o Ethernet.
Digital	Dispositivos digitales pueden tener dos estados, conmutado o no conmutado, en contraposición a los dispositivos analógicos, que proporcionan valores continuos.
Direccionamiento	Cada esclavo tiene asignada una dirección

	individual con la cual el maestro lo identifica. Esta dirección se encuentra en una franja entre el 1 y el 31. La dirección "0" tiene una función especial para el direccionamiento automático (direccionamiento automático).
Direccionamiento automático	Mientras el sistema está en funcionamiento es posible sustituir un esclavo de la red. El maestro detecta inmediatamente que falta un esclavo. Al nuevo esclavo con dirección "0" se le asigna automáticamente la dirección de su "predecesor". El usuario también tiene la posibilidad de desactivar esta función. Por este motivo, para la sustitución de un esclavo no es necesario el uso de una unidad de direccionamiento.
Direccionamiento doble	El direccionamiento doble, es decir, dos o más esclavos con la misma dirección, se tiene que evitar en la medida de lo posible, ya que dificulta el diagnóstico durante la puesta en marcha. Si se utiliza la función de direccionamiento automático, queda descartada esta doble asignación de dirección.
Dispositivos con interfaz de bus Integrada	Dispositivos (por ejemplo detectores), los cuales se pueden conectar directamente a un bus. La conexión del bus (en este caso como esclavo AS-i) debe estar integrada en el aparato.
E-EMS	Interfaz electromecánica extendida. Definición perfeccionada de la EMS, con la que se amplía el número de pins de contacto en los módulos de acoplamiento y usuario (dos más) para la conexión de la energía auxiliar (24V DC) para las salidas. Los módulos de usuario que han sido diseñados según la EMS también se pueden utilizar con zócalos de la E-EMS.
EMS – Interfaz electromecánica	Interfaz entre el módulo de acoplamiento y el de usuario. La definición de EMS ha sido establecida por la asociación AS-i. Ventajas: es estándar, está protegida contra las inversiones de polaridad y permite un montaje rápido.
Entradas seguras	Las entradas seguras constan de esclavos seguros especiales que se rigen según el estándar Safety-at-Work. Están

	disponibles ya sea integrada en los pulsadores de parada de emergencia o como módulos para la conexión de cualquier detector de seguridad. En el sistema AS-Interface, las salidas seguras sólo están integradas por el momento en el monitor de seguridad.
Error de periférico	Todos los esclavos de la versión 2.1 pueden evaluar un error de periférico. Dependiendo de la versión, se analizan sobrecargas, controles de funcionamiento o desbordamientos. Los errores de periféricos se indican con un LED rojo parpadeante en el maestro y en el esclavo.
Esclavo	Componente pasivo del bus, sólo responde a la llamada del maestro (interrogación secuencial cíclica).
Esclavo A/B	Un esclavo A/B tiene un ámbito de dirección de 1A a 31A o de 1B a 31 B. El tiempo de ciclo está limitado a 10 ms. Los esclavos A/B no pueden utilizar el cuarto bit de datos de salida, dado que el maestro ya lo usa para la conmutación a los esclavos B. Los esclavos A/B pueden operar con maestros AS-i de la versión 2.0, siempre y cuando se tenga en cuenta lo siguiente: 1.sólo se utilizan direcciones A, 2.el cuarto bit de datos debe ser "0" de forma permanente, 3.el cuarto bit de parámetros debe ser "1".
Esclavo único	Un esclavo único dispone de un ámbito de dirección de 1 a 31. El tiempo de ciclo está limitado a 5 milisegundos. Los esclavos analógicos son esclavos únicos especiales con otros tiempos de ciclo. Los esclavos únicos también pueden utilizar el cuarto bit de datos de salida.
Estructura de árbol	La estructura de árbol de AS-i garantiza una adaptación flexible en la instalación. Es posible conectar extensiones y ramificaciones, también después del montaje, en cualquier punto de la instalación.
Estructura en anillo	Todos los componentes del bus se conectan uno detrás del otro. El principio y el final del cable de bus quedan conectados el uno con el otro. Se puede distinguir entre estructura de anillo lógica

	<p>y física. En sistemas como, por ejemplo, el Interbus, se trata de un anillo físico. Cada módulo tiene entonces dos conexiones: una de entrada (receptor) y una de salida (emisor). El cable de bus se tiene que conectar por separado a cada módulo. Esto no es necesario en el caso de un anillo lógico, el cual se puede instalar por ejemplo con AS-i. En este caso y como es habitual, el cable plano amarillo se conduce sin interrupción por todos los módulos, y al final se vuelve a llevar hasta la fuente de alimentación.</p>
Ethernet	<p>Bus de datos de gran velocidad desarrollado inicialmente para la comunicación informática y adecuado para la transmisión de cantidades de datos más grandes. Como medio de transmisión está disponible la fibra de vidrio, el cable de par trenzado (twisted pair) o el cable coaxial. No obstante, no es apropiado para la transmisión de señales en tiempo real. Ethernet tiene cada vez más aceptación en cuanto a su uso en aplicaciones industriales entre el proceso y el nivel de control (Jerarquías de bus de campo). Ethernet es además la base para Internet y el servidor web.</p>
Interfaz de infrarrojos (IR)	<p>Hoy día muchos esclavos poseen una interfaz de infrarrojos para el direccionamiento. Esto requiere un suministro de tensión AS-i y un cable de direccionamiento por infrarrojos para la unidad de direccionamiento.</p>
Internet	<p>Internet es una red mundial que también proporciona ventajas dentro del sector de la automatización, como por ejemplo, en la asistencia remota y en el diagnóstico. Los servidores web, los cuales por ejemplo, están integrados en el maestro AS-i, son más adecuados, en comparación con las conexiones vía módem, para transmitir datos al PC de casa. El dispositivo puede enviar e-mails controlados por sucesos y transmitir variables de estado.</p>
Jerarquías de bus de campo	<p>Al examinar el posicionamiento de AS-i en la pirámide de bus de campo, se</p>

	<p>observa la óptima utilización de AS-i para detectores y actuadores simples, ya sean digitales o analógicos. AS-i está situado en el primer nivel y sirve de enlace para los buses de campo clásicos, como por ejemplo Profibus o DeviceNet</p>
<p>LAS – List of activated slaves (Lista de esclavos activados)</p>	<p>La LAS se actualiza automáticamente en el maestro. Contiene todos los esclavos que participan de forma activa en la comunicación. En el funcionamiento protegido sólo se activan los esclavos que han sido registrados en la LPS. En el modo de proyección se activan todos los esclavos detectados de la LDS.</p>
<p>LDS – List of detected slaves (Lista de esclavos identificados)</p>	<p>La LDS contiene todos los esclavos que han sido identificados y direccionados correctamente. Esta lista se actualiza automáticamente en el maestro.</p>
<p>Llamada del maestro</p>	<p>La llamada del maestro es un telegrama de requerimiento al esclavo. Éste responde con la información requerida.</p>
<p>LPF - List of peripheral faults (Lista de errores de periféricos)</p>	<p>Esta lista sólo está disponible en los maestros AS-i 2.1. Contiene los esclavos que han dado el aviso de un error de periférico.</p>
<p>LPS – List of projected slaves (Lista de esclavos configurados)</p>	<p>La LPS queda almacenada en el maestro. Se puede generar automáticamente como copia de los esclavos conectados actualmente. Para ello está disponible en la mayoría de los casos una tecla o un punto del menú en el maestro (configuración automática).</p>
<p>Maestro</p>	<p>El maestro controla toda la organización en el bus. Decide sobre el acceso temporal al bus y realiza llamadas a los esclavos de forma cíclica.</p>
<p>Materiales del recubrimiento del cable</p>	<p>Dependiendo de las condiciones ambientales y de aplicación, los materiales tienen distintas resistencias. Por este motivo, no pueden garantizarse determinadas propiedades o la aptitud para una determinada aplicación. Para consultar la resistencia específica de un material, le remitimos a los apartados correspondientes a los cables "PUR" "PVC" y "PPU". Las indicaciones generales expuestas en estos apartados no eximen la necesidad de realizar pruebas</p>

	propias.
MBTP	Muy Baja Tensión de Protección (del inglés PELV: Protective Extra Low Voltage) Una de las medidas de protección contra el contacto directo según DIN VDE 0100 T410.
MBTS	Muy Baja Tensión de Seguridad (del inglés SELV: Safety Extra Low Voltage). Con ello se designa un sistema eléctrico en el cual la tensión no puede superar el valor de 60 V DC. Este sistema contiene una medida de protección que impide el contacto directo e indirecto con tensiones peligrosas, mediante la llamada "separación segura" de la red de alimentación. En el sistema MBTS no se puede realizar una conexión a tierra, a diferencia de lo que ocurre en el sistema MBTP.
Módulos Compact	Además de los clásicos módulos AS-i según la EMS o E-EMS, también está disponible el tipo "compact", en el cual están integrados en una sola carcasa la electrónica y los pins de contacto con el cable plano. Entre las ventajas destaca una profundidad de instalación considerablemente reducida y la posibilidad de uso en aplicaciones robustas gracias al sellado completo.
Módulos para armarios eléctricos	Dependiendo de las necesidades de espacio en el armario eléctrico o en las cajas de distribución, se han desarrollado diversos tipos de módulos con grado de protección IP 20. Existen módulos planos disponibles con 45 ó 90 mm de ancho o módulos SmartLine con distintos anchos desde 25 ó 50 mm. El montaje se realiza a través de carril DIN, la conexión eléctrica mediante bornes ya sean roscados, con resorte, Combicon o de desplazamiento de aislamiento.
Módulos universales	Los módulos universales, compatibles con los clásicos zócalos, permiten la conexión de detectores y actuadores a través de prensaestopas y bornes con resorte. De este modo, la longitud del cable se puede componer de forma individual.
Módulos (EMS/E-EMS)	Se distingue entre zócalos superiores

	<p>(módulos de usuario) y zócalos inferiores (módulos de acoplamiento). Los zócalos superiores pueden ser activos o pasivos. Establecen la conexión del detector / actuador al módulo de acoplamiento. Los módulos de acoplamiento están disponibles para cable redondo o plano. Establecen la conexión electromecánica entre el cable de bus y el módulo de usuario. Ejemplos de módulos EMS son los ClassicLine, los universales y los AirBox.</p>
Monitor de seguridad	<p>El monitor de seguridad es un componente básico de Safety-at-Work. Sustituye a todos los relés de seguridad convencionales existentes hasta ahora. Mediante contactos de relé guiados se lleva a cabo la integración en el ya existente concepto de seguridad de máquinas.</p>
Montaje rápido	<p>Los módulos ClassicLine para las aplicaciones de campo convencer por su innovadora técnica de montaje. Mediante esta técnica se garantiza un montaje rápido, sin herramientas y, al mismo tiempo, muy seguro.</p>
Normalización EN	<p>La normalización europea de AS-Interface está tipificada en la EN 50295. (Normalización IEC).</p>
Normalización IEC	<p>La IEC (International Electrotechnical Commission – Comisión Electrotécnica Internacional) es un organismo que elabora normas internacionales. El acatamiento de estas normas supone una dificultad que merece la pena superar. Entretanto, AS-Interface ya ha sido tipificada en la norma IEC 62026-2. Este hecho proporciona a los fabricantes una alta seguridad de inversión para futuras creaciones.</p>
Pasarela (acoplador)	<p>Conexión de AS-i a los sistemas de bus de campo superiores, como por ejemplo, Profibus- DP, DeviceNet, Interbus-S o a otras interfaces (por ejemplo, RS-485). En dicho dispositivo se encuentra un maestro AS-i, que está directamente acoplado con la interfaz del nivel superior (por ejemplo el esclavo Profibus-DP).</p>

Perfil	Definición de determinados parámetros de dispositivos para garantizar la compatibilidad entre los distintos fabricantes.
Profibus	Sistema de bus de campo para cantidades de datos más grandes. Son necesarios cables especiales. En comparación con AS-i, la técnica de conexión es más compleja. Existen diversos tipos: Profibus FMS, DP o PA. El Profibus-DP se puede emplear para distancias más largas, por ejemplo, como enlace de la red AS-i. Están disponibles pasarelas apropiadas.
Protección contra cortocircuitos	La mayor parte de los detectores ifm están protegidos contra sobrecorrientes mediante protección sincronizada contra cortocircuitos.
Protección contra tensión parásita	Para evitar mermas de funcionamiento debido a los picos de tensión que pueden ocurrir en casos extremos, recomendamos tender los cables de conexión de los detectores y de los emisores de señales, separados de los demás cables (p.ej. cables del motor, cables magnéticos, cables de las válvulas, etc). En casos especialmente difíciles puede que sea necesario tender cables apantallados.
Puerto de datos	4 bits de información que se actualizan de forma cíclica.
Repetidor	El repetidor se sitúa en cualquiera de las ramas del bus con el fin de amplificar señales. La longitud de la red AS-i aumenta en 100 metros más desde el punto donde está ubicado el repetidor. El número de repetidores en una red es, en principio, arbitrario La única condición es que sólo se pueden conectar como máximo dos repetidores en serie.
Respuesta del esclavo	Respuesta del esclavo a la llamada del maestro, contiene 4 bits de datos útiles.
Safety at Work	Safety-at-Work es la ampliación del sistema AS-Interface en relación a las entradas destinadas a la seguridad. De este modo se posibilita la conexión a AS-i de detectores de seguridad (parada de emergencia, interruptores de puerta, etc) hasta la categoría de control 4 según la EN 954-1.

Servidor web	Un servidor web dispone de información para solicitarla a través de -> Ethernet y el protocolo -> TCP/IP. También es compatible con los protocolos de correo electrónico (POP3) y con la transmisión de datos (FTP). Aunque inicialmente fue desarrollado para la comunicación informática, hoy día están disponibles productos de automatización con servidor web integrado (por ejemplo el Controlador e).
Sistema monomaestro	Solamente un maestro está disponible en la red AS-i. Esto da como resultado tiempos de detección definidos. El sistema monomaestro es especialmente adecuado para las aplicaciones de campo en el sector de la automatización.
Suministro de corriente AS-i	Los datos en serie y la corriente para los esclavos se transmiten al mismo tiempo mediante el cable AS-i. Por este motivo, son necesarias alimentaciones AS-i especiales con desacoplo de datos.
TCP/IP	Protocolo básico para la comunicación en Internet. Partiendo de esta base existen ampliaciones superiores y adecuadas para la industria, como por ejemplo el "Modbus over IP".
Técnica de penetración	Técnica patentada con la que se conecta eléctricamente el cable plano AS-i con los esclavos sin tener que retirar el recubrimiento protector del cable ni utilizar bornes.
Telegrama	Para las diversas funciones del maestro se utiliza una estructura de telegrama unitaria. El telegrama AS-i tiene una estructura optimizada con relación al tiempo. Está compuesto de una llamada del maestro de 14 bits y de una respuesta del esclavo de 7 bits.
Tensión de trabajo	La tensión de trabajo indicada representa el rango de tensión admitido, incluidas las ondas resonantes, en el que está garantizado un funcionamiento seguro.
Tiempo de ciclo	Tiempo que necesita el maestro para realizar la llamada a todos los esclavos.
Toma M12	La conexión estándar de dispositivos en los módulos de campo se realiza a través de la toma M12. Su conexión de pins está

	<p>estandarizada según la norma IEC60947-5-2 como sigue:</p> <p>Pin 1: Alimentación (+) Pin 2: Entrada NC Pin 3: Alimentación (-) Pin 4: Entrada NA</p> <p>Para algunos módulos AS-i existe un puente entre el pin 2 y el pin 4 para poder conectar dispositivos NA y NC, o bien una conexión en Y para la conexión de un detector con dos salidas.</p>
Topología	<p>Estructura básica de los sistemas de bus. La estructura de árbol (AS-i) es la más cómoda de aplicar. Otras topologías son la de anillo, estrella o en línea.</p>
Transmisión de datos acíclica	<p>El maestro transmite los parámetros a cada esclavo una vez por cada ciclo. Esto ocurre durante el encendido o durante el cambio de valores. En este caso, se denomina transmisión de datos acíclica.</p>
Transmisión de datos cíclica (interrogación secuencial cíclica)	<p>Los datos de todos los esclavos se transmiten de forma cíclica (interrogación secuencial). Pasados como máximo 5 milisegundos, se actualizan en el maestro se utilizan esclavos A/B, el tiempo de ciclo se puede prolongar a 10 milisegundos.</p>
Transmisión de valores analógicos	<p>Gracias al desarrollo de un perfil asegurado de transmisión de valores analógicos, la red AS-i también puede transmitir valores analógicos independientemente del tiempo. Este proceso es compatible con los maestros y esclavos ya existentes.</p>
(Puerto) de parámetros	<p>Parámetros de 4 bits que se transmiten de forma acíclica por medio del maestro con el fin de parametrizar y configurar dispositivos.</p>

BIBLIOGRAFIA INTERNET

1. COMUNICACIONES INDUSTRIALES

www.disa.bi.ehu.es/spanish/ftp/material_asignaturas/Laboratorio%20de%20Comunicaciones%20Industriales/Documentaci%F3n/Introducci%F3n%20a%20las%20Comunicaciones%20Industriales

www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT5/busses

www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=28&rank=1

www.neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/RCI.html

www.ats-global.com/es/es/2_formacion-comunicaciones-y-redes/C2_redes-industriales-de-comunicacion-y-datos.html?do=course

2010/02/05

2. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

www.formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/omron/ApuntesASi.pdf

www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT3/plc/PLC.html

www.efn.uncor.edu/departamentos/electrotecnia/cat/eye_archivos/apuntes/a_practico/CAP%209%20Pco.pdf

2010/04/17

REFERENCIAS WEB

3. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIALES

www.emagister.com/redes-automatas-buses-campo-cursos/2534060.htm#programa

www.automaindus.googlepages.com/Tr_ASi_Resumen.pdf

www.santiagoapostol.net/srca/buses/general.pdf

2010/06/29

4. TECNOLOGÍA ASI-BUS

www.pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/Show/544-34574-_34.html

www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/126

www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/125

www.uhu.es/antonio.barragan/print/book/export/html/127

2010/10/13

ANEXOS

ANEXO I

Planificación Inicial

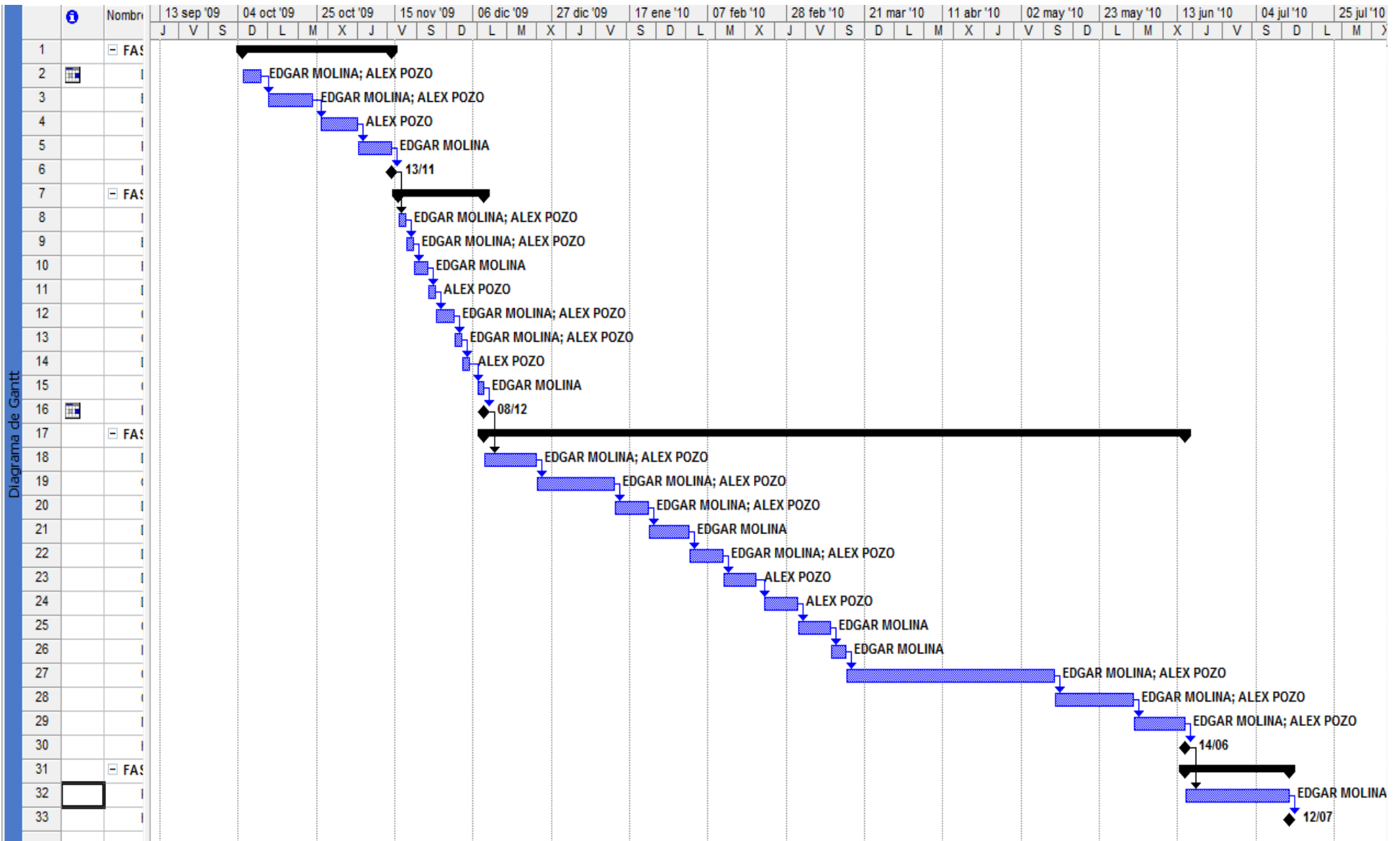
Diagrama de Gantt

		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
1		<input type="checkbox"/> FASE I: PLANIFICACION	30 días	lun 05/10/09	vie 13/11/09		
2		DESCRIPCION DEL SISTEMA	5 días	lun 05/10/09	vie 09/10/09		EDGAR MOLINA; ALEX POZO
3		ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS	10 días	lun 12/10/09	vie 23/10/09	2	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
4		HISTORIAS DE USUARIO	8 días	lun 26/10/09	mié 04/11/09	3	ALEX POZO
5		PLANIFICACION INICIAL	7 días	jue 05/11/09	vie 13/11/09	4	EDGAR MOLINA
6		HITO:FASE DE PLANIFICACION	0 días	vie 13/11/09	vie 13/11/09	5	
7		<input type="checkbox"/> FASE II: SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS AS INTERFACE	17 días	lun 16/11/09	mar 08/12/09		
8		MAESTRO ASI-BUS	2 días	lun 16/11/09	mar 17/11/09	6	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
9		ESCLAVO ASI-BUS	2 días	mié 18/11/09	jue 19/11/09	8	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
10		FUENTE ASI-BUS	2 días	vie 20/11/09	lun 23/11/09	9	EDGAR MOLINA
11		DERIVACION M12	2 días	mar 24/11/09	mié 25/11/09	10	ALEX POZO
12		CABLE AMARILLO	3 días	jue 26/11/09	lun 30/11/09	11	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
13		CABLE NEGRO	2 días	mar 01/12/09	mié 02/12/09	12	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
14		DIRECCIONADOR ASITERV2	2 días	jue 03/12/09	vie 04/12/09	13	ALEX POZO
15		CABLE DEL DIRECCIONADOR	2 días	lun 07/12/09	mar 08/12/09	14	EDGAR MOLINA
16		HITO:FASE SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS AS INTERFAC	0 días	mar 08/12/09	mar 08/12/09	15	
17		<input type="checkbox"/> FASE III: IMPLEMENTACIÓN	134 días	mié 09/12/09	lun 14/06/10		
18		DISEÑO DE LA RED	10 días	mié 09/12/09	mar 22/12/09	16	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
19		GRAFNET	15 días	mié 23/12/09	mar 12/01/10	18	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
20		DIAGRAMAS DE SECUENCIA	7 días	mié 13/01/10	jue 21/01/10	19	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
21		DIAGRAMAS DE COLABORACION	7 días	vie 22/01/10	lun 01/02/10	20	EDGAR MOLINA
22		DIAGRAMAS DE ACTIVIDADES	7 días	mar 02/02/10	mié 10/02/10	21	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
23		DIAGRAMAS DE ESTADOS	7 días	jue 11/02/10	vie 19/02/10	22	ALEX POZO
24		DIAGRAMAS DE DESPLIEGUE	7 días	lun 22/02/10	mar 02/03/10	23	ALEX POZO
25		CONFIGURACION DE LA RED	7 días	mié 03/03/10	jue 11/03/10	24	EDGAR MOLINA
26		INSTALACION TWIDO SUITE	2 días	vie 12/03/10	lun 15/03/10	25	EDGAR MOLINA
27		CONFIGURACIÓN DEL PLC TWD LCDE 40DRF CON TW	40 días	mar 16/03/10	lun 10/05/10	26	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
28		CONFIGURACIÓN DE ESCLAVO CON EL DIRECCIONAL	15 días	mar 11/05/10	lun 31/05/10	27	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
29		MONITOREO DE RED (CONTROL DE RED MEDIANTE LC	10 días	mar 01/06/10	lun 14/06/10	28	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
30		HITO:FASE DE IMPLEMENTACION	0 días	lun 14/06/10	lun 14/06/10	29	
31		<input type="checkbox"/> FASE IV: PRUEBAS	20 días	mar 15/06/10	lun 12/07/10		
32		PRUEBAS HARDWARE/SOFTWARE	20 días	mar 15/06/10	lun 12/07/10	30	EDGAR MOLINA; ALEX POZO
33		HITO:FASE PRUEBAS	0 días	lun 12/07/10	lun 12/07/10	32	

Listo

Microsoft Project - Proyect1

Diagrama de Gantt



ANEXO II

**Demostración de la Hipótesis
Mediante Juicio de Expertos**



ESCUELA SUEPRIOR PÓLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS

Objetivo: La presente encuesta tiene como objetivo la comprobación de la hipótesis de la tesis titulada **“IMPLEMENTACION DE UNA RED INDUSTRIAL BASADO EN ASI-BUS. CASO PRÁCTICO: ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA EIS”**.

Nombre:

Dr. Marco Antonio Haro Medina

Profesión (es):

Doctor en Automatización Industrial

Experiencia docente:

Docente de la facultad de mecánica de la escuela de mantenimiento por alrededor de 19 años y mi área de desempeño está en la instrumentación industrial que prepara al estudiante para que pueda más tarde acoplar la automatización con los instrumentos.

1. ¿Cuál es su criterio sobre la automatización industrial?

La automatización industrial es una evolución de la tecnología que nos permite realizar procesos industriales de una forma rápida eficiente, segura y con altos estándares de calidad.

2. ¿Cuál es su criterio sobre la importancia del uso de sistemas de comunicación en las Industrias?

Actualmente todo proceso que se desee realizar en todas clases de industrias se debe de realizar a través de la comunicación ya sea a través de cualquier medio que permita efectuarla, por esta razón los sistemas de comunicación industriales

son a su la forma eficiente de realizar la comunicación entre procesos en sistemas industriales.

3. ¿Cree Ud. Que mediante la incorporación de redes industriales se mejorará la transmisión de datos y monitoreo de los equipos existentes en una industria y por qué?

La comunicación mejorará notablemente en vista que a través de una red industrial los datos viajan con mayor rapidez y dependiendo el medio que se utilice de forma segura, y por ende el monitoreo de estas redes se las hace de una forma centralizada y verificando su funcionamiento y mejorar tanto la comunicación como el performance de las redes en una industria.

4. ¿Cuál es su criterio acerca de la seguridad en la transmisión de datos, en comparación de redes ASI-BUS y otras redes?

La seguridad que incorpora ASI – BUS en la transmisión de los datos a través de su único cable cumple con los estándares de seguridad, además la forma de transmisión de sus tramas mediante el sistema maestro – esclavo es más seguro, pues es el maestro quien gestiona todo el proceso de transmisión de los datos a través de estas redes; en comparación con otras redes por ejemplo Ethernet el nivel de seguridad depende en su mayor parte del tipo de tecnología utilizada para la realización de la transmisión de sus tramas, las mismas que son mas grandes en comparación con las tramas que son utilizadas en ASI – BUS.

5. ¿Cuál cree Ud. Que son las principales ventajas del uso de una red industrial basada en ASI-BUS?

Minimización de costos de instalación.

Fácil mantenimiento

Fácil acoplación de nuevos equipos en la red, pues ya no es necesario realizar el proceso del cableado hacia el PLC simplemente se adapta sus conectores al esclavo y se lo conecta en el cable amarillo.

Reducción del cableado, y la utilización del mazo de cables hacia el PLC.

Otorgan seguridades físicas que otras tecnologías no las pueden otorgar y se adaptan a lugares de trabajo duro.

6. ¿Qué sugerencias puede dar para la implementación de una red industrial dentro del laboratorio de Automatización de la Escuela de Ingeniería en Sistemas con fines didácticos?

Siempre investigar nuevas tecnologías para el manejo de este tipo de redes, pues como la ciencia y tecnología evoluciona a pasos agigantados, los maestros y alumnos de cada una de las universidades deben estar actualizados acerca de todo este tipo de tecnología que facilitan el trabajo y rindan el conocimiento suficiente y eficaz para las labores de los profesionales futuros.

7. ¿Cuál cree Ud. Que serían las dificultades técnicas que se pueden encontrar en el diseño e implementación de una red industrial?

La realización del cableado de los componentes hacia el PLC.

La configuración de cada uno de sus componentes dependiendo el tipo de red que se encuentre implementando.

Analizar estándares de seguridad industrial al momento de realizar el montaje de la red.

8. ¿A parte de los temas tratados anteriormente conoce Ud. Nuevas tecnologías, estándares, tipo de protocolos, topología de red y materiales que se utilicen en la implementación de una red industrial con ASI-BUS? Describa con Ejemplos.

Dispositivos integrados con tecnología ASI – BUS que pueden ser programados por el maestro de la red, por ejemplo, Pasarelas ASI – BUS.

Las topologías que se maneja son las ya conocidas, línea, estrella y árbol.

Dr. Marco Haro

FIRMA

CI: 180172497-0



LA SUEPRIOR PÓLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS

Objetivo: La presente encuesta tiene como objetivo la comprobación de la hipótesis de la tesis titulada **“IMPLEMENTACION DE UNA RED INDUSTRIAL BASADO EN ASI-BUS. CASO PRÁCTICO: ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA EIS”**.

Nombre:

Ing. Pablo Montalvo

Profesión (es):

Ing. Electromecánico

Ing. Industrial.

Experiencia docente:

Cuenta con 24 años en la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.

1. ¿Cuál es su criterio sobre la automatización industrial?

La mayoría de las industrias se están actualizando por las necesidades tecnológicas y de compatibilidad por lo cual la automatización industrial es indispensable para lograr este avance en las empresas.

2. ¿Cuál es su criterio sobre la importancia del uso de sistemas de comunicación en las Industrias?

Muchos equipos de automatización se pueden conectar entre ellos enviando y recibiendo información por lo cual esta se encuentra en el lugar y momento oportuno para ser utilizada y además se mejora el control industrial.

3. ¿Cree Ud. Que mediante la incorporación de redes industriales se mejorará la transmisión de datos y monitoreo de los equipos existentes en una industria y por qué?

Si se consigue una indudable mejora ya que los datos se transmiten a mayores velocidades y se puede hacer un mejor control de los procesos.

4. ¿Cuál es su criterio acerca de la seguridad en la transmisión de datos, en comparación de redes ASI-BUS y otras redes?

En comparación a otras redes se eliminan las interferencias, se evitan ruidos y son conexiones mucho más sencillas y facilitan el mantenimiento.

5. ¿Cuál cree Ud. Que son las principales ventajas del uso de una red industrial basada en ASI-BUS?

- ✓ Facilidad de conexión.
- ✓ Poca interferencia con ruidos.
- ✓ Longitudes de conexión(Largas distancias)

6. ¿Qué sugerencias puede dar para la implementación de una red industrial dentro del laboratorio de Automatización de la Escuela de Ingeniería en Sistemas con fines didácticos?

- ✓ Los estudiantes estarán actualizados en tecnologías modernas.
- ✓ Mediante esta tesis los alumnos tendrán un lugar para practicar con equipos reales.

7. ¿Cuál cree Ud. Que serían las dificultades técnicas que se pueden encontrar en el diseño e implementación de una red industrial?

- ✓ Costos
- ✓ Proveedores de equipos.
- ✓ Problemas Aduaneros.

8. ¿A parte de los temas tratados anteriormente conoce Ud. Nuevas tecnologías, estándares, tipo de protocolos, topología de red y materiales que se utilicen en la implementación de una red industrial con ASI-BUS? Describa con Ejemplos.

Se puede trabajar con PLCs, sistemas de protección industrial, sensores, pantallas para control entre otros.

Ing. Pablo Montalvo

FIRMA

CI: 180162440-2



**ESCUELA SUEPRIOR PÓLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS**

Objetivo: La presente encuesta tiene como objetivo la comprobación de la hipótesis de la tesis titulada **“IMPLEMENTACION DE UNA RED INDUSTRIAL BASADO EN ASI-BUS. CASO PRÁCTICO: ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA EIS”**.

Nombre:

Ing. Humberto Matheu

Profesión (es):

Ing. Electromecánico.

Experiencia docente:

Cuenta con 26 años de experiencia en la Facultad de Mecánica en la ESPOCH.

1. ¿Cuál es su criterio sobre la automatización industrial?

Permite el ahorro de tiempo al eliminar procesos manuales y aumenta la producción.

2. ¿Cuál es su criterio sobre la importancia del uso de sistemas de comunicación en las Industrias?

Esencialmente aumenta la eficiencia en todo proceso industrial.

3. ¿Cree Ud. Que mediante la incorporación de redes industriales se mejorará la transmisión de datos y monitoreo de los equipos existentes en una industria y por qué?

Indudablemente que se mejora la transmisión de datos porque permite visualizar mejor los procesos.

4. ¿Cuál es su criterio acerca de la seguridad en la transmisión de datos, en comparación de redes ASI-BUS y otras redes?

De la poca experiencia que se tiene la seguridad en la transmisión de datos es elevada se puede considerar un 100%.

5. ¿Cuál cree Ud. Que son las principales ventajas del uso de una red industrial basada en ASI-BUS?

- ✓ Eficiente comunicación
- ✓ Aumento de la productividad.
- ✓ Mejor calidad del producto.

6. ¿Qué sugerencias puede dar para la implementación de una red industrial dentro del laboratorio de Automatización de la Escuela de Ingeniería en Sistemas con fines didácticos?

Se implemente este tipo de tesis y proyectos porque permiten a los egresados hacer tesis prácticas y además se implementa un excelente laboratorio para beneficio de la Escuela.

7. ¿Cuál cree Ud. Que serían las dificultades técnicas que se pueden encontrar en el diseño e implementación de una red industrial?

- ✓ Encontrar todos los equipos y elementos necesarios.
- ✓ Carencia y dificultad en encontrar información y bibliografía sobre el tema.

8. ¿A parte de los temas tratados anteriormente conoce Ud. Nuevas tecnologías, estándares, tipo de protocolos, topología de red y materiales que se utilicen en la implementación de una red industrial con ASI-BUS? Describa con Ejemplos.

No conozco otras tecnologías, pienso que las redes ASI-BUS son las más actuales.

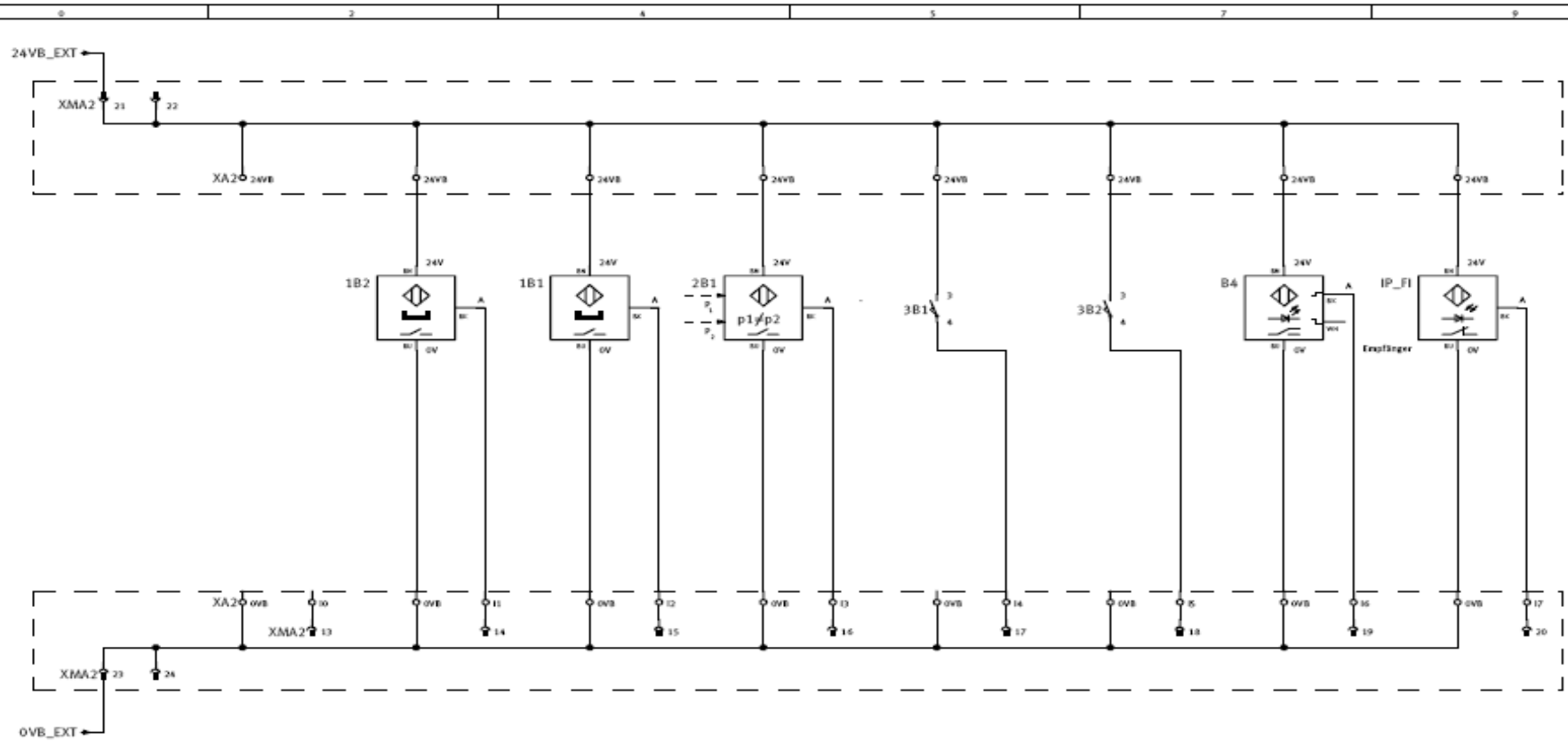
Ing. Humberto Matheu

FIRMA

CI: 170527929-5

ANEXO III
CIRCUITO ELECTRICO
DIAGRAMA PARA LA ESTACIÓN
DE DISTRIBUCION FESTO

Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG



Spannungsversorgung	Ausschiebezylinder ausgefahren	Ausschiebezylinder eingefahren	Werkstück angesaugt	Schwenzylinder in Position Magazin	Schwenzylinder in Position Folgestation	Magazin leer	Folgestation frei
Power supply	Ejecting cylinder extended	Ejecting cylinder retracted	Workpiece gripped	Swivel drive in magazine position	Swivel drive in downstream station pos.	Magazine empty	Downstream station free

cc 3

Date 05.04.06
 Konstr. MBEL
 Certif.
 Festo Didactic GmbH & Co. KG
 Rechenbergstraße 3
 D-73770 Denkendorf



Station Eingänge
 Station inputs

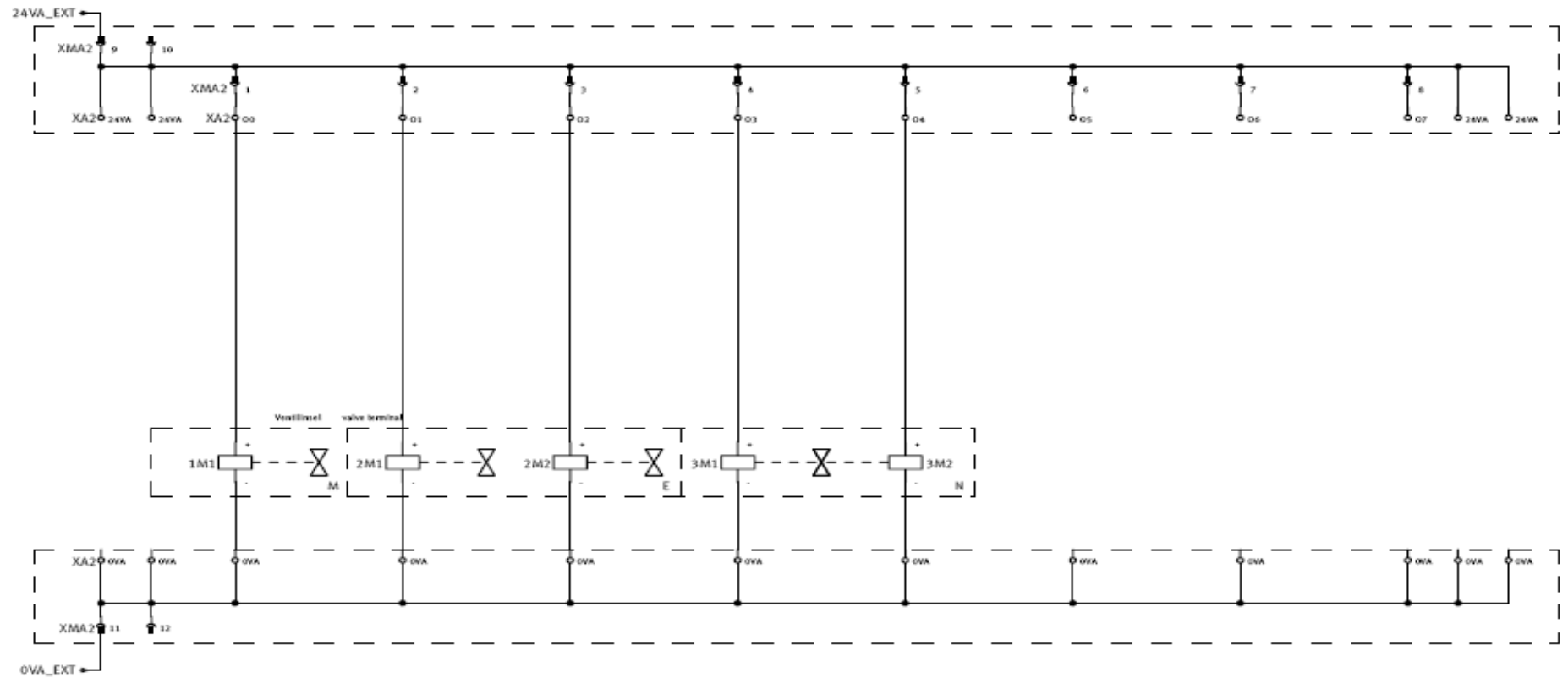
MPS-C
 STATION

Verteilen/Distributing

Pg. 4
 last: 5

5 22

Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG



Spannungsvorsorgung	Ausschiebezylinder Werkstück ausschieben	Vakuum ein	Abwurfimpuls ein	Schwenkzylinder zu Magazin	Schwenkzylinder zu Folgestation
---------------------	--	------------	------------------	----------------------------	---------------------------------

Power supply	Ejecting cylinder push out workpiece	Vacuum on	Ejection impulse on	Swivel drive to magazine	Swivel drive to downstream station
--------------	--------------------------------------	-----------	---------------------	--------------------------	------------------------------------

sc 4

Date	05.04.06	Festo Didactic GmbH & Co. KG Reichbergstraße 3 D-73770 Denkendorf
Konstr.	MBEL	
Certif.		
Drw-No	195780 el.	

FESTO

Station Ausgänge
Station outputs

MPS-C
STATION

Verteilen/Distributing

Pg. 5
last: 5

32

ANEXO IV

**Demostración de la Hipótesis
COMPARACIÓN ENTRE PLC CON
CABLEADO NORMAL Y ASI-BUS**

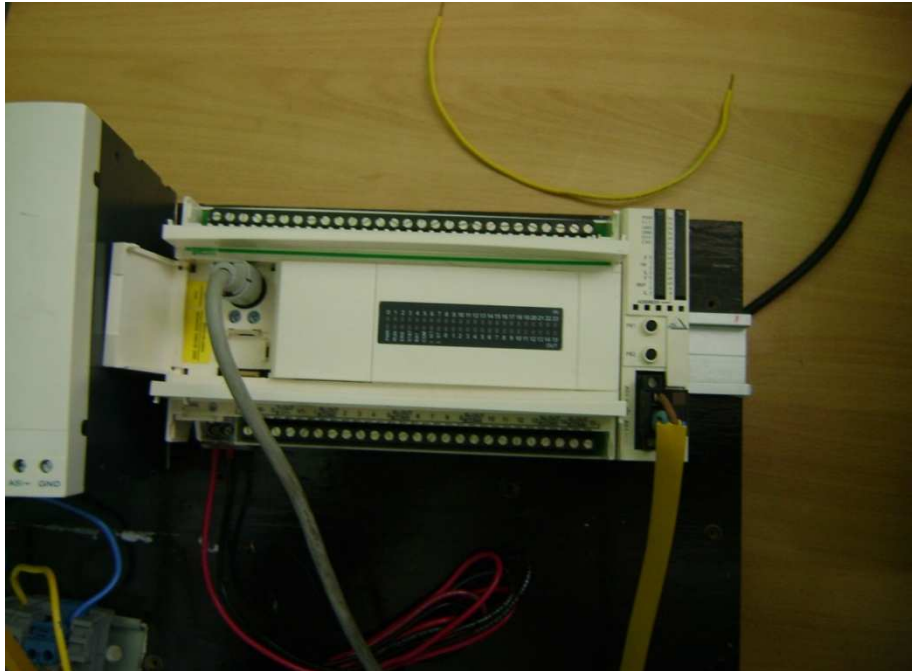
Un PLC necesita una gran cantidad de cableado normalmente como se puede observar a continuación todos los cables amarillos que llegan al PLC en uno de sus extremos.



En la figura anterior se observó únicamente un extremo; en la figura de a continuación se puede apreciar los dos extremos del PLC donde llegan cables amarillos por un lado y rojos por el otro.



Una vez implementada la red ASI-BUS es notable el cambio ya que el PLC llega un solo cable al PLC que es el cable amarillo de transmisión de datos propio de esta tecnología como se puede ver en la siguiente figura dicho cable tiene dos filamentos uno café y uno azul siendo este el único cable que llega al PLC.



La imagen posterior muestra al PLC trabajando con tecnología AS INTERFACE siendo un indudable la reducción del cableado.

