



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

**“DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE UN SISTEMA AS-
INTERFACE PARA EL PROCESO DE LLENADO DE LIQUIDOS”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y
REDES INDUSTRIALES**

Presentado por:

Gabriela Joana Patache Allauca

Riobamba - Ecuador
2013

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los docentes de la Escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales de la ESPOCH, en especial al Ing. Marco Viteri (Director de Tesis) y al Ing. Jorge Paucar (Asesor de Tesis) por todo el apoyo brindado, a toda mi familia, en especial a mi padre y madre; Cesar y Blanca, a mis hermanos, a mi esposo Jorge Cuzco y a mi pequeño hijo Jorge Francisco por su apoyo incondicional, a mis abuelitos, tíos y primos; y a todos mis amigos que de una u otra forma colaboraron para la culminación del presente trabajo de grado.

G.P.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios, por la bondad de él conmigo.

A toda mi familia en especial a mis padres Ing. Cesar Patache y Blanca Allaucaquienes fueron el pilar fundamental para estudiar en todo el trajinar de mi vida, a mis hermanos Ángela, Cesar, Moisés.

El empuje final a mi esposo Jorge Cuzco, y mi pequeño hijo Jorge Francisco.

A mis dos ángeles que desde el cielo me cuidan y protegen que feliz estarán al verme culminando un escalón más de mi vida para ustedes también esta dedicatoria a abuelita Ángela y ñaña Olga, y a todos mis amigos que me apoyaron cuando más necesite.

G.P.

FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA DE TESIS

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
Ing. Paúl Romero Riera DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	_____	_____
Ing. Marco Viteri Barrera DIRECTOR DE TESIS	_____	_____
Ing. Jorge Paucar MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____
Tec. Carlos Rodríguez Carpio DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	_____	_____
NOTA DE LA TESIS	_____	

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

“Yo, Gabriela Joana Patache Allauca, soy la responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

Gabriela Patache A.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTA DE TESIS

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL..... - 17 -

1.2 ANTECEDENTES..... - 17 -

1.2 JUSTIFICACIÓN - 18 -

1.3 OBJETIVOS - 21 -

1.3.1 OBJETIVO GENERAL..... - 21 -

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS - 21 -

1.4 HIPÓTESIS - 21 -

CAPÍTULO II:..... - 22 -

REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL..... - 22 -

2.1 INTRODUCCIÓN - 22 -

2.2 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL Y COMUNICACIÓN INDUSTRIAL - 24 -

2.2.1 Historia de los procesos industriales..... - 25 -

2.2.2 Niveles de una red de comunicación industrial. - 30 -

2.3 SISTEMAS DE TRANSPORTE DE SEÑAL..... - 32 -

2.4 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL..... - 35 -

2.4.1 Niveles de tensión..... - 35 -

2.4.2 Bucle de corriente - 38 -

2.4.3 Señal modulada..... - 40 -

2.5 CONCEPTOS BÁSICOS - 40 -

2.5.1 Modos de transmisión de datos..... - 41 -

2.5.2	Codificación de señales	- 42 -
2.5.3	Protocolos de comunicación	- 43 -
2.5.4	Tipos de redes según forma (topología)	- 44 -
2.5.5	Tipos de redes según extensión	- 50 -
2.5.6	Modelo de referencia OSI.....	- 51 -
2.5.7	Formas de comunicación	- 53 -
2.5.8	Modos de diálogo.....	- 55 -
2.5.9	Relaciones entre estaciones	- 56 -
2.5.10	Entradas y Salidas	- 59 -
2.5.11	Tiempo Real.....	- 60 -
2.5.12	Métodos de acceso al medio	- 62 -
2.5.13	Sistemas deterministas y probabilístico	- 64 -
2.5.14	Interconexión de redes	- 65 -
2.6	COMUNICACIONES MEDIANTE BUSES DE CAMPO	- 68 -
2.6.1	La pirámide de automatización (CIM).....	- 68 -
2.6.2	Requisitos de un bus de campo.....	- 70 -
2.6.3	Buses de campo	- 73 -
CAPÍTULO III:.....		- 77 -
REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL ASi.....		- 77 -
3.1	INTRODUCCIÓN	- 77 -
3.2	HISTORIA Y EVOLUCIÓN.....	- 78 -
3.3	CONCEPTO ASi (Actuator Sensor Interface)	- 79 -
3.4	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	- 80 -
3.5	VENTAJAS DEL SISTEMA ASi	- 81 -
3.6	EL CHIP ASIC	- 82 -
3.7	CAMPOS DE APLICACIÓN SISTEMAS ASI.....	- 84 -
3.7.1.	Para aplicaciones industriales	- 84 -
3.7.2.	Para zonas asépticas y húmedas.....	- 84 -
3.7.3.	Para zonas explosivas	- 84 -
3.7.4	Para aplicaciones de seguridad	- 84 -
3.7.5.	ASInterface como sistema práctico	- 85 -
3.8	COMPONENTES SISTEMAS ASi	- 85 -
3.8.1	Maestro AS- i.....	- 86 -
3.9	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE COMUNICACIÓN HARDWARE	- 89 -
3.9.1	Descripción del Módulo Maestro ASi TWDNOI10M3	- 89 -

3.9.2 Fuente de Alimentación ASi.....	- 94 -
3.9.3 Esclavo AS- i	- 95 -
3.9.4 Cables y Conectores.....	- 100 -
3.9.5 Conexión de sensores/actuadores estándar mediante módulos AS-i	- 104 -
3.9.6 Otros Componentes ASi	- 105 -
3.10 PROPIEDADES DEL SISTEMA ASI Y DATOS CLAVE	- 108 -
3.10.1 Funcionamiento	- 108 -
3.10.2 Características de diseño.....	- 108 -
3.11 OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS ASI.....	- 109 -
3.11.1 Principios de los sistemas ASi	- 109 -
3.11.2 Rol del Master.....	- 110 -
3.11.2 Rol de los Esclavos	- 110 -
3.11.3 Diagrama de un ciclo de ejecución normal ASi.	- 110 -
3.11.4 Fases de operación del Master.....	- 111 -
3.11.5 Codificación de la Señal	- 112 -
3.11.6 Tramas	- 112 -
CAPÍTULO IV:	- 115 -
DISEÑO, SELECCIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA RED ASi.....	- 115 -
4.1 INTRODUCCIÓN	- 115 -
4.2 DISEÑO DE UNA RED ASi.....	- 116 -
4.3 SELECCIÓN DE HARDWARE	- 116 -
4.4 SELECCIÓN DEL SOFTWARE	- 117 -
4.5 CABLEADO DE UNA RED ASi	- 117 -
4.6 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE.....	- 118 -
4.6.1 TwidoSuite versión 2.20	- 118 -
4.6.2 Requisitos del sistema.....	- 118 -
4.6.3 Configuración de una red AS-Interface, con los componentes del hardware..-	119 -
4.7 Configuración de una red AS-Interface, con el software TwidoSuite.....	- 122 -
4.7.1 Selección del Maestro ASi.....	- 122 -
4.7.2 Configuración de Ventana ASi.....	- 122 -
4.7.3 Selección de los Equipos dentro del grupo de perfiles ASi.....	- 123 -
4.7.4 Aplicación de las configuraciones	- 125 -
4.8 DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS	- 126 -
4.8.1 Comparación entre el Cableado Tradicional con la tecnología	- 126 -
CONCLUSIONES	

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AC	Corriente Alterna (alternating current)
AGP	Puerto de Gráficos Acelerados (Accelerated Graphics Port)
AGV	Vehículo de guiado automático.
AI	Entrada Analógica (Analog Input).
ANSI	Instituto Nacional Americano de Normalización (American National Standards Institute)
AO	Salida Analógica (Analog Output).
ASCII	Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información (American Standard Code for Information Interchange)
ASI	Interfaz Actuador Sensor (Actuator Sensor Interface).
ASIC	Circuito Integrado para Aplicaciones Específicas (Application Specific Integrated Circuit)
ATEX	Atmósferas Explosivas
CAN	Controlador de Red de Área (Controller Area Network)
CCITT	Comité Consultivo de Telegrafía y Telefonía (Comité Consultatif International de Telegraphie et Telephonie)
CIM	Manufactura Integrada por Computadora (Computer Integrated Manufacturing)
CMOS	Silicio Complementario de Oxido de Metal (Metal Oxid Silicon Complementary)
CNC	Máquinas de control numérico
CSMA	Acceso Múltiple con Escucha de Portadora (Carrier Sense Multiple Access)
CSMA/CD	Acceso Múltiple con Escucha de Portadora y Detección de Colisiones (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
DC	Corriente Directa (direct current)
DCE	Equipo de Comunicación de datos (Data Communication Equipment)
DI	Entrada Digital (Digital Input).
DO	Salida Digital (Digital Output).
DP	Periféricos Descentralizados (Decentralized Peripherals).
DTE	Equipo Terminal de datos (Data Terminal Equipment)
E/S	Entrada/salida
EIA	Asociación de Industrias Electrónicas (Electronic Industries Association)
EMC	Compatibilidad Electromagnética (Electromagnetic Compatibility)
EN	Norma Europea (European Norm)
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Ethernet/IP	Protocolo Industrial Ethernet (Ethernet/Industrial Protocol)
FDDI	Interfaz de Datos Distribuida por Fibra (Fiber Distributed Data Interface)
FIE	Facultad de Informática y Electrónica
FMS	Mensaje de Especificación Fieldbus (Fieldbus Message Specification)
FO	Fibra Óptica

FTP	Par Trenzado con Blindaje Global (FoiledTwistedPair):
GPIB	Bus interfaz de propósito general (General Purpose Interface Bus)
I/O	Entrada / Salida(Input / Output)
IBM	Negocio Internacional de Máquinas (International Business Machines)
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional (International ElectrotechnicalCommission)
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos(Institute of Electrical and ElectronicEngineers)
INMARSAT	Organización Internacional de Telecomunicaciones Marítimas Satelitales (International MaritimeSatelliteOrganization)
IPX/SPX	Intercambio de Paquetes Entre Redes/ Intercambio de Paquetes en Secuencia (InternetworkPacket Exchange/SequencedPacket Exchange)
ISA	Arquitectura Estándar de la Industria (Industry Standard Architecture)
ISO	Organización Internacional de Normalización (Internacional StandardsOrganization)
LAN	Red de Área Local (Local Area Network).
MAN	Red de Área Metropolitana (MetropolitanArea Network).
MBTP	Muy Baja Tensión de Protección
MBTS	Muy Baja Tensión de Seguridad
MPI	Interfaz de Paso de Mensajes (MessagePassing Interface)
MTBF	TiempoMedio Entre Fallas (Medium Time Between Fails)
MTTR	Tiempo Medio Para Reparar (Medium Time ToRepair)
NetBEUI	Interfaz extendida de usuario de NetBIOS (NetBIOS Extended User Interface)
OSI	Modelo de interconexión de sistemas abiertos (Open SystemInterconnection)
PA	Automatización de Procesos(ProcessAutomation)
PC	Ordenador Personal (Personal Computer)
PCI	Interconexión de Componentes Periféricos (PeripheralComponentInterconnect)
PID	Proporcional Integral Derivativo
PLC	Controlador Lógico Programable (ProgrammableLogicController)
PLL	Lazos Enganchados en Fase (PhaseLockedLoop)
PROFIBUS	Bus de Procesos de Campo (PROcessFIeld BUS)
STP	Par Trenzado Blindado (ShieldedTwistedPair)
TCP/IP	Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
TDMA	Multiplexación Por División De Tiempo (Time DivisionMultiple Access)
TTL	Lógica Transistor A Transistor (Transistor TransistorLogic)
UTP	Par Trenzado No Blindado (UnshieldedTwistedPair)
VCO	Oscilador Controlado por Tensión (VoltageControlledOscillators)
WAN	Red de Área Extensa(WideArea Network)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1 Jerarquía de Buses de Campo	20
Figura II.2 Dispositivos de comunicación actuales	24
Figura II.3 Control Centralizado	29
Figura II.4 Control Distribuido	31
Figura II.5 Control Industrial. a) Sin utilización de buses de campo. b) Con buses de campo	32
Figura II.6 Principio de tratamiento de señales balanceadas	38
Figura II.7 Bucle analógico de corriente	40
Figura II.8 Codificación Manchester	43
Figura II.9 Componentes de un enlace de datos	44
Figura II.10 Estructura de una red en forma de punto a punto	46
Figura II.11 Estructura de una red en forma de bus	47
Figura II.12 Estructura de una red en forma de árbol	48
Figura II.13 Estructura de una red en forma de anillo	49
Figura II.14 Estructura de una red en forma de estrella	50
Figura II.15 Niveles OSI	52
Figura II.16 Tiempo de ciclo	61
Figura II.17 Pirámide de la automatización CIM	70
Figura III.18 Ubicación de Asi en la Pirámide de automatización	79
Figura III.19 Comparativa gráfica entre el sistema convencional y con Asi	83
Figura III.20 Chip ASIC	83
Figura III.21 Diferentes localizaciones del ASIC	84
Figura III.22 Componentes sistemas Asi	86
Figura III.23 Formas de Integración del maestro Asi	88
Figura III. 24 Módulo Maestro Asi Twdnol10m3	91
Figura III.25 Dimensiones módulo TWD NOI 10M3	94
Figura III.26 Diagrama de bloques de una fuente Asi	95
Figura III.27 ASI ABL M3024 y su esquema	95
Figura III.28 El direccionamiento extendido o A/B	97
Figura III.29 Descripción esclavos ASI 67F	100
Figura III.30 Ejemplo de conexión en módulo de 4 vías	101
Figura III.31 Dimensiones cable Asi	101
Figura III.32 Conexión cable Asi	102
Figura III.33 Distancia red Asi sin elementos de expansión	103
Figura III.34 Distancia red Asi con repetidores	104
Figura III.35 Conectores para esclavos Asi	104
Figura III.36 Conexión Sensor de dos hilos	105
Figura III.37 Conexión Sensor de tres hilos	105
Figura III.38 Conexión Sensor antivalente	106
Figura III.39 Conexión Actuador estándar	106
Figura III.40 Direccionador ASI TERV2	107

Figura III.41 Ejemplo de direccionamiento de un esclavo ASi	108
Figura III.42 Ciclo de ejecución Asi	111
Figura III.43 Fases de operación del Master	112
Figura III.44 Codificación de la señal	113
Figura III.45 Comunicación entre el maestro y el esclavo	114
Figura III.46 Elementos de una transacción	114
Figura IV.47 Cableado de una Red Asi	118
Figura IV.48 Ubicación del maestro ASi en la tesis	120
Figura IV.49 Dirección de maestro ASi hacia el PLC	121
Figura IV.50 Ubicación de maestro ASi en el PLC	121
Figura IV.51 Ubicación del esclavo ASi en la tesis	122
Figura IV.52 Ubicación de la fuente ASi en la tesis	123
Figura IV.53 Selección del Maestro Asi	124
Figura IV.54 Configuración de Ventana Asi	125
Figura IV.55 Selección de los Equipos dentro del grupo de perfiles Asi	126
Figura IV.56 Aplicación de las configuraciones	127
Figura IV.57 Modulo del proceso del llenado de líquido con tecnología ASi	128
Figura IV.58 Funcionamiento del sistema de envasado con el cableado tradicional	129
Figura IV.59 Funcionamiento del sistema de envasado con la tecnología Asi	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.I Valores comparativos entre una red de ordenadores y un detector de proximidad	25
Tabla II.II Resumen de niveles de tensión	39
Tabla II.III Protocolos y comunicación	58
Tabla III.IV Tipos de perfiles maestros Asi	89
Tabla III.V Elementos de módulo maestro Asi TWDNOL103	91
Tabla III.VI Características módulo TWD NOI 10M3	92
Tabla III.VII Características esclavos ASI 67F	99
Tabla III.VIII Tipos de cables perfilados según su aplicación	103
Tabla III.IX Características Direccionador Asi TERV2	108
Tabla IV.X Requisitos de hardware TwidoSuite	119
Tabla IV.XI Requisitos de software TwidoSuite	120

INTRODUCCIÓN

Desde siempre, el hombre ha intentado hacer su vida más fácil y cómoda. Este fenómeno es lo que podemos llamar la “evolución tecnológica” y que en estos últimos siglos ha sido espectacular si comparamos con etapas anteriores.

Por lo que cada vez es más necesario disponer de dispositivos para realizar el control o la supervisión remota, tanto de procesos de fabricación, como de almacenamiento o distribución. Los sistemas o redes de comunicación empleados en entornos industriales se encuentran sometidos a una problemática específica que condiciona enormemente su diseño y las diferencias de las redes de datos o redes ofimáticas.

Las soluciones de automatización se pueden realizar con menos trabajo. Nuevas libertades permiten reaccionar de forma más flexible y rápida a las nuevas exigencias del mercado. Las instalaciones se pueden ampliar o modificar fácilmente sin necesidad de interrumpir el funcionamiento

El desarrollo de los microprocesadores, microcontroladores y los controladores lógicos programables (PLCs) dio lugar a la aparición del control distribuido. En este tipo de esquema, un PLC o un microprocesador controla una o más variables del sistema realizando un control directo de las mismas. Estos equipos de control local se comunican con otros elementos de su nivel y con el nivel superior de supervisión. El fallo de un elemento del nivel superior no compromete necesariamente el funcionamiento de los equipos de control local, minimizando su incidencia en el sistema.

Además, la aparición de sensores inteligentes y elementos programables (máquinas de control numérico, PLCs, Robots, etc) que favorecen la automatización y flexibilizan el proceso productivo, demanda la necesidad de permitir su programación y control de forma remota.

AS-Interface (AS-i), es un sencillo y eficaz sistema de bus de campo. Por un lado, como bus abierto y preparado para la integración en cualquier plataforma permite la transmisión de señales digitales y analógicas relacionadas con el proceso y la maquinaria. Por otro lado, constituye una interfaz universal entre sencillos actuadores y sensores binarios, así como entre los distintos niveles del control central. Lo mejor de esto: el sistema AS-Interface se caracteriza por un alto grado de sencillez y efectividad, siendo por lejos el más económico frente a otros sistemas de bus. Por lo tanto, no es de extrañar que AS-Interface se haya convertido en el estándar más extendido en la automatización industrial. No sólo es sumamente fácil de manejar y de rápida instalación, sino que también es especialmente flexible para futuras actualizaciones, y extremadamente robusto, incluso en las condiciones más adversas.

El laboratorio de Automatización Industrial de la FIE de la ESPOCH cuenta con un sistema de llenado de líquidos, el mismo que se empleará para el diseño, dimensionamiento y selección de un sistema AS-Interface y poder así notar las funcionalidades y ventajas de este tipo de tecnología respecto a la lógica tradicional de cableado.

La presente tesis está estructurada en 4 capítulos, el *Capítulo I* da una narración sobre el propósito y justificación de la tesis, el *Capítulo II* proporciona una introducción, nociones y conceptos básicos y generales acerca de las Redes de Comunicación Industriales, lo cual servirá para la comprensión de aspectos de comunicación y su aplicación dentro del campo industrial; el *Capítulo III* presenta el estudio en lo que se refiere a Redes de Comunicación Industrial Asi, y finalmente en el *Capítulo IV* se dará a conocer lo que se realizó en el diseño, dimensionamiento y selección de la red industrial basado en el estándar Asi, y su aplicación en el proceso de llenado de líquidos del Laboratorio de Automatización Industrial FIE de la ESPOCH.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.2 ANTECEDENTES

El aumento de la competencia y la presión sobre los precios que afecta todas las áreas de producción y proceso obliga a la máxima explotación, entre otros, de los recursos técnicos. Entre los recursos más destacados los buses de campo.

Un bus de campo es un término genérico que describe un conjunto de redes de comunicación para uso industrial, por lo que 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 coste bajo. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de autodiagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus.

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

La tarea principal es reemplazar los sistemas de control centralizados por redes para control distribuido con la finalidad de mejorar la calidad del producto, reducir costes 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.

Sin lugar a dudas, los buses de campo han demostrado ser una herramienta muy eficaz en los procesos de automatización, reduciendo los tiempos de puesta en marcha, modificación y mantenimiento de sistemas automáticos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Saber sobre la variedad de sistemas de transmisión de datos en redes industriales, especialmente los buses de campo ASI-BUS; ya que estos nos permiten tener la implementación de los sistemas automatizados de forma rápida y sencilla.

Desde el punto de vista empresarial, la necesidad de comunicación no se restringe sólo a la producción. Otros departamentos también pueden participar en la red de comunicaciones para permitir un control global del sistema. De este modo no solo se controlaría el propio funcionamiento de la planta de fabricación, sino que en función de las decisiones tomadas en las etapas administrativas de la empresa, podría actuarse

directamente sobre la producción. Se establece un sistema de control jerarquizado como el que representa la figura.



Figura II.1 Jerarquía de los buses de Campo¹

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

La interconexión de los componentes de planta mediante redes industriales de buses de campobasado en el estándar ASies una opción mucho más rentable debido a que:

- Los mazos de cable que abarrotan los canales pasacables se ven considerablemente reducidos, o incluso eliminados. La interconexión de equipos, ya sea elementos de campo (sensores, actuadores) o elementos de control (PLC, reguladores) se realiza mediante el mismo cable de bus.
- Los elementos pueden situarse fácilmente en cualquier ubicación y conectarse mediante el cable de bus, proporcionando una estructura de comunicaciones ideal para aplicar los conceptos de racionalización y competitividad actuales.
- La etapa de diseño y planificación también se beneficia del bus de campo; la identificación de elementos es más simple, no es necesario identificar tantos componentes dentro de un esquema (mangueras, hilos, borneros, elementos de

¹Fuente: <http://www.isa.uniovi.es/docencia/redes/Apuntes/tema9.pdf>

interconexión, convertidores de señales), y además se reducen las dimensiones de los armarios y cajas de conexión.

- Las tareas de autodiagnóstico pueden mostrarse de manera amigable para el operador, reduciendo el tiempo de mantenimiento o parada.
- Los protocolos de transmisión tienen rutinas de detección y corrección de errores, aumentando la fiabilidad y eficiencia de las comunicaciones.
- La estandarización permite que un integrador pueda escoger dispositivos de múltiples fabricantes.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar, dimensionar y seleccionar un sistema AS-Interface para el proceso de llenado de líquidos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las características, topologías y componentes de redes industriales basadas en el estándar ASi.
- Estudiar y seleccionar los dispositivos necesarios en la implementación de la red industrial ASi.
- Implementar una red industrial ASi para el Laboratorio de automatización Industrial FIE para el proceso de paletizado.
- Comprender los aspectos de programación de ASI – BUS para realizar la configuración del funcionamiento de la red industrial ASi.

1.4 HIPÓTESIS

El análisis e implementación de un prototipo de red industrial mediante el estándar ASi permitirá optimizar las comunicaciones entre sensores y actuadores a nivel de campo en el proceso de llenado de líquidos del Laboratorio de automatización industrial FIE.

CAPÍTULO II: REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

2.1 INTRODUCCIÓN

En un proceso automatizado, la obtención y tratamiento de la información obliga a diseñar una infraestructura de comunicaciones, con distintos niveles de funcionalidad, que complete las particularidades de cada una de las zonas donde aquella se requiere.

En este capítulo se presenta las pautas que han incidido en la evolución de las comunicaciones industriales utilizadas en el control de procesos industriales la empresa debe hacer frente, entre otros, a un reto importante: el producto fabricado debe ser homogéneo, de características similares e idénticas prestaciones y coste. El reto es insuperable si la empresa no aborda con eficacia la automatización de sus procesos productivos.

Es posible que la invención del teléfono pudo ser una de las bases importantes sobre las que han ido desfilando los diferentes sistemas con los que hoy contamos, pero fue con la aparición de los ordenadores personales con lo que se empezaron a notar cómo las comunicaciones iniciaban un proceso de cambio total tanto en su concepción como en sus aplicaciones. Esto es debido a la utilización de la tecnología digital.

Si nos situamos en nuestros días, ¿Quién no utiliza un teléfono móvil?, o ¿existe alguna persona que no haya escuchado hablar de Internet?, ¿hay algún joven estudiante que no

se relacione con otras personas del planeta mediante correos electrónicos?, etc. Todo esto nos hace ver una evolución continua y constante cuyos límites se desconocen. Tecnologías como bluetooth, wifi, GPRS, etc. Son algunos de los últimos sistemas de comunicaciones aplicados a dispositivos que la mayoría de personas utilizan en la actualidad.

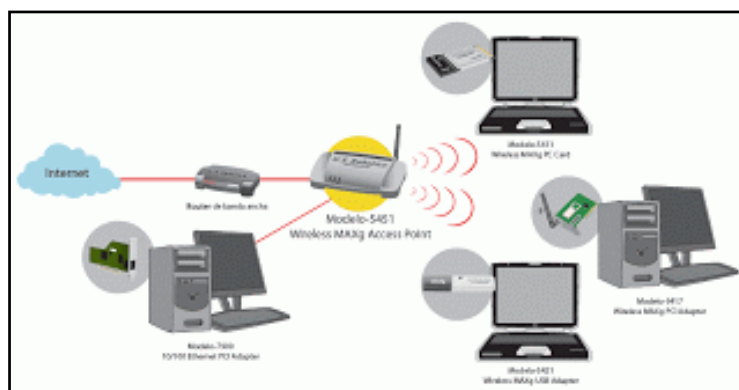


Figura II.2 Dispositivos de comunicaciones actuales²

En la industria moderna, las comunicaciones de datos entre diferentes sistemas, procesos e instalaciones suponen uno de los pilares fundamentales para que se encuentre en un nivel de competitividad exigida dentro de los procesos productivos actuales.

En un sistema de comunicación de datos industrial es tanto más exigente cuanto más cerca del proceso nos encontramos. Si realizamos una comparativa entre tres de las principales características que determinan la aplicación de las diferentes redes de comunicación, como son:

- Volumen de datos: cantidad de datos que viajan por la red en cada envío.
- Velocidad de transmisión: velocidad a la que viajan los datos por la red.
- Velocidad de respuesta: velocidad que hay entre el momento de dar la orden y la respuesta del dispositivo.

²Fuente: <http://senadim24h.blogspot.com/2012/08/dispositivos-de-comunicacion.html>

Observamos en la siguiente tabla cuáles serían sus valores en comparación entre una red de ordenadores y un detector de proximidad de acuerdo a elVolumen de datos, la Velocidad de transmisión y la Velocidad de respuesta:

Tabla II.III Valores comparativos entre una red de ordenadores y un detector de proximidad³

	Volumen de datos	Velocidad de transmisión	Velocidad de respuesta	Aplicación
Red de ordenadores	Elevado	Elevado	Bajo	Lectura de datos
Detector de proximidad	Muy bajo	Bajo	Instantánea	Sistema de seguridad

Si tratamos el ejemplo expuesto en la anterior tabla dándole una aplicación, es posible que nos aclare más estas tres características. Si queremos comunicar un proceso industrial con la red de ordenadores, estos ordenadores podrían ser utilizados para la lectura de bases de datos en donde se refleja el estado actual de la producción. En este caso la velocidad de respuesta es baja, ya que se debe tener en cuenta el trafico de datos por esa red, en este caso los datos llegaran al sistema de destino con algún segundo de retardo, lo que no va a provocar ninguna disfunción en el sistema productivo, mientras que un cuando un detector de proximidad cambie de estado la respuesta en el equipo de control, por ejemplo un autómatas programable, hade ser inmediata, algún milisegundo de retardo a lo sumo.

2.2 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL Y COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Los procesos industriales son la parte central de los sistemas de fabricación. En ellos se realiza una interacción entre materiales, energía e información con el fin de producir

³**Fuente:** GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 8

productos de consumo que tengan un valor añadido. Que el resultado sea competitivo depende de la correcta gestión de estos flujos.

Para extraer el máximo beneficio se recurre a la descomposición del conjunto del proceso industrial en partes coherentes, dentro de un modelo jerárquico, que representan los distintos aspectos de la producción. El estudio de cada una de estas partes, su optimización y sincronización con el resto es fundamental para obtener fábricas cada vez más eficientes y productivas.

2.2.1 Historia de los procesos industriales

Revolución Industrial: En el siglo XVIII, y a fin de complementar la labor manual de los trabajadores, aparecieron métodos de soporte a la fabricación de bienes en los cuales se aprovechaba la energía procedente de fuentes hidráulicas y térmicas para multiplicar la productividad. Asimismo, se sentaron las bases teóricas del control retroactivo con objeto de controlar la energía y obtener repetitividad en las operaciones de las fábricas.

El regulador centrífugo de Watt y los trabajos teóricos de Maxwell permitieron disponer de energía mecánica suficiente para mover desde telares a locomotoras. Las aplicaciones de este periodo se reducían al control (regulación y estabilidad) de variables tales como temperatura, presión, nivel de fluidos y velocidad de máquinas rotativas.

Fabricación en cadena: A finales del siglo XIX los procesos productivos mejoraron gracias a la división y especialización de tareas repetitivas y sincronizadas (el ejemplo paradigmático es la fábrica Ford). La fabricación del bien se divide en diversas etapas, desde la entrada de materias primas hasta la salida del producto final. Como consecuencia del proceso hacen su aparición los almacenes de productos auxiliares intermedios y su correspondiente gestión.

Secuenciación: A medida que se van diseñando nuevas máquinas para facilitar el trabajo de los operarios, empieza a crecer el uso de los sistemas eléctricos y electromecánicos para crear secuenciadores que permiten a las máquinas realizar secuencias de operaciones repetitivas.

Introducción de los ordenadores y robots: La introducción de los ordenadores en las máquinas industriales permite que éstas adquieran una mayor flexibilidad al poderse programar para realizar tareas más complejas y variables. Los robots son máquinas industriales programables. De hecho, y desde hace unos 15 años, para medir la capacidad de innovación productiva de un país, uno de los indicadores empleados es la dimensión del parque de robots instalados en sus fábricas.

Islas de fabricación: A finales de los 1970, y dado que las máquinas industriales ya disponían de ordenadores, se empezó a aprovechar su capacidad de comunicación para integrar todos los elementos de la producción y se acuñó el término CIM.

Los ordenadores se convirtieron en el punto central de las células de fabricación de manera que cada célula controlada por un ordenador pasó a realizar un conjunto de operaciones especializadas (células de soldadura, de pintura, de mecanizado, de montaje,...). Se crearon así las llamadas “islas” de automatización de la fabricación en las que las máquinas intercambian señales, principalmente desincronización.

Estandarización: Hacia 1980 la General Motors constató que el coste de interconectar los ordenadores de las máquinas era comparable al propio coste de las máquinas puesto que había que diseñar subsistemas de comunicación a partir de entradas y salidas digitales o, en el mejor de los casos, de canales RS232. Cada fabricante seguía sus propios criterios, diseños y nomenclaturas, casi nunca compatibles con los otros fabricantes, lo que provocaba confusión entre los usuarios y aumentaba la complejidad a la hora de interconectar los diferentes equipos. Por ello, y como resultado de acuerdos entre fabricantes, usuarios e instituciones de normalización, se impulsó la definición de unos estándares para facilitar la interconexión de las máquinas y el intercambio de información de alto nivel, además de las señales de sincronización.

Situación actual: Actualmente la fabricación no sólo obtiene productos mediante el control de la materia y de la energía sino también mediante el control de la información.

Hoy en día ya no se concibe que una fábrica no esté totalmente interconectada a nivel de máquinas, dispositivos de campo, células, almacenes, gestión, facturación, compras, ventas, servicio post-venta y mantenimiento

Por lo que desde la primera máquina automatizada a base de componentes electromecánicos, hasta las grandes instalaciones compuestas por multitud de máquinas trabajando coordinadamente, ha habido siempre un denominador común, en mayor parte o menor medida: la relación de la máquina con su entorno.

Una máquina aislada no deja de necesitar información de su entorno para poder trabajar correctamente (finales de carrea, detectores, sistemas de medida, etc.).

Estamos inmersos en un mundo en que todo, o casi todo, se basa en la electricidad, por tanto, la forma más cómoda para transmitir una señal desde un sensor a una máquina será mediante una señal eléctrica transmitida por un cable que una sensor y elemento de control.

En cuanto empezamos a utilizar señales en un sistema o máquina, será necesario coordinar los diferentes componentes para poder obtener un resultado productivo. Al agrupar varias máquinas para realizar un trabajo determinado, éstas deben coordinarse para conseguir un resultado fruto de ese agrupamiento.

Hasta los años 60, el control industrial se venía realizando mediante lógica cableada a base de relés electromecánicos. Desde entonces, el desarrollo de la electrónica ha hecho posible la implantación de los dispositivos con microprocesador, también llamados Automatas Programables o Controladores Lógicos (PLCs).

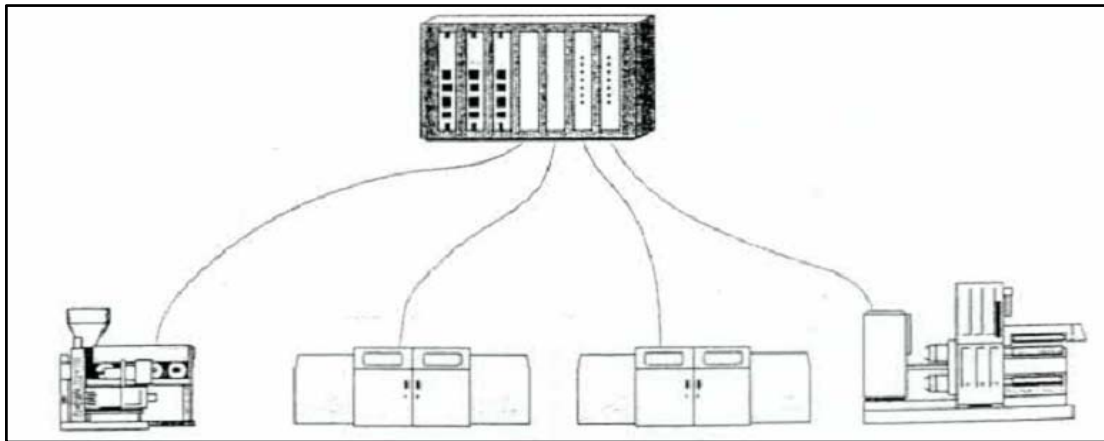
Esta transformación permitió a los diseñadores e integradores de sistemas llegar a unas cotas de flexibilidad y productividad impensables hasta la fecha.

En una primera etapa, todas las señales de control de un sistema se guiaban mediante cables entre la máquina y el armario donde se localizaban los componentes de mando (armario eléctrico).

Si en vez de una máquina tenemos varias, el tema se complica; aparecen fenómenos de interferencias, caídas de tensión, las canales de distribución eléctrica, repletas de mangueras que transportan energía y señales entre las máquinas y el armario de control, se tienen que cerrar de una forma forzada.

Cuando la máquina alcanza una determinada medida, el volumen de cableado y su complejidad empiezan a ser considerables, con todo lo que esto implica: mano de obra, mayor cantidad de material, menor tiempo entre fallos.

El concepto anterior es, a grandes rasgos, lo que se conoce como Control Centralizado; todos los mensajes y las órdenes tienen un punto focal único.



FiguraII.3 Control Centralizado⁴

La necesidad de simplificar las instalaciones y de reducir los costes de mantenimiento de las mismas dio lugar a que sistemas de producción complejos se dividiesen en subsistemas más sencillos, dedicados a tareas específicas y gobernados por controladores propios.

La aparición de los autómatas programables (PLC, ProgrammableLogicControllers) permitió reducir en gran medida la cantidad de material necesario para conseguir controlar una máquina; los controles se programan en su interior y las modificaciones

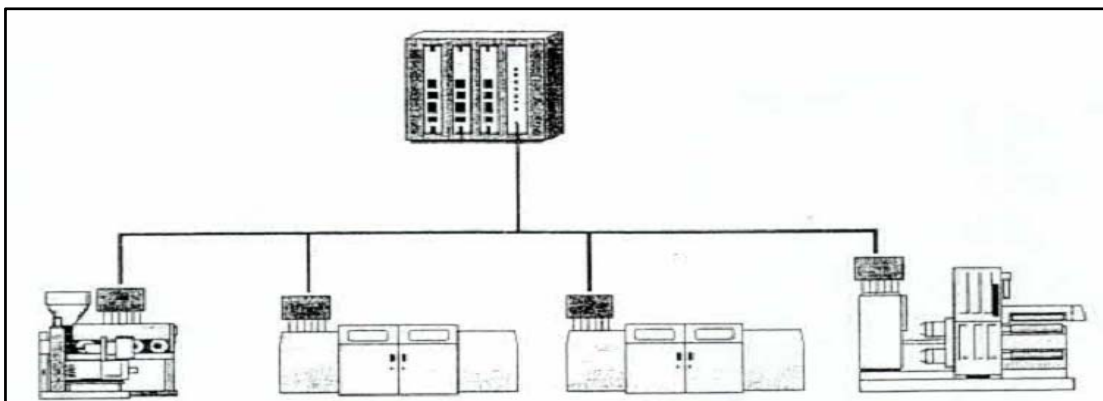
⁴Fuente:RODRÍGUEZ, A., Sistemas SCADA., 2da. Ed., Barcelona-España., Marcombo, S.A., 2007., pág. 253

de funcionamiento no significan necesariamente cambios físicos y, además, el tiempo necesario para el mantenimiento se reduce.

Las señales entre periferia y control, inicialmente de tipo analógico y de punto a punto, gracias al desarrollo de la electrónica digital y el auge de los microprocesadores, se convierten, dentro del mismo elemento de campo, en un conjunto de señales capaces de transportar esa información mediante un único medio de transmisión (bus de campo) gracias a un Protocolo de comunicación, y que permite que esa señal pueda hacerse llegar donde interese.

La posibilidad de conectar los autómatas ente sí, además, permitió eliminar casi todo el cableado de control entre máquinas, quedando solamente una línea de comunicación entre ellas, a través de la cual se podía coordinar el funcionamiento de todos los componentes de un sistema. Otras de las ventajas fueron la posibilidad de la programación a distancia, supervisión remota.

Estas líneas de comunicación son lo que llamamos Buses de Campo. Permiten unir todos los elementos de control necesarios de forma que puedan intercambiar mensajes entre ellos. Esta idea se conoce como control Distribuido; un sistema complejo se divide en subsistemas autónomos con control propio, que se integran gracias a un sistema de comunicaciones común.



FiguraII.4 Control Distribuido⁵

⁵Fuente:RODRÍGUEZ, A., Sistemas SCADA., 2da. Ed., Barcelona-España., Marcombo, S.A., 2007., pág. 255

Además, toda la información generada puede almacenarse en base de datos y ser accesible a cualquier nivel dentro del organigrama de la empresa, permitiendo plantear y evaluar estrategias de manera integral de elementos productivos, dentro de los cuales se integran elementos tales como datos de procesos productivos, recursos humanos, tecnologías, logística, etc., creándose un nuevo tipo de estructura de producción: el sistema CIM.

Todo esto es posible gracias a que se han determinado toda una serie de reglas para realizar el intercambio de información: el lenguaje debe ser explícito, sin ambigüedades. El vocabulario debe ser conocido por todos los interlocutores, y las normas de cortesía deben respetarse a rajatabla.

El responsable de esta normalización es la ISO (Internacional Standards Organization), que ha definido toda una serie de normas en el modelo OSI (Open Standards Interconnection).

2.2.2 Niveles de una red de comunicación industrial.

Las comunicaciones a este nivel deben poseer unas características particulares para responder a las necesidades de intercomunicación en tiempo real que deben producir y ser capaces de resistir un ambiente hostil donde existe gran cantidad de rudo electromagnético y condiciones ambientales duras.

En el uso de comunicaciones industriales se puede separar dos áreas principales, una comunicación a través de campo y una comunicación hacia el SCADA. En ambos casos la transmisión de datos se realiza en tiempo real o por lo menos con una demora que no es significativa respecto de los tiempos del proceso, pudiendo ser crítico para el nivel de campo.

Según el entorno donde van a ser instaladas, en un ámbito industrial existen varios tipos de red.

Red de Factoría: Para redes de oficina, contabilidad y administración, almacén, etc. El volumen de información intercambiada es muy alto y los tiempos de respuesta no son críticos.

Red de planta: Para interconectar módulos y células de fabricación entre si y con departamentos como diseño o planificación, suele emplearse para el enlace entre las funciones de ingeniería y planificación con las de control de producción de planta y secuenciamiento de operaciones. Como ejemplo se tiene la transmisión a un sistema de control numérico del programa de mecanizado elaborado en el departamento de diseño CAD/CAM. Estas redes deben manejar mensajes de cualquier tamaño, gestionar eficazmente errores de transmisión (detectar y corregir), cubrir áreas extensas (puede llegar a varios kilómetros), gestionar mensajes como prioridades (gestión de emergencia frente a transferencia de ficheros CAD/CAM) y disponer de un amplia ancho de banda para admitir datos de otra sub redescómo puede ser voz, video, etc.

Red de célula: Para interconectar dispositivos de fabricación que operan de modo secuencial como Robots, Máquinas de control numérico (CNC), autómatas programables (PLC), Vehículos de guiado automático (AGV)

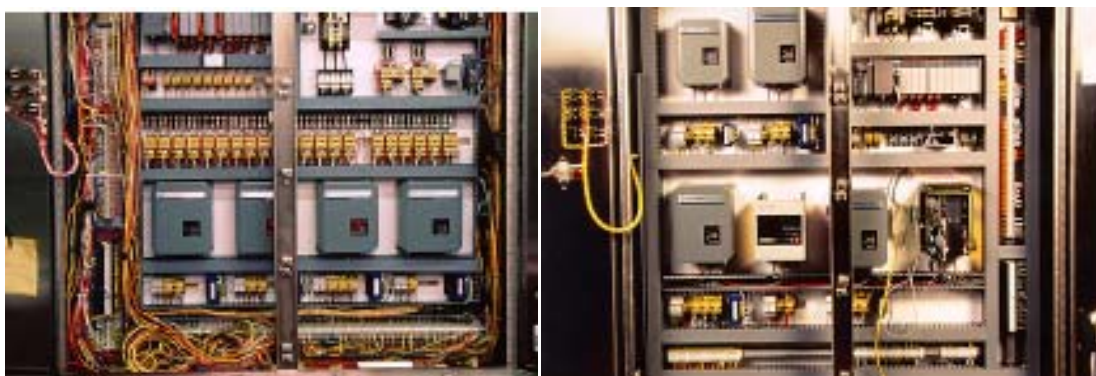


Figura II.5Control Industrial. a) Sin utilización de buses de campo. b) Con buses de campo⁶

⁶Fuente:http://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo3_rev0.pdf

2.3 SISTEMAS DE TRANSPORTE DE SEÑAL

Para conseguir un intercambio de información entre dos equipos, se necesitan un medio de transporte para la energía que contendrá esta información. Quien intente hacer una lista en la que aparezcan los medios de transmisión utilizados para encauzar esta energía, se encontrará con los siguientes:

Cable eléctrico.

Un hilo metálico aislado es el sistema más extendido, pudiéndose establecer dos grandes tipos:

- ❖ Par
- ❖ Coaxial

Inicialmente, un cable de par se puede considerar como un conjunto de dos hilos conductores, paralelos, separados por un elemento aislante que hace las veces de soporte físico. Las aplicaciones mas comunes son la transmisión de voz (teléfono, hilo musical, interfonos), datos (módem) y alimentación eléctrica (alterna o continua).

Influido principalmente por las aplicaciones en el diseño del cable de par se pueden distinguir las siguientes clases:

Par simple paralelo, utilizado para la transmisión de señales telefónicas.

Par apantallado, es como el anterior, pero con una malla metálica a su alrededor, para la transmisión de señales analógicas o digitales.

Par trenzado, para transmitir señales de audio o datos.

Par coaxial, que consiste en un hilo recubierto por una malla que hace las veces de masa y de protección frente a interferencias eléctricas, para transmitir señales de radio, video o datos.

Fibra óptica

Normalmente, el conductor de fibra óptica consiste en un núcleo de material transparente, cristal o plástico, que se utiliza para guiar señales luminosas por su interior. Ostensiblemente más caro que el cable, este sistema es el sustituto ideal en ambientes con interferencias eléctricas, pues es completamente inmune a éstas.

Restringido en un principio a aplicaciones muy concretas, debido al coste de la fibra y a la dificultad en su manejo (fibra monomodo), ha ido introduciéndose en multitud de ámbitos gracias a las variedades con fibra óptica multimodo, de plástico, que pueden competir con opciones cableadas clásicas.

Enlace óptico

Principalmente mediante rayos infrarrojos. La señal debe tener conexión visual directa entre emisor y receptor, por lo cual es un sistema poco adecuado para grandes distancias.

Radiofrecuencia

Se basa en las señales de radio que se generan en un conductor eléctrico cuando se supera una cierta frecuencia en la señal que transporta dicho conductor.

Por debajo de la frecuencia de 1GHz tenemos las transmisiones de radio de baja velocidad. Por encima del gigahercio, entramos en el reino de las microondas. Que permite tasas de transferencia de información muy elevadas (video, por ejemplo).

Permite comunicar, de forma ininterrumpida, ubicaciones distantes entre sí varios kilómetros.

- ❖ Si la distancia es excesiva se requiere la instalación de antenas repetidoras.
- ❖ Los gastos suelen ser los propios de mantenimiento y operatividad.
- ❖ No hay retrasos apreciables en las transmisiones.
- ❖ No suelen necesitar licencias de emisión.

En el tema de las radiofrecuencias hay una polémica en torno a la inocuidad de los sistemas de radiofrecuencia.

Microondas

Son señales de radio con frecuencias superiores al gigahercio. Este tipo de energía tiene unas características diferentes de las ondas de radio tradicionales:

- ❖ Las antenas son especiales, de tipo parabólico (platos).
- ❖ Son enlaces de tipo directo (punto a punto).
- ❖ Es una opción más para unir equipos distantes que no puedan conectarse mediante líneas terrestres.
- ❖ El tipo de conexión es fijo e ininterrumpido.
- ❖ La diferencia con los enlaces de radio es que se necesitan enlaces de vista, pues la transmisión de microondas no es efectiva cuando hay objetos que interrumpen el haz de la antena.
- ❖ La señal se puede ver afectada por agentes atmosféricos y sufrir distorsiones e interferencias.
- ❖ Los gastos suelen ser los propios de mantenimiento y operatividad.
- ❖ No hay retrasos apreciables en las transmisiones.
- ❖ El mayor ancho de banda, comparado con la transmisión de radio tradicional, permite multiplexar una mayor cantidad de canales de información.
- ❖ Es posible alquilar canales de comunicación de empresas suministradoras.

Necesitamos equipos de transmisión y recepción, antenas parabólicas y repetidores para salvar los obstáculos.

Satélite

Es la versión extraterrestre de las transmisiones sin cable. También utilizan el rango de las microondas:

- ❖ Satélites geoestacionarios se ocupan de la recepción, acondicionamiento y reenvío de las señales.

- ❖ Permiten la comunicación entre equipos en cualquier situación en el planeta (teléfonos tipo INMARSAT) de forma ininterrumpida.
- ❖ Es posible alquilar canales de comunicación de empresas suministradoras especificando incluso la cantidad de información a transmitir para ajustar precios.
- ❖ Es un sistema de transmisión de calidad de información a transmitir para ajustar precios.
- ❖ Es un sistema de transmisión de calidad y seguridad muy elevadas.
- ❖ Los retrasos pueden llegar a ser de segundos.

Necesitamos de un canal de acceso al satélite, equipos que tengan acceso a este canal y antenas parabólicas.

2.4 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL

El primer reto a la hora de hacer que una señal pueda transmitirse entre dos puntos es hacer que esta llegue en condiciones físicas óptimas al destinatario. Que en el destino se pueda recuperar la señal tal como la han enviado.

2.4.1 Niveles de tensión

Las conexiones físicas en el entorno industrial se realizan mediante interfaces serie. Normalizados por la Asociación de Industrias Electrónicas de los Estados Unidos (EIA).

Estos estándares solo determinan las características del soporte de comunicación y cómo debe ser la señal eléctrica.

Son los estándares recomendados (Recommended Standard, RS), de los cuales, los más conocidos son:

- ❖ RS-232
- ❖ RS-232 A
- ❖ RS-485
- ❖ TTL

La transmisión por señales de tensión no es recomendable en distancias importantes. Ello es debido a que la tensión depende de la resistencia del cable y de sus capacidades, factores determinados por las dimensiones físicas del mismo.

2.4.1.1 RS-232C (V24)

En 1960 esta técnica fue adoptada por la EIA (Electronics Industries Association), y la recomendación 232, versión C, fue publicada en 1969, denominándose RS-232C.

RS232-C fue adoptada por la CCITT bajo la denominación V.24.

Esta norma define la interconexión serie entre un dispositivo transmisor de datos (DCE, Data Communication Equipment) y un receptor de datos (DTE, Data Terminal Equipment)

La catapulta a la fama aconteció en el año 1984, cuando IBM introdujo la interfase RS-232 en su IBM PC, que fue adoptado rápidamente por fabricantes de ordenadores y equipamiento industrial.

En esta tecnología, los niveles binarios de la señal se indican mediante niveles de tensión, positiva y negativa, respecto del punto de potencial común (+10V,-10V).

Esto es un punto desfavorable, pues este tipo de transmisión es susceptible de introducir fallos de transmisión frente a las perturbaciones eléctricas.

En un principio orientado a conexiones punto a punto (conexiones PC-impresora, PC-ratón, PC-modem), se ha introducido en el entorno industrial para la comunicación entre captadores y sistemas de adquisición de datos, sistemas de codificación, pesaje, etc.

Permite transmisiones síncronas o asíncronas.

La conexión es punto a punto debido a su estructura (no dispone de un estado de alta impedancia que lo haga adecuado para la conexión en paralelo).

Tiene limitaciones de velocidad y distancia de transmisión.

2.4.1.2 RS-422A (V11)

Se basa en la transmisión de señales de tensión diferenciadas (balanceadas) mediante dos hilos, sin punto de referencia o masa.

Los unos y ceros se transmiten en forma de diferencia de tensión entre los dos conductores del circuito, presentando una gran inmunidad a los ruidos eléctricos y permitiendo una mayor distancia entre conexiones.

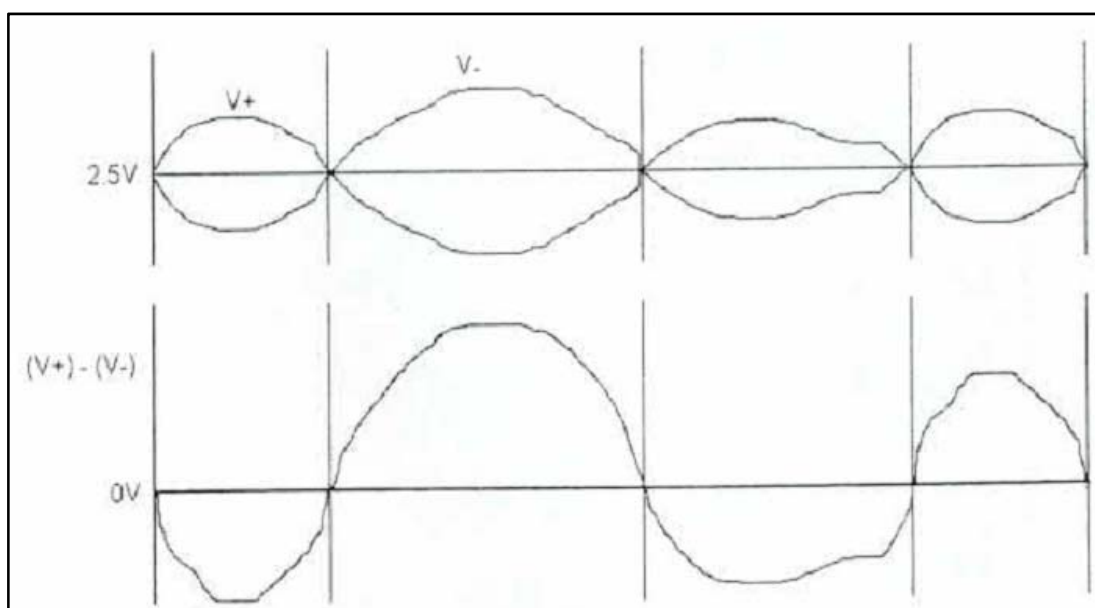


Figura II.6 Principio de tratamiento de señales balanceadas.⁷

El estado de alta impedancia introducido en su diseño eléctrico permite la conexión en paralelo de varios elementos.

2.4.1.3 RS-485

Es una evolución del RS422, desarrollada en 1983.

Permite conectar hasta 32 dispositivos en un solo tramo de cable, con una longitud máxima del tramo de 50m. Puede incrementarse a 10000m mediante repetidores de señal.

⁷Fuente: RODRÍGUEZ, A., Sistemas SCADA., 2da. Ed., Barcelona-España., Marcombo, S.A., 2007., pág. 259

Esta variante es una de las más extendidas en sistemas de comunicación industrial, profibus es el máximo exponente de este estándar.

Tabla II.II Resumen de niveles de tensión.⁸

	Señal	Elementos	Distancia(m)	Velocidad(kbits-s)
RS232	Asimétrica	1	15	20
RS422	Simétrica	10	1200	10000
RS485	Simétrica	32	50	10000

2.4.1.4. TTL

Se basan en la transmisión digital a niveles TTL (5V), y en la tecnología CMOS.

Esta tecnología permite la conexión en paralelo de varios nodos a un mismo cable al permitir un estado de alta impedancia en la conexión del dispositivo. De esta manera se obtiene el efecto de un solo elemento conectado al cable, y que será el que controle la comunicación en ese momento.

2.4.2 Bucle de corriente

En esta tecnología, los diferentes niveles lógicos se indican mediante niveles de corriente en la línea de transmisión (0mA a 20mA). El bucle analógico de corriente de 4-20 miliamperios apareció en la década de los 60. Permite transmitir señales analógicas a gran distancia sin pérdida o modificación de la señal.

Es más robusto frente a interferencias eléctricas que el método basado en niveles de tensión. La transmisión de corriente permite, asimismo, utilizar el mismo cable para transmitir potencia a los dispositivos (alimentación).

Para realizar el bucle de 4-20 mA, hacen falta por lo menos, 4 elementos:

- ❖ El emisor.
- ❖ La alimentación del bucle.

⁸**Fuente:** RODRÍGUEZ, A., Sistemas SCADA., 2da. Ed., Barcelona-España., Marcombo, S.A., 2007., pág. 260

- ❖ El cable.
- ❖ El receptor.

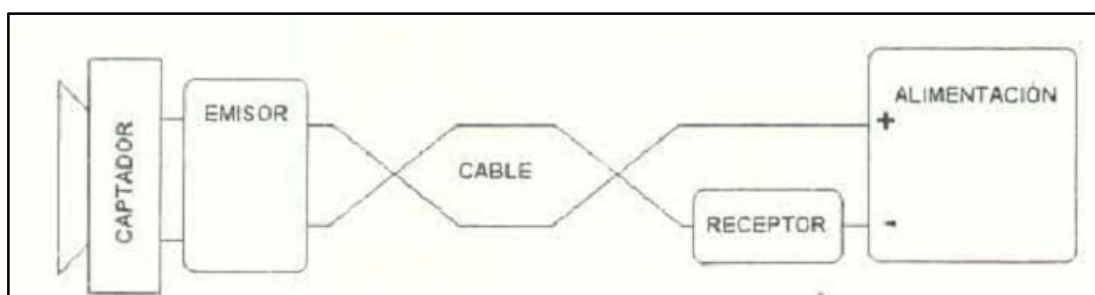


Figura II.7 Bucle analógico de corriente⁹

La alimentación de la red proviene de una fuente 10-30V DC. El transductor de campo controla el flujo de corriente (generalmente se les llama transmisores de dos hilos).

El paso de corriente a tensión es sencillo. Mediante una resistencia de 100ohm obtenemos los niveles de tensión equivalentes. Su aislamiento galvánico es igual de sencillo mediante optoacopladores.

Ventajas:

- ❖ Transmisión a largas distancias.
- ❖ Detección de fallos de sensores.
- ❖ Red económica (dos hilos).
- ❖ Alta inmunidad a interferencias electromagnéticas.

La variante digital del bucle de corriente se utiliza principalmente en los enlaces con aislamiento galvánico. Esta técnica permite transmitir señales digitales, mediante optoacopladores, o señales analógicas añadiendo circuitos PLL (PhaseLockedLoop) y VCO (VoltageControlledOscillators).

⁹Fuente: RODRÍGUEZ, A., Sistemas SCADA., 2da. Ed., Barcelona-España., Marcombo, S.A., 2007., pág. 260

2.4.3 Señal modulada

Hay sistemas que utilizan la señal de alimentación para el transporte de la señal de datos (modulación) según se refleja en la Norma IEC-111582

Esta técnica se puede hallar en buses de campo orientados a la industria de procesos, tales como Hart, Profibus-PA o FoundationFieldbus, donde existe el riesgo de explosión (Zonas ATEX, de Atmósfera Explosiva).

En esta técnica, la línea de alimentación de potencia incluye también la comunicación con los nodos de la red. Como cada nodo tiene un consumo de reposo, del orden de pocos miliamperios, puede conmutar su estado entre dos niveles, alterando las características de impedancia de la red y generando caídas de tensión detectables por los demás nodos.

Las señales se pueden clasificar también según el proceso al cual se someten antes de ser transmitidas.

Banda Base

Los datos a transmitir, convertidos en una sucesión de niveles lógicos mediante una herramienta de codificación, se inyectan directamente en el cable en forma de variaciones de tensión o de corriente, sin modificaciones de la señal original (RS-232C).

Portadora

La señal en Banda Base se emplea para modular otra señal de forma senoidal, llamada Portadora (Hart). Método muy utilizado en el ámbito de las transmisiones de radio (modulación de amplitud, de frecuencia o de fase). Poca utilización en redes locales o buses de campo.

2.5 CONCEPTOS BÁSICOS

Antes de entrar en la descripción de algunos de los diferentes sistemas de buses de campo existentes, veremos unas cuantas nociones para los más legos en la materia.

2.5.1 Modos de transmisión de datos

Paralelo

Esta forma de transmisión permite el envío de información a gran velocidad. El inconveniente es la cantidad de líneas de comunicación y la distancia máxima a la cual se puede realizar esta.

Actualmente es la única opción válida para los sistemas con microprocesadores (el bus local del PC).

Se mide en bits, o líneas de comunicación (pistas de circuito impreso). Así tenemos buses de 8, 16, 32, 64, 128 bits.

Ejemplo de este tipo de bus son:

- ❖ Sistemas domésticos: ISA, PCI, AGP.
- ❖ Sistemas industriales: Eurocard, VME, FutureBus.

Serie

Mediante un sistema clásico de transmisión de señal, por niveles de tensión, por ejemplo, el sistema transmisor hace variar los niveles de señal entre dos valores o estados. El sistema receptor debe ser capaz de identificar esos cambios de estado, e interpretarlos correctamente para poder traducirlos a bits. Este método exige que, tanto emisor como receptor, estén sincronizados.

Para sincronizar emisor y receptor se pueden utilizar dos métodos:

Asíncrono: emisor y receptor trabajan a la misma velocidad y con el mismo número de bits por mensaje. Una señal determinada (start bit) indica el inicio del mensaje y el receptor comienza el muestreo de la señal presente en el medio.

Este método requiere precisión en las operaciones de muestreo (periodos de reloj constantes en el tiempo).

Síncrono con reloj: una señal de reloj adicional indica al receptor los instantes de muestreo de señal.

Este método requiere una línea de comunicación adicional. La ventaja de este método es que el receptor solo debe seguir los flancos de la señal del reloj, y este no tiene por qué ser preciso.

2.5.2 Codificación de señales

Una vez definido el modo de transmisión de la información, hay que determinar la forma de la misma, o cómo hacer que los bits que representan la información que queremos transmitir se puedan enviar a la mayor velocidad posible sobre la línea de transmisión escogida.

Uno de los modelos más extendidos es la codificación ASCII. Es una forma de transmisión síncrona, que delimita cada carácter mediante un bit de inicio y uno de final, y un cierto control de error mediante el llamado bit de paridad.

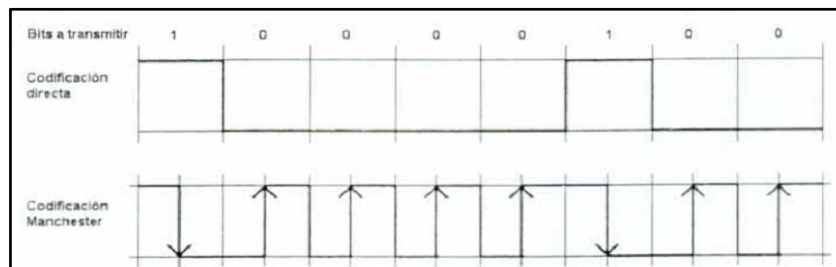


Figura II.8 Codificación Manchester.¹⁰

Una mejora sustancial en cuanto a efectividad se consigue con la codificación del tipo Manchester, que permite la sincronización entre emisor y receptor.

Este código divide cada bit en dos subintervalos, definiendo el nivel lógico del bit mediante el sentido del flanco entre el primer y segundo subintervalo.

¹⁰ Fuente: RODRÍGUEZ, A., Sistemas SCADA., 2da. Ed., Barcelona-España., Marcombo, S.A., 2007., pág. 263

2.5.3 Protocolos de comunicación

Una vez tenemos definido el soporte físico y las características de la señal a transmitir, hay que determinar la forma en la cual se va a realizar el intercambio de información (sincronización entre los extremos de línea, detección y corrección de errores, gestión de enlaces de comunicación, etc).

El protocolo de comunicación engloba todas las reglas y convenciones que deben seguir dos equipos cualesquiera para poder intercambiar información.

Cualquier tipo de enlace de comunicación se puede estructurar de la siguiente manera:

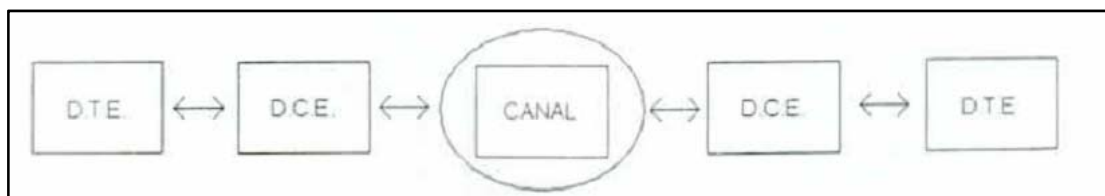


Figura II.9 Componentes de un enlace de datos¹¹

El objetivo de cualquier protocolo de comunicación es poder conectar y mantener el dialogo entre dos Equipos Terminales de Datos (DTE), permitiendo que la información pueda fluir entre ambos con seguridad (sin fallos). Es decir, todas las reglas y especificaciones del lenguaje a utilizar por los equipos.

Si varios proveedores utilizan el mismo protocolo en sus productos, se llega al ideal dentro de cualquier sistema; la integración de sistemas con el mínimo esfuerzo.

La estandarización es un punto de conflicto entre intereses técnicos y comerciales, pues cada fabricante realiza sus investigaciones encaminadas a que sus equipos cubran determinadas necesidades y, por supuesto, después pretende que estas utilidades se conviertan en estándar ya que, por supuesto, son las mejores soluciones del mercado.

Este tipo de soluciones tienen denominaciones tales como:

¹¹**Fuente:**RODRÍGUEZ, A., Sistemas SCADA., 2da. Ed., Barcelona-España., Marcombo, S.A., 2007., pág. 263

Hart	Control de Procesos
Profibus	Control Discreto y Control de Procesos
ASi	Control Discreto
Can	Control Discreto

Prácticamente cualquier protocolo pueda integrarse, en mayor o menor medida, en cualquier nivel de la famosa Pirámide de Automatización (CIM, ComputerIntegratedManufacturing), pero la gracia está en encontrar la relación prestaciones/precio ideal, y el equilibrio entre varias tecnologías que permitan complementarse unas a otras.

No hay un bus mejor que otro, sino que, dependiendo de la aplicación, hay unos buses más adecuados que otros.

A la hora de decantarse por uno u otro bus, deberán tenerse en cuenta algunos de los siguientes puntos:

- ❖ Coste por nodo de bus.
- ❖ Coste de programación (o desarrollo).
- ❖ Tiempos de respuesta.
- ❖ Fiabilidad.
- ❖ Robustez (tolerancia a fallos).
- ❖ Modos de funcionamiento (Maestro-Esclavo, acceso remoto).
- ❖ Medios físicos (cables, fibra óptica, radio...).
- ❖ Topologías permitidas.
- ❖ Gestión.
- ❖ Interfaces de usuario.
- ❖ Futuro (o lo que es lo mismo, normalización)

2.5.4 Tipos de redes según forma (topología)

La topología de las redes es el aspecto físico que forman los equipos y el cableado de los mismos. Se pueden encontrar sistemas industriales con las siguientes topologías:

- ❖ Punto a punto
- ❖ Bus
- ❖ Árbol
- ❖ Anillo
- ❖ Estrella

2.5.4.1 Punto a punto

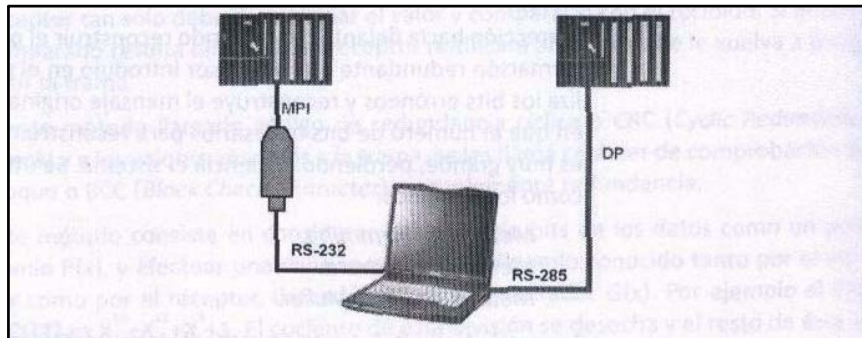


Figura II.10 Estructura de una red en forma de punto a punto¹²

Es la más sencilla, ya que se basa en la conexión directa de dos equipos. Sus principales características son:

No es necesario que dentro de la trama del mensaje se incluyan las direcciones, tanto de origen como la de destino.

Se pueden llegar a comunicar mediante sistemas Half-Duplex (RS-485) o Full-Duplex (RS-422). En este último caso también es innecesario el tema del acceso al medio, ya que se pueden comunicar bidireccionalmente y de forma simultánea.

El sistema de cableado es sencillo y a veces sin necesidad de adaptadores de red (interfaces).

Ventajas:

- ❖ Topología simple en su instalación.
- ❖ Fácil control de acceso a la red.
- ❖ Si un nodo falla, el resto puede funcionar.

¹²Fuente: GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 42

- ❖ Su evolución fue hacia el tipo estrella.

Inconvenientes:

- ❖ Valido para pocos nodos, por su complejidad en el cableado.
- ❖ Múltiples tarjetas de comunicaciones.

Aplicaciones:

- ❖ Pocas estaciones y distancias cortas.

2.5.4.2 Bus

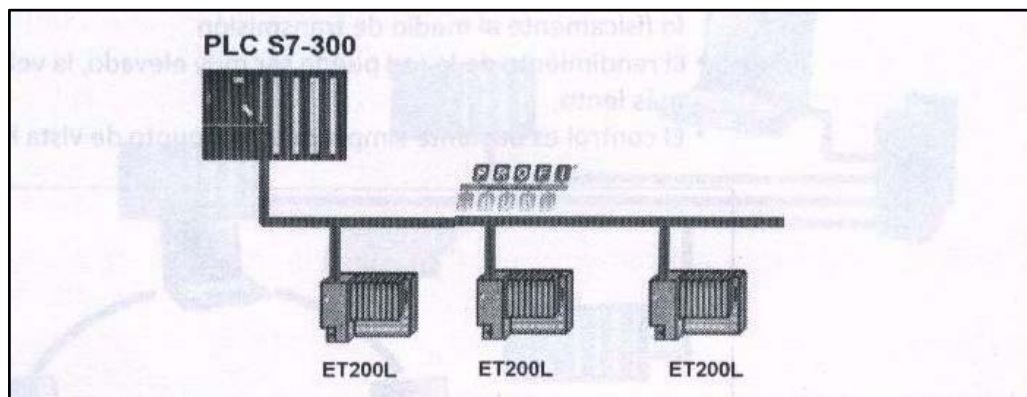


Figura II.11 Estructura de una red en forma de bus¹³

Una única línea, compartida por todos los nodos de la red. Al ser un bus compartido, antes de enviar un mensaje cada nodo ha de averiguar si el bus está libre.

Tan solo un mensaje puede circular por el canal en cada momento.

Si una estación emite su mensaje mientras otro mensaje está en la red, se produce una colisión.

Ventajas:

- ❖ Coste de la instalación bajo.
- ❖ El fallo de un nodo no afecta al funcionamiento del resto de la red.

¹³ Fuente: GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 43

- ❖ Control del flujo sencillo.
- ❖ Todos los nodos pueden comunicarse entre sí directamente.
- ❖ La ampliación de nuevas estaciones o nodos es sencilla.

Inconvenientes:

- ❖ Limitado en la distancia (10km), necesidad de repetidores por problemas de atenuación.
- ❖ Posibilidad elevada de colisiones en la red.
- ❖ Acaparamiento del medio cuando un nodo establece una comunicación muy larga.
- ❖ Dependencia total del canal. Si este falla, la red se paraliza.

Aplicaciones:

- ❖ Redes industriales.
- ❖ Redes LAN Ethernet (obsoleto).

2.5.4.3 Árbol

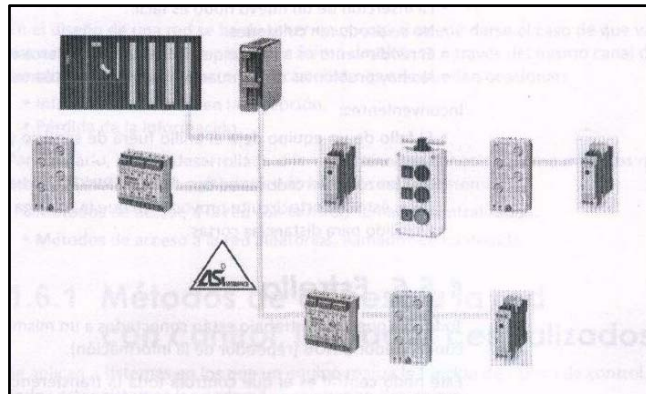


Figura II.12 Estructura de una red en forma de árbol¹⁴

Está formado por un grupo de buses conectados entre sí, dando lugar a una estructura arbórea. Con este sistema se consigue mayor alcance que el proporcionado por un bus simple, aunque se incrementa el problema de la atenuación.

¹⁴**Fuente:** GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 43

Este tipo de red puede aplicarse para dotar de una red por departamentos o zonas independientes dentro de una empresa.

2.5.4.4 Anillo

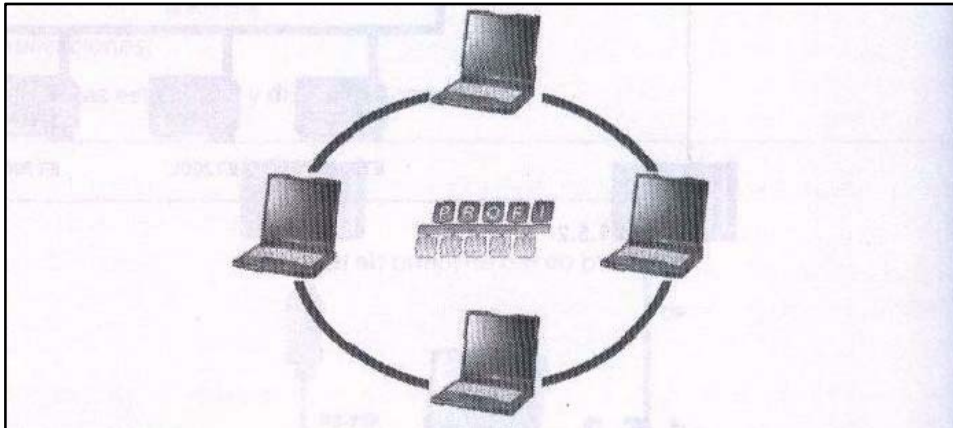


Figura II.13 Estructura de una red en forma de anillo¹⁵

Es un caso especial de la conexión en bus, en el que los dos extremos se unen para formar un bus cerrado en forma de anillo. Sus características principales son:

- ❖ La información fluye en un único sentido.
- ❖ El mecanismo de transmisión es dejar el mensaje y este circula por el anillo hasta llegar al receptor.
- ❖ Puede circular más de un mensaje por el anillo.
- ❖ La inserción de un nuevo equipo al anillo es fácil, tan solo es necesario conectarlo físicamente al medio de transmisión.
- ❖ El rendimiento de la red puede ser muy elevado, la velocidad la marca el equipo más lento.
- ❖ El control es bastante simple desde el punto de vista hardware y software.

Ventajas

- ❖ No existe problemas de encaminamiento, todos los mensajes circulan por el mismo camino.

¹⁵**Fuente:** GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 44

- ❖ La inserción de un nuevo nodo es fácil.
- ❖ No se producen colisiones.
- ❖ El rendimiento es alto, aunque la velocidad la marca el nodo más lento.
- ❖ No hay problemas de atenuación, cada nodo actúa como repetidor de la señal.

Inconvenientes:

- ❖ El fallo de un equipo deja el anillo fuera de servicio y por tanto la red deja de funcionar.
- ❖ IBM lanzó al mercado la red tipo “TOKEN RING” que hace cuando un equipo falle, este se cortocircuite provocando que la red siga funcionando.
- ❖ Es válido para distancias cortas.

2.5.4.5 Estrella

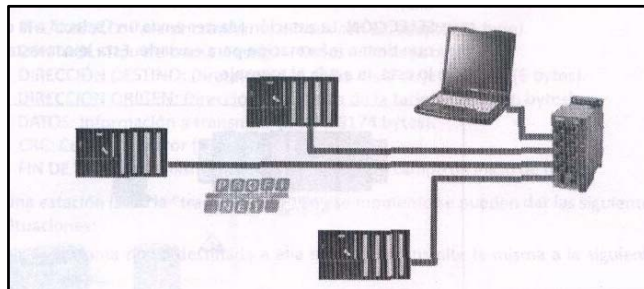


Figura II.14 Estructura de una red en forma de estrella¹⁶

Todos los puestos de trabajo están conectados a un mismo nodo de la red, llamado concentrador o HUB (repetidor de la información).

Este nodo central es el que controla toda la transferencia de información, con lo cual se crea una dependencia total de este elemento, puesto que si falla dicho elemento, cae con él toda la red.

¹⁶**Fuente:** GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 45

Ventajas:

- ❖ Mayor rendimiento, ya que la información va directamente del emisor al receptor sin pasar por nodos intermedios (excepto el HUB).
- ❖ Podemos añadir o suprimir nodos con suma facilidad.
- ❖ Fácil conexionado y mantenimiento.
- ❖ Admite diferentes velocidades.

Inconvenientes:

- ❖ Dependencia total del HUB; si este falla, la red no funciona.
- ❖ Si el HUB no es suficientemente potente, se pueden producir retardos importantes que pueden llevar a paralizar la red (efecto “cuello de botella”).

Aplicaciones:

- ❖ Redes LAN, Ethernet y Fast Ethernet.

A escala industrial, las topologías más extendidas son las de Bus y Anillo, debido a su robustez ante fallos, velocidad de transmisión y sencillez de ampliación.

2.5.5 Tipos de redes según extensión

WAN (Wide Area Network)

Cubre necesidades internacionales (reserva de vehículos de alquiler) o nacionales (Seguridad Social).

MAN (MetropolitanArea Network)

Cubre necesidades a escala de una ciudad (gestión de edificios municipales).

LAN (Local Area Network)

Son las conocidas Redes Locales. Son geográficamente limitadas (sobre 1 km de radio), y permite interconectar de forma sencilla ordenadores situados en edificios próximos, que pueden ser de uso industrial, terciario o domestico (Ethernet o FDDI).

También hay redes locales para distancias muy pequeñas (centímetros). Es el caso de los ordenadores personales, en los cuales los elementos están conectados mediante enlace paralelo de alta velocidad (PCI, AGP, VME, GPIB).

2.5.6 Modelo de referencia OSI

La ISO creó en 1977 un comité con el cometido de establecer las reglas para originar una arquitectura que determinara un modelo de referencia para la interconexión de sistemas de comunicación abiertos.

El modelo de referencia OSI se basa en un esquema de siete capas o niveles, básicamente cada nivel se comunica con su nivel homólogo de otro sistema.

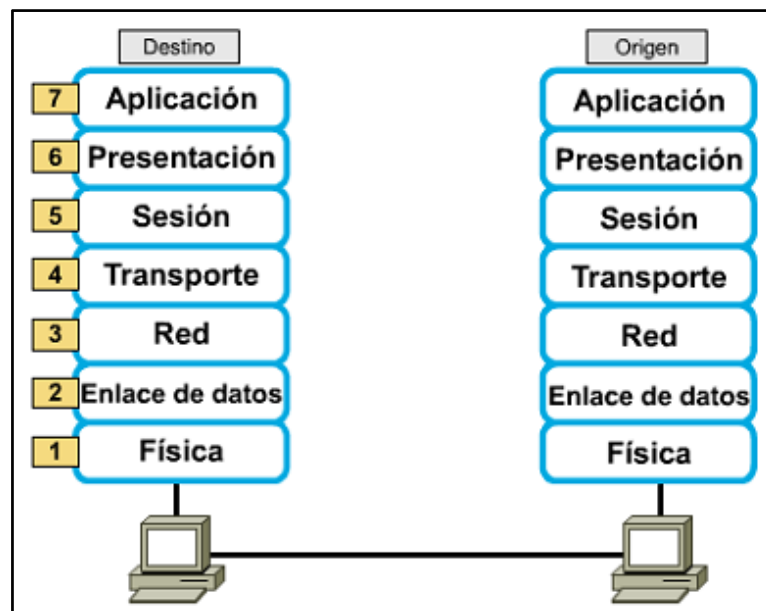


Figura II.15 Niveles OSI¹⁷

¹⁷<http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/comdat1/material/ElmodeloOSI.pdf>

Cada capa o nivel tiene unas funciones claramente definidas y que son las siguientes:

Nivel 1. FÍSICA: Especifica cuál será el medio físico de transporte a utilizar. Señales eléctricas.

Nivel 2. ENLACE: Estructuración de los datos dentro de la trama y control de errores.

Nivel 3. RED: Interviene en caso en el que existan más de una red.

Nivel 4. TRANSPORTE: División de los datos en paquetes de envío.

Nivel 5. SESIÓN: Para el control de inicio y finalización de las conexiones.

Nivel 6. PRESENTACIÓN: Representación y encriptación de los datos.

Nivel 7. APLICACIÓN: Utilización de los datos.

2.5.6.1 Modelo de referencia OSI para comunicaciones industriales

A nivel de las comunicaciones industriales las capas utilizadas son:

FÍSICA

- ❖ Se encarga de la transmisión de bits al canal de comunicación.
- ❖ Define los niveles de la señal eléctrica con la que se trabajará.
- ❖ Controla la velocidad de transmisión (duración de un bit).

Esta capa contiene tres subniveles, que son los siguientes:

MEDIO:

Canal de transmisión, si es cable, FO, radio, etc.

MAU (Media AttachmentUnit):

Contiene la electrónica donde se generan o donde se reciben los niveles eléctricos.

PLS (PhysicalLogicalSignal):

Codificación en la emisión de la información binaria a señales eléctricas y decodificación en la recepción en la recepción de la señal eléctrica a señal binaria.

ENLACE

- ❖ Se encarga de establecer una comunicación libre de errores entre dos equipos.
- ❖ Forma la trama organizando la información binaria y la pasa a la capa física.

Esta capa contiene tres subniveles, que son los siguientes:

MAC (Media Access Control):

Control del canal de transmisión para que en el momento que esté libre, pueda enviar la información.

LLC (Logical Link Control):

Controla y recupera los errores, también codifica la información (hexadecimal o ASCII) a enviar a formato binario o decodifica la información binaria a hexadecimal o ASCII.

APLICACIÓN

Es la capa más próxima al usuario y puede ofrecer servicios tales como correo electrónico, acceso a base de datos, transferencia de ficheros, videoconferencia, etc.

2.5.7 Formas de comunicación

La forma de comunicación utilizada se puede observar desde el punto de vista de la frecuencia con la que se intercambian los datos entre los equipos, pudiendo ser de dos maneras:

Cíclica (periódica).

Acíclica (aperiódica).

Comunicaciones cíclicas

A la hora de transmitir vía bus de campo, interesa que el tiempo empleado en enviar y recibir todos los datos entre estaciones (tiempo de scan), sea lo más corto posible.

En un caso ideal no debería haber retraso. Por ejemplo, entre pulsar un botón de paro de estación en el sistema de visualización del Maestro y el paro real de la misma.

Es inevitable que transcurra un tiempo determinado ente estos dos sucesos:

- El maestro tiene un ciclo de trabajo de una duración determinada (ciclo de scan).
- El sistema de comunicaciones tarda un tiempo en enviar-recibir todos los datos programados.
- El esclavo tiene su ciclo de scan propio.

Centrándonos en las comunicaciones, una manera de reducir el tiempo de emisión-recepción, sin variar la velocidad de transmisión, es reducir la cantidad de datos a gestionar por el sistema de transmisión, enviando únicamente los datos necesarios (marcha, paro, alarmas, etc.).

En determinadas situaciones, puede ser necesaria la transferencia de grandes cantidades de datos entre estaciones. Si esto se realizase de forma cíclica, la carga de trabajo del sistema de comunicaciones podría aumentar de tal manera que este podría volverse inoperante debido a los tiempos de retraso.

Comunicaciones acíclicas

En el caso del intercambio de grandes cantidades de información no crítica (piezas producidas, tiempo de funcionamiento, visualización de algunas variables analógicas, etc.), se puede optar por realizar el envío de información en momentos determinados del proceso, o solo cuando se solicite.

Así como la comunicación cíclica se realiza de forma automática, la lectura y escritura de datos en modo acíclico debe ser realizada mediante la ejecución de instrucciones específicas de comunicación (lectura y escritura).

La comunicación de tipo acíclico representa una carga adicional a las comunicaciones de tipo cíclico, que se ejecutan de modo automático. Por lo tanto, un exhaustivo, o muy frecuente uso de la comunicación de tipo acíclico repercutirá en el tiempo total de procesamiento necesario para las comunicaciones.

2.5.8 Modos de diálogo

Según el tipo de enlace, aparecen tres posibilidades de dialogo:

- Simplex
- Half-Duplex
- Full-Duplex

Modo de comunicación Simplex

El modo Simplex es aquel en el cual hay un emisor y un receptor de datos, y la información solamente fluye del primero al segundo. No es de interés industrial en el sentido en que se trata de un sistema en lazo abierto (no recibimos datos del elemento al cual se le manda información).

Modo de comunicación Half-Duplex

Las comunicaciones de este tipo definen aquel dialogo que se realiza entre dos puntos, en las dos direcciones, pero no de forma simultanea, sino por turnos.

Este es el caso del estándar RS-485, donde solo puede haber un emisor cada vez.

Por ejemplo: Profibus o Modbus.

Modo de comunicación Full-Duplex

Con este método, el intercambio de información es bidireccional y simultaneo. Esto es gracias a que hay canal para emitir, y otro para recibir. Un estándar muy conocido que soporta este protocolo es EIA-232E, también conocido como RS-232C.

Las relaciones entre los nodos de red estarán determinadas por el protocolo que utilicen. Será en función de la forma en la cual se gestione la información, o en el tipo de relación que mantendrán con los otros nodos.

2.5.9 Relaciones entre estaciones

2.5.9.1 Modos de comunicación

Los diversos modos de comunicación permiten estructurar las diferentes estrategias de intercambio de información. Se pueden dividir en dos categorías:

- ❖ Punto a punto
- ❖ Productor-Consumidor

El concepto de comunicación punto a punto consiste en enviar la información tantas veces como sea necesario para que llegue a todos los destinatarios (una carta, una dirección). Este concepto emplea más ancho de banda del realmente necesario, pues el mensaje se repite muchas veces, tantas como destinatarios. Además, los mensajes llegan en intervalos de tiempo diferentes.

La comunicación punto a punto tiene una serie de puntos débiles:

- ❖ Exceso de producción, hay nodos de red que pueden no necesitar los datos en un momento dado (pero tienen que ver si son para ellos).
- ❖ Inexactitud, pues los datos se transmiten durante varios ciclos de bus (un mismo mensaje enviado a varios nodos).
- ❖ Falta de determinismo, debido a la cantidad de nodos presentes.

Con el modelo de productor-consumidor, el dato generado se coloca en el bus con una etiqueta única y accesible por cualquier nodo que lo necesite, permitiendo, además, el acceso simultáneo (principio de sincronismo).

Este es un método altamente eficiente, pues:

- ❖ Economiza recursos de transmisión al no enviar información donde no se necesita.
- ❖ Sincroniza los destinatarios, pues todos reciben los datos al mismo tiempo.
- ❖ El tiempo necesario para transmitir no varía con el número de destinatarios.

Tabla II.III Protocolos y comunicación¹⁸

Modo de Comunicación	Protocolos
Punto a punto	Ethernet Profibus Modbus Interbus
Productor-Consumidor	ControlNet FoundationFieldbus DeviceNet

2.5.9.2 Formas de organización de nodos

Los nodos de una red pueden clasificarse también en torno a su forma de gestionar la información, en relación a los otros nodos:

- ❖ Maestro-Esclavo
- ❖ Cliente-Servidor
- ❖ Productor-Consumidor

¹⁸**Fuente:**RODRÍGUEZ, A., Sistemas SCADA., 2da. Ed., Barcelona-España., Marcombo, S.A., 2007., pág. 271

Maestro-Esclavo

Al organizar las comunicaciones, generalmente se establece una jerarquía ente los equipos, en la que uno de ellos tiene el control de las comunicaciones (de forma temporal o permanente). Es lo que se conoce como relación Maestro-Esclavo.

En el entorno industrial, el maestro es un autómatas que puede leer o escribir sobre los esclavos de la red que controla, mientras que el Esclavo recibe los mensajes enviados por el maestro y emite hacia este cuando le llega la orden de hacerlo.

Dentro de los esclavos hay dos categorías:

- ❖ Esclavos activos: son equipos con un PLC que reciben órdenes y ejecuta un programa propio.
- ❖ Esclavos pasivos: se comportan como terminales tontos, no ejecutan programa alguno y realizan la función de entradas-salidas remotas del autómatas maestro.

Un ejemplo de una red con relaciones maestro-esclavo podría ser una red de protocolo Profibus-DP (Siemens), o ASi.

Cliente-Servidor

Otro tipo de comunicación se basa en la prestación de servicios por parte de algunos interlocutores de una red, y el aprovechamiento de estos servicios por parte del resto. Se denominan relaciones de tipo Cliente-Servidor.

Un cliente de la red es un equipo que solicita los servicios a una estación. El servidor es una estación que proporciona esos servicios solicitados.

Un servidor puede ser un esclavo de la red.

Una estación puede ser, a la vez, cliente y servidor.

Un ejemplo de una red con relaciones cliente-servidor podría ser una red de protocolo MPI, o Profibus-FDL (Siemens).

Productor-Consumidor

Se basa en el concepto de comunicación broadcast (para todos). Un nodo productor emite un mensaje global a la red cuando lo necesita. Los nodos consumidores reciben la información y determinan si son los destinatarios del mensaje.

Este método permite que todos los nodos de la red puedan acceder de forma simultánea a un dispositivo para leer sus datos, aumentando la eficiencia del sistema al requerir una sola producción de datos sin importar el número de solicitantes (lo cual significa mayor productividad) y proporcionando una sincronización automática al llegar los datos a todos los destinatarios de forma simultánea.

Con esta técnica, los datos tienen una única cabecera o identificador, de manera que múltiples nodos pueden consumir los mismos datos al mismo tiempo y reducir el ancho de banda necesario.

2.5.10 Entradas y Salidas

Cuando hay un bus de comunicación hay que distinguir dos tipos de señales de entradas-salidas.

Locales: Son las E/S cableadas al PLC. Por tanto, cuando hablamos de E/S locales de un nodo maestro o de un nodo esclavo, nos estamos refiriendo a las entradas-salidas cableadas a su PLC.

Remotas: Son entradas y salidas lógicas (no existen físicamente) que conectan punto a punto el nodo maestro con los nodos esclavos. Es decir, las salidas de bus del maestro están conectadas directamente a las entradas de bus de campo de sus esclavos; a su vez, las salidas de bus de estos esclavos están conectadas a las entradas de bus de su maestro.

Ejemplos de salidas remotas pueden ser:

- ❖ Un PLC FEC, de Festo, trabajando como expansión de entradas-salidas.
- ❖ Un módulo de periferia descentralizada ET-200, de Siemens.

2.5.11 Tiempo Real

¿Qué es exactamente tiempo real?

Es una medida relativa, como ocurre con los decibelios. Debemos compararla con algo. Por ejemplo, diferentes maquinas o equipos de un mismo sistema pueden tener necesidades diferentes de tiempo real en función del trabajo que realicen. Equipos para control de movimientos deben ser capaces de dar tiempos de respuesta de unos 50 microsegundos.

Una de las características más importantes que se busca en un sistema de comunicaciones industrial es la capacidad de respuesta del mismo. Es decir, el tiempo que tardará una señal en transmitirse desde el punto de origen hasta el punto de evaluación (programa de control) y la ejecución de la acción necesaria. Este tiempo suele denominarse *tiempo de respuesta*.

Cuando el tiempo de respuesta es menor que el tiempo en el que una variable o condición determinada tardan en provocar un cambio en el sistema, se dice que el sistema de control opera en *tiempo real*.

El esquema siguiente muestra, de forma general, todos los elementos involucrados en el control de una señal, desde su origen hasta la orden que esta origina en el sistema de control.

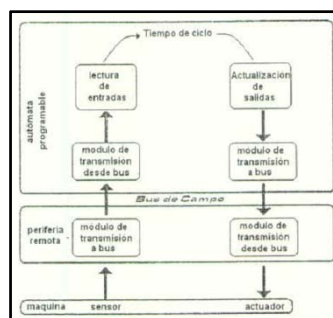


Figura II.16Tiempo de ciclo¹⁹

¹⁹Fuente:RODRÍGUEZ, A., Sistemas SCADA., 2da. Ed., Barcelona-España., Marcombo, S.A., 2007., pág. 274

Pongamos un ejemplo aclaratorio:

Tenemos una cinta transportadora que realiza un trasvase de botellas hacia una maquina de paletizado. Una fotocélula realiza el conteo de botellas para indicar a la paletizadora, mediante el autómata de control, el final de un lote.

Supongamos por un momento que el tiempo de ciclo del autómata es de 1 segundo y la cadencia de paso de las botellas es de:

3 segundos

En este supuesto, el tiempo de ciclo del autómata (lo que tarda en hacer la foto de sus entradas, procesar la información y activar las salidas pertinentes) es suficiente para estar al día de todos los cambios que ocurren en su dominio.

Tendrá tiempo sobrado para contar cada botella que pasa por delante de la fotocélula.

1.5 segundos

El tiempo de ciclo del autómata aun es suficiente para responder a todos los cambios que ocurren en su dominio. Tendrá tiempo para contar cada botella que pasa por delante de la fotocélula.

Aquí pueden empezar a hacer critico el sistema fenómenos tales como el tiempo de retardo de la electrónica (lo que tarda la fotocélula en ver la botella y activar la señal para el autómata), o las variaciones inherentes a los equipos electrónicos, que alteran sus características (el jitter, o las variaciones en los periodos de trabajo, el ciclo de trabajo no es constante).

1 segundo

El tiempo de ciclo del autómata es equiparable a la duración de la señal más rápida del sistema (la cadencia de las botellas).

Podremos encontrarnos con que el autómata vea una sola botella cuando, en realidad, han pasado dos.

En este momento el autómata ya no satisface las exigencias de tiempo real del sistema, pierde botellas.

2.5.12 Métodos de acceso al medio

En el diseño de una red se ha de tener en cuenta si puede darse el caso de que varias estaciones puedan transmitir de forma simultánea a través del mismo canal de comunicaciones, ya que esto provoca colisiones que pueden ocasionar:

- ❖ Información errónea en la recepción.
- ❖ Pérdida de la información.

Para evitarlo se han desarrollado diferentes técnicas conocidas como métodos de acceso al medio:

Sondeo (Polling)

Se utiliza en redes del tipo Maestro/Esclavo, este método se basa en la elección del interlocutoral interrogar a las estaciones de forma secuencial una tras otra (polling). Una estación hace de moderadora (Maestro) dirigiendo el tráfico por el bus hacia cada nodo (Esclavo). Cuando el Esclavo tiene el “poll” es cuando se le permite transmitir la información.

El punto débil de este sistema es un fallo en el nodo maestro, detiene toda la red.

Red: Profibus DP, ASi.

Multiplexado Temporal (TDMA)

El sistema TDMA (Time Division Multiple Access) consiste en el envío de un único mensaje por parte del Maestro, en el cual se engloba toda la información para todos los esclavos.

El mensaje va encabezado por una marca de sincronismo (Sync).

Todos los esclavos reciben el mensaje y saben qué parte del mismo va destinado a cada uno de ellos. El direccionamiento se hace según la disposición física de cada estación de la red.

Podrán leer o modificar su parte de telegrama, siendo devuelto este al maestro al final del ciclo.

Red: Interbus.

Paso de testigo (TokenPassing)

El token, o testigo, es un permiso de emisión que se va pasando entre estaciones. El tiempo de posesión del token está determinado, por lo que se conoce el tiempo de circulación del testigo.

La estación recibe el testigo, lo retiene, transmite, y pasa el testigo a la siguiente estación.

El punto débil de este sistema es una duplicidad o pérdida del testigo. Por ejemplo, en caso de la caída de una estación, por lo cual se necesita una estación que gestione la integridad de las comunicaciones.

Dependiendo de la topología de la red se pueden encontrar dos tipos:

- ❖ Token-bus es la utilización de este método dentro de una red con topología de bus (utiliza anillo lógico).
- ❖ Token-ring es la utilización de este método dentro de una red con topología de anillo (utiliza anillo lógico).

Red: Profibus, ArcNet.

Aleatorio (CSMA).

El mas conocido es el CSMA/CD (CarrierSenseMultiple Access withCollisionDetection) llamado también de contienda.

Este sistema sigue los siguientes pasos:

- ❖ Escucha es estado del canal de comunicaciones, comprobando los niveles de la señal.
- ❖ Si no detecta señal de datos, inicia su transmisión.
- ❖ Puede ocurrir que dos estaciones hayan iniciado la transmisión de forma simultánea. Cada estación, después de colocar los datos en el canal, comprueba que los datos existentes en el canal son los que se han enviado. Si no es así, es que se ha producido una colisión y detiene la transmisión.
- ❖ Si detecta colisión espera un tiempo aleatorio e inicia de nuevo el proceso. El tiempo debe ser aleatorio o prioritario, ya que si fuese el mismo se producirían colisiones sucesivas.
- ❖ Si aún y así se continúan detectando colisiones, se abortaría el proceso de comunicación después de varios intentos.

2.5.13 Sistemas deterministas y probabilístico

El hecho de que un sistema de comunicación sea del tipo determinista o no determinista (probabilístico) depende únicamente del tiempo en la transmisión/recepción:

Determinista: Cuando el tiempo es fijo siempre y conocido, como por ejemplo un sistema de comunicación ASi, que tarda 5 ms en realizar la emisión/recepción de 31 esclavos y 10 ms para 62 esclavos. También es un sistema determinista la red Profibus y Profinet.

Probabilístico: Cuando el tiempo es aleatorio, es decir, no siempre es el mismo y por tanto no es conocido, como por ejemplo una red Ethernet que utiliza el método de acceso CSMA/CD.

Este concepto es importante tenerlo en cuenta en las redes de comunicación industrial que en su mayoría, por no decir todos, deben de ser del tipo determinista, ya que se ha de asegurar un tiempo máximo y conocido desde que se produce una acción, por ejemplo accionar el botón de emergencia, y esa información llega al controlador.

2.5.14 Interconexión de redes

Cuando se diseña un tipo de red, en esta se incorporan todos los dispositivos necesarios para un correcto funcionamiento de esta, pero es posible que esta red con el tiempo deba ser ampliada, deba poderse conectar a otras redes del mismo o diferente tipo, etc. Para cubrir estas necesidades existen una serie de dispositivos auxiliares para que la red pueda alcanzar esos objetivos de interconexión, elementos como:

- ❖ El repetidor (repeater)
- ❖ El puente (bridge)
- ❖ El encaminador (router)
- ❖ La pasarela (gateway)

A continuación se realiza un pequeño estudio de esta serie de dispositivos.

2.5.14.1 El repetidor (repeater)

Debido a que las señales eléctricas se degradan por efecto de la ley de Ohm, es decir, que cuando se realiza una transmisión de señal por un hilo conductor, este, y como consecuencia de su propia resistencia, tiende a atenuar la señal, y cuando la longitud de la línea se va haciendo mayor, esta atenuación también se incrementa, hasta llegar incluso a que la estación receptora no sea capaz de leer nada del canal debido a la baja señal que le llega.

El objetivo del repetidor es la regeneración de las señales eléctricas y garantizar las conexiones entre los elementos de una red. Operan en el nivel 1, físico del modelo OSI, dado a que tan solo vuelven a acondicionar los valores de las señales eléctricas y no intervienen ni en el control de acceso ni en la topología.

Con esto parece tener resuelta la pérdida de la señal colocando sucesivos repetidores en la red. Pero hay otros aspectos que impiden un gran número de repetidores, como es la longitud máxima que se puede alcanzar en cada tipo de red. A modo de ejemplo una red ASi, en la que podemos alcanzar máximo los 300 metros colocando 2 repetidores, uno cada 100 metros, por lo que se tendrían 3 segmentos de 100 metros cada uno.

Un repetidor además se puede aprovechar para convertir la norma física (RS-232, RS-422, RS-485, etc.) o bien el sistema de cableado (Coaxial, Par trenzado UTP o FTP, FO, etc.).

Los repetidores son bidireccionales, en donde podemos encontrar diferentes tipos de repetidor, como:

- ❖ *Repetidor de continuación*: Es el más simple, consta de dos puertos.
- ❖ *Repetidor modular*: Es más sofisticado, está formado por diferentes tarjetas en un bus y cada una de ellas puede distribuir un tipo de señal, 10 Base T, 10 Base 2, 100 Base T...
- ❖ *Hubs o concentradores*: Son repetidores que se utilizan para una red en estrella.
- ❖ *Repetidor apilable*: Una serie de hubs que se pueden conectar entre sí a través de un bus externo.

Ventajas:

- ❖ Facilidad de operación.
- ❖ No requiere ningún tipo de configuración especial al operar en el nivel físico.

Limitaciones:

- ❖ No atiende a las direcciones de red, se limita a repetir la señal.
- ❖ No resuelve los problemas de tráfico. Si ha habido una colisión, él transporta esa información errónea al resto de estaciones.

2.5.14.2 El puente (bridge)

Es una máquina de red que posee alguna inteligencia, y realiza una serie de operaciones básicas en la red. Son capaces de almacenar y reenviar las tramas recibidas en función del contenido de las mismas. Su principal aplicación es la de unir dos redes del mismo tipo.

Une dos redes del mismo tipo, estructura y protocolo.

Los puentes o bridge operan en la capa de enlace (OSI) nivel 2, es decir, su unidad de operación es la trama de red. Cuando un puente o bridge debe pasar una trama de una red a otra ejecuta las siguientes fases:

Almacena en memoria la trama recibida, para su posterior análisis.

Comprueba el campo de control de errores. Si hay error, elimina las tramas de la red.

Si no hay errores, reenvía la trama al destinatario.

2.5.14.3 El encaminador (router)

Son dispositivos software o hardware que se pueden configurar para encaminar o convertir paquetes entre sus distintos puertos utilizando la dirección lógica correspondiente (p. ej, 255.255.0.9).

El encaminador o router opera en el nivel 3 (OSI) de red. Lo que es unir dos redes de diferente configuración o estructura pero que trabajen con el mismo protocolo.

Un router que encamina o convierte a TCP/IP no sirve para otro protocolo.

2.5.14.4 La pasarela (gateway)

Una pasarela es una puerta de enlace con una red. Lo que hace es unir dos redes que puedan tener diferente estructura (bus, anillo, estrella, etc.), tipo (Ethernet, Token-Ring, Master/Slave, etc.) y protocolo (TCP/IP, NetBeui, IPX/SPX, Profibus, ASi, etc.).

Las pasarelas son máquinas de red inteligentes y flexibles. La mayor parte de su operatividad está implementada a nivel de software.

Las funciones de una pasarela son:

- ❖ Reconocimiento y almacenamiento de los mensajes correspondientes a las estaciones de la red origen. Estos mensajes se desensamblan en el nivel de transporte.
- ❖ Adaptación de los formatos de datos de la red destino.

- ❖ Envío del mensaje a la red y estación destino.
- ❖ Conexión física de cada uno de los tipos de la red conectados.

2.6 COMUNICACIONES MEDIANTE BUSES DE CAMPO

Las comunicaciones mediante buses de campo simplifican enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción, demostrando ser una herramienta muy eficaz en los procesos de automatización, reduciendo los tiempos de puesta en marcha, modificación y mantenimiento de sistemas automáticos.

Entre los principales beneficios podemos citar:

- ❖ 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

2.6.1 La pirámide de automatización (CIM)

La denominada pirámide de la automatización CIM, Fabricación Integrada por Computador por sus siglas en inglés (Computer Integrated Manufacturing), intenta resumir, de forma gráfica, los procesos de producción (diseño, ingeniería y fabricación) con los de gestión de la empresa, así como la estructuración de los sistemas de comunicación en un entorno productivo.

Se divide en niveles, de acuerdo al tráfico y tipo de información que se intercambia. El CIM ha de planificarse “top-down” (“de arriba hacia abajo”), pero debe implantarse “bottom-up” (“de abajo hacia arriba”).

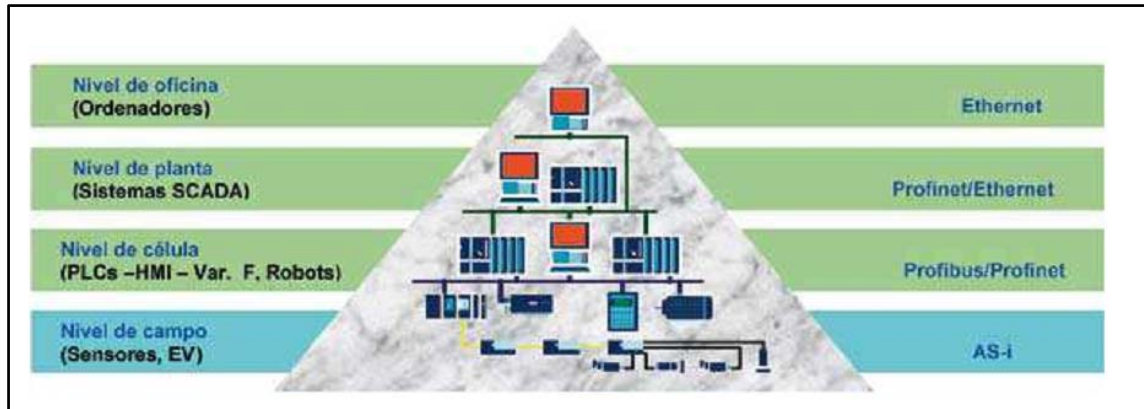


Figura II.17 Pirámide de la automatización CIM²⁰

Factoría: formado básicamente por ordenadores tanto a nivel de oficina.

Planta: son ordenadores con aplicaciones específicas para el control del proceso.

Célula: son todos los componentes inteligentes que intervienen directamente en el proceso.

Campo: son todos los dispositivos que provocan los movimientos en el proceso productivo.

2.6.1.1 Flujo de información en la pirámide de automatización CIM

La pirámide de automatización CIM al ser un modelo jerárquico existe un flujo de información que fluye en dos direcciones

❖ Flujo de Información Vertical:

Descendente

Peticiones y órdenes realizadas por un nivel superior.

Ascendente

Informes sobre la ejecución de las órdenes recibidas.

²⁰ Fuente: GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 8

❖ **Flujo de Información Horizontal:**

Intercambio de información entre entidades de un mismo nivel.

2.6.2 Requisitos de un bus de campo

Todo bus de campo debe contemplar los siguientes puntos:

Integración de datos

La comunicación directa requiere un sistema único de bus de campo, de manera que se puedan conectar a este todo tipo de dispositivos. Sistemas de control y ordenadores se conectan mediante el mismo cable que se utiliza para conectar dispositivos de automatización básicos o inteligentes.

Con este principio, tendremos que hacer convivir en la red datos de clases diferentes. Deberemos poder tratar datos concernientes a señales de entrada/salida, datos de configuración, consignas y parametrizaciones de elementos de red.

Los datos de entrada/salida y los datos de proceso ocupan poco espacio dentro de las comunicaciones y se procesan de forma cíclica, mientras que los datos de parametrización, más voluminosos (valores típicos de unos 100 bytes), se transmiten de forma acíclica cuando son requeridos por el programa de control.

Integración de dispositivos

Un bus de campo abierto (sometido a normativa) es indispensable para ganarse al gran público. Cualquier marca de autómatas o controlador deberá poder conectarse a este bus. Además, tendremos la posibilidad de conectar ordenadores personales, variadores de velocidad, sistemas de sensores, etc.

Los elementos de entrada/salida serán independientes del sistema de control, de manera que el cableado siempre se mantenga aunque se cambie el sistema de control.

La programación y las herramientas de puesta a punto y diagnóstico serán las mismas, independientemente del control utilizado (el estándar permitirá que cualquier fabricante pueda crear herramientas de interface validas para cualquier dispositivo).

Tiempo real

El ciclo de trabajo del autómeta es el que va a determinar las características de tiempo real del sistema. El ciclo de trabajo del bus deberá estar siempre por debajo del ciclo de trabajo del autómeta para poder mantener las especificaciones de tiempo real. Por tanto, los ciclos de trabajo de bus se deben mantener por debajo de los 5 milisegundos.

Determinismo

Determinismo significa saber cuando va a ocurrir algo. Esta es una característica esencial en cualquier lazo de regulación, pues es primordial determinar, entre otros, los tiempos de muestreo para poder realizar un control fiable y preciso. Un bus que cumpla este punto será el indicado para tareas de regulación.

Eficiencia del protocolo

La transmisión de los datos corre a cargo de los protocolos de red. Estos se ocupan de transmitir y gestionar los datos que se envían a los destinatarios de los mismos. Por eficiencia se entiende la relación entre datos transmitidos y datos útiles.

Para tareas cíclicas (poca información útil) la eficiencia es baja, mientras que para tareas acíclica (grandes cantidades de información) la eficiencia es alta.

Hay dos modos básicos de transmisión:

- ❖ Transmisión basada en mensajes, que requiere un diálogo completo para cada mensaje transmitido a cada estación.
- ❖ Transmisión basada en adición de tramas, que combina los datos de todos los elementos de red en un solo mensaje que se envía a todos ellos (Interbus).

En el método de adición de tramas, la eficiencia aumenta con el número de elementos de red. Además proporciona tramas de longitud fija y, por tanto, tiempos de transmisión constante, lo que permite determinar el tiempo de respuesta.

Seguridad

Cuando se elige un bus de campo, una eficacia elevada permite altas tasas de transferencia de datos. Esto se puede conseguir con sistemas que trabajen a bajas velocidades, lo cual proporciona una mayor protección de los datos que en los sistemas que se basan en las altas velocidades de transmisión, más susceptibles de ser afectados por interferencias electromagnéticas, y con menor alcance debido a las elevadas frecuencias de transmisión.

Expansión

La posibilidad de ampliación de un bus de campo viene dada por:

- ❖ La velocidad de transmisión
- ❖ La topología aplicable (bus, estrella, árbol, anillo, etc.)
- ❖ El máximo número de nodos de red conectables.
- ❖ Tipo de soporte de señal (cable, fibra óptica, radio, etc.)

Diagnóstico

Las funciones de diagnóstico deberían poderse realizar de forma rápida y sencilla, permitiendo una respuesta rápida por parte del usuario, reduciendo los tiempos de parada al mínimo.

Los componentes defectuosos deberían poderse sustituir al momento, sin afectar al resto de la red (con bus ASi, por ejemplo, si sustituimos un elemento defectuoso por otro nuevo, el Maestro del bus reconoce el nuevo elemento y lo configura automáticamente, asignándole los parámetros del antiguo).

Disponibilidad

Es, quizás, el punto más importante. Proporcionar elementos y recambios en plazos razonables de tiempo es la única manera de garantizar la aceptación por parte de integradores y usuarios finales de un determinado tipo de bus.

2.6.3 Buses de campo

A continuación se nombrarán algunos de los buses de campo más conocidos

ASi (Actuator-Sensor Interface)

ASi es un bus muy simple para conectar sensores y actuadores binarios con un PLC de manera económica. Típicamente se habla de un ahorro de entre el 15 y 40 % respecto al cableado tradicional. Usa un sistema de comunicación maestro/esclavo y la configuración de los nodos esclavos se realiza desde el maestro, usando el mismo bus, que es de topología libre.

MAP/TOP (Manufacturing Automation Protocol/Technical Office Protocol)

En 1980, General Motors inicia el desarrollo de MAP, un protocolo de comunicaciones capaz de alcanzar las grandes tasas de transferencia de información que se preveían en el entorno industrial. Simultáneamente, Boeing planeaba también eliminar las barreras de comunicación en sus oficinas, persiguiendo la integración de sistemas informáticos, las especificaciones que se elaboraron recibieron el nombre de TOP, y tenían muchos puntos en común con MAP, fusionándose más tarde.

ModBus (Modicon Bus)

Es un protocolo desarrollado por Modicon en 1979, utilizado para establecer comunicaciones Maestro-Esclavo y Cliente-Servidor entre dispositivos inteligentes y con dispositivos de campo.

Es ideal para la monitorización remota vía radio de elementos de campo (RTU, Remote Terminal Unit), tales como los utilizados en estaciones de tratamiento de agua, gas o instalaciones petrolíferas.

HART (Highway Adresable Remote Transducer)

Es desarrollado por Rosemount en los años 80, como protocolo abierto, formando un grupo de usuarios en 1990. Se trata de un protocolo muy difundido en la industria de procesos en donde se reemplaza el clásico captador de 4-20mA por un captador inteligente utilizando la técnica de modulación FSK (FrequencyShiftKeyin) superponiendo una señal de datos a la señal de medida de 4-20mA.

FF (Fieldbusfoundation)

Es un protocolo para redes industriales, específicamente para aplicaciones de control distribuido. Puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para aplicaciones con varios lazos complejos de control de procesos y automatización de la fabricación

Provee bloques de función: AI, DI, AO, DO, PID, que pueden intercambiarse entre la estación maestra (Host) y los dispositivos de campo. La longitud máxima por mensaje es de 256 bytes, lo que permite transferir funciones de control con el concepto de objetos

CAN (ControllerArea Network)

Este sistema fue diseñado originariamente por Bosch (1986) para su uso dentro de los automóviles reduciendo la cantidad de hilos conductores a principios de 1980. Actualmente se usa como bus multi-maestro para conectar dispositivos inteligentes de todo tipo (robots, ascensores, equipamiento médico)

DeviceNet

Impulsado por Allen Bradley en 1994 se implementa un protocolo de la capa 7 (aplicación) orientada a la conexión, sobre un protocolo CAN. Se trata de un link de

comunicaciones de bajo coste que conecta dispositivos industriales a la red y elimina los caros cableados a mano.

CANOpen

Se originó en el 1993 para el mundo de la automoción. Es un concepto de red basado en un sistema de bus serie CAN (ControllerArea Network) y la capa de aplicación CAL (CAN ApplicationLayer). Sus ventajas principales son su simplicidad, alta fiabilidad de transmisión y tiempos de reacción extremadamente cortos.

FIP- WorldFIP

Desarrollado en Francia a finales de los ochenta. Sus capas física y de aplicación son análogas a las de FoundationFieldbus H1 y Profibus PA. La división Norteamérica de WorldFIP se unió a mediados de los noventa a la FieldbusFoundation 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.

Profibus (Process Field Bus)

Es un estándar abierto, independiente de un vendedor en concreto. Se ha estandarizado en las normas europeas EN 50170 y EN 50254. Fue desarrollado en 1989 por el gobierno alemán junto con empresas del sector de la automatización.

Interbus

Se originó en Phoenix Contact en 1984. Usa una estructura maestro-esclavo para acceder al medio, más un sistema de "suma de tramas" (summation-frame) que envía todas las respuestas en un solo telegrama.

El medio más usado es un anillo sobre cableado RS-485 utilizado para hacer conexiones punto a punto. Interbus tiene el estándar DIN 19258.

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.

Ethernet IP

La red Ethernet se originó por Digital Equipment Corporation, Intel y Xerox en 1976. Se basa en el estándar IEEE 802.3. La principal ventaja de este sistema es su universalidad, encontraremos elementos de interconexión en prácticamente cualquier parte y debido a que cualquier ordenador viene provisto de un punto de conexión a red local Ethernet.

Existen diferentes versiones de Ethernet según la velocidad de transmisión: 10Base-T (10 Mbit/s.), Fast Ethernet (100 Mbit/s.), Gigabit Ethernet (1000 Mbit/s., aún en pruebas).

CAPÍTULO III:

REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL ASi

3.1 INTRODUCCIÓN

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

Ideal para aplicar en los niveles más bajos de automatización de planta, donde abundan los elementos de tipo binario (finales de carrera, sensores, electroválvulas, etc.).

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.

Está preparado para la integración en cualquier plataforma permitiendo la transmisión de señales digitales y analógicas relacionadas con el proceso y la maquinaria. Por otro lado, constituye una interfaz universal entre sencillos actuadores y sensores binarios.

En este capítulo también veremos los diferentes componentes AS-Interface que utilizamos para implementar la Red Asi en el sistema de llenado de líquidos del laboratorio de automatización De la Facultad de informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

3.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN

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.

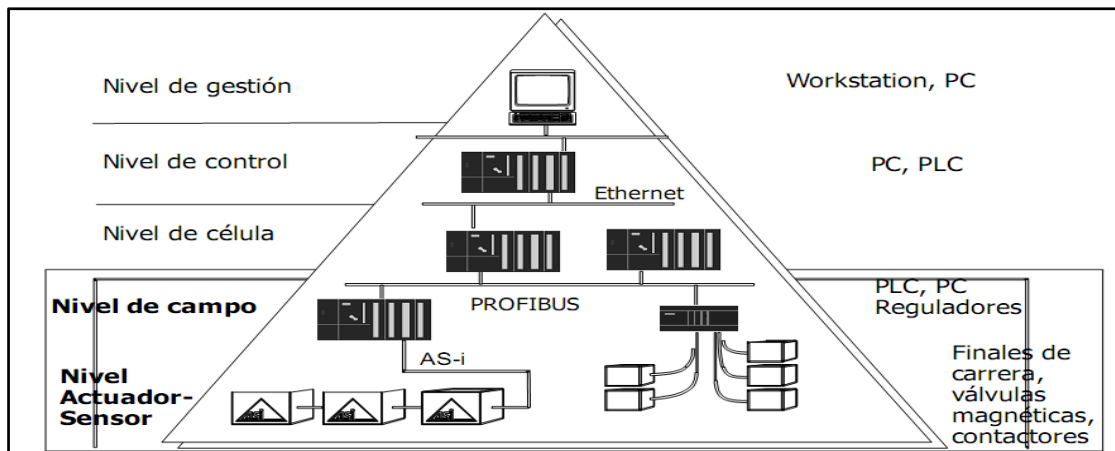


Figura III.18 Ubicación de ASi en la Pirámide de automatización²¹

ASInterface o ASi 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

²¹ Fuente: Bus de Accionadores y Sensores, AS-i. Manual didáctico. Telemecanique. Grupo Schneider. 1998

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

En 1992 se creó la ASInternationalAssociation, cuyas tareas fundamentales son:

- ❖ Difusión del concepto ASi.
- ❖ Informar a los usuarios y proporcionar soporte técnico sobre ASi.
- ❖ Estandarización de las normas ASi y revisión periódica de éstas.
- ❖ Certificación de los productos que se adapten a las normas de ASInterface, de forma que se garantice el correcto funcionamiento de éstos en cualquier red ASi 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 ASinterface se ha extendido considerablemente y las especificaciones iniciales se han revisado para adaptar el bus a las nuevas necesidades del mercado.

3.3 CONCEPTO ASi (Actuator Sensor Interface)

ASInterface es un sistema que responde a las necesidades de integración de los automatismos industriales. Permite conectar rápidamente sensores y accionadores al autómatas programable a través de un cable único que realiza a la vez la transmisión de datos y la alimentación de los sensores. El sistema ASInterface sustituye con todas las ventajas al cableado paralelo entre el autómatas y los sensores/accionadores.

ASInterface es un estándar industrial abierto y respaldado por la asociación ASInternational. Esta asociación cuenta entre sus miembros con los líderes del mercado de los sensores, los accionadores, los autómatas programables y los conectores.

ASInterface es un sistema abierto y garantiza la capacidad de intercambio y interoperabilidad entre los diferentes productos del mercado. Esta garantía está asegurada por la certificación ASInterface.

ASInterface se utiliza actualmente en gran medida en numerosos sectores de la industria: máquinas de ensamblaje, transporte, manutención,

3.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- ❖ Principio de funcionamiento basado en la técnica de sondeo con un maestro y varios esclavos
- ❖ Ideal para la interconexión de sensores y actuadores binarios.
- ❖ En el tiempo máximo es de 5 ms. Es decir en 5 ms (máximo) se conoce el valor de todos los esclavos.
- ❖ A través del cable AS-i tiene lugar tanto el intercambio de datos entre sensores/actuadores (esclavos AS-i) y el maestro AS-i como también la alimentación de corriente de los sensores y actuadores.
- ❖ Es posible comunicación con módulos analógicos.
- ❖ Cableado sencillo y económico. Típicamente se habla de un ahorro de entre el 15 y 40 % respecto al cableado tradicional.
- ❖ El cable ASi es autocatritzante y está codificado mecánicamente para evitar su polarización incorrecta.
- ❖ Admite cualquier topología de la red (incluyendo topologías mixtas), con una longitud máxima de 100 metros sin repetidores con caída de tensión máxima de 3V.
- ❖ La tensión de operación de los esclavos debe estar entre 26.5 V y 31.6 V.
- ❖ Típicamente la corriente de consumo de cada esclavo es de 200 mA.
- ❖ Permite la conexión de sensores y actuadores No AS-i mediante módulos activos.

- ❖ Un maestro puede controlar hasta 31 esclavos con direccionamiento estándar aunque este número llega a 62 con direccionamiento extendido
- ❖ Hasta 124 sensores y 124 actuadores binarios con direccionamiento estándar.
- ❖ Hasta 248 sensores y 186 actuadores binarios con direccionamiento extendido.
- ❖ La velocidad de transferencia (Baudrate) es de 167 Kbit/s.
- ❖ Es posible la comunicación con módulos analógicos.
- ❖ El direccionamiento de los esclavos es electrónico, mediante el maestro, o con dispositivo específico de direccionamiento.
- ❖ Las estaciones (esclavos AS- i) conectadas al cable AS- i pueden ser sensores/actuadores con conexión AS- i integrada o bien módulos AS- i, a los que se pueden conectar en cada caso hasta ocho sensores/actuadores binarios convencionales.
- ❖ Grado de protección IP-65/67 (*véase Anexo I*), para ambientes exigentes.

3.5 VENTAJAS DEL SISTEMA ASi

Cuando se quiere automatizar un proceso, es necesario utilizar una gran cantidad de sensores y actuadores. Por ejemplo, en un centro de logística, donde los detectores de ultrasonidos se encargan de averiguar la posición de un paquete dentro de la cinta transportadora, o en una embotelladora de bebidas, donde hay que controlar el nivel de llenado, o en una fundición, donde los perfiles en T tienen que ser colocados en su posición correcta. Los sensores son “los ojos y los oídos” para el control del proceso, y están distribuidos en todas las partes de la instalación.

El cableado de cada uno de los sensores y actuadores se ha realizado durante mucho tiempo según la tecnología tradicional: cada uno de los sensores y actuadores se cablean directamente al PLC de control. De esta forma es necesario utilizar una gran cantidad de cables, conectados al PLC en su correspondiente armario de distribución. La tecnología actual es la denominada técnica del bus, ya utilizada desde hace tiempo en el nivel de fabricación y proceso. Esta tecnología es la empleada con el bus ASInterface desde mediados de los años 90, para la conexión en red de sensores y actuadores (nivel Actuador/Sensor).

La seguridad de ASInterface es muy buena (*véase Anexo II*),

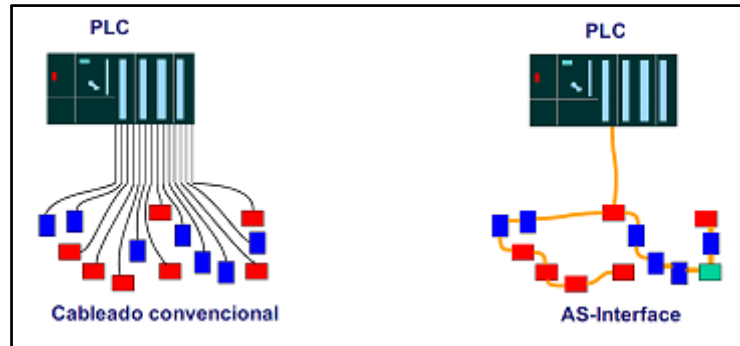


Figura III.19 Comparativa gráfica entre el sistema convencional y con ASi²²

3.6 EL CHIP ASIC

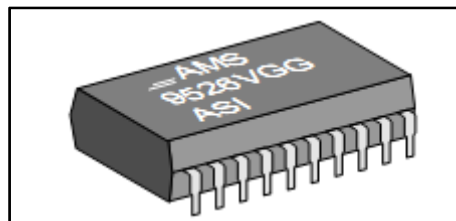


Figura III.20 Chip ASIC²³

Las funcionalidades de los componentes de las redes ASi giran en torno a un circuito integrado específico que reúne en una sola pastilla todos los elementos electrónicos necesarios para las comunicaciones y el control de entradas y salidas del esclavo ASinterface.

Este circuito se encuentra localizado:

- ❖ En el sensor o actuador. En este caso hablamos de sensores o actuadores ASinterface
- ❖ En las interfaces de entradas y salidas, en donde los sensores o actuadores tradicionales pueden ser conectados

²²**Fuente:** GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 58

²³**Fuente:** RODRÍGUEZ, A., Sistemas SCADA., 2da. Ed., Barcelona-España., Marcombo, S.A., 2007., pág. 317

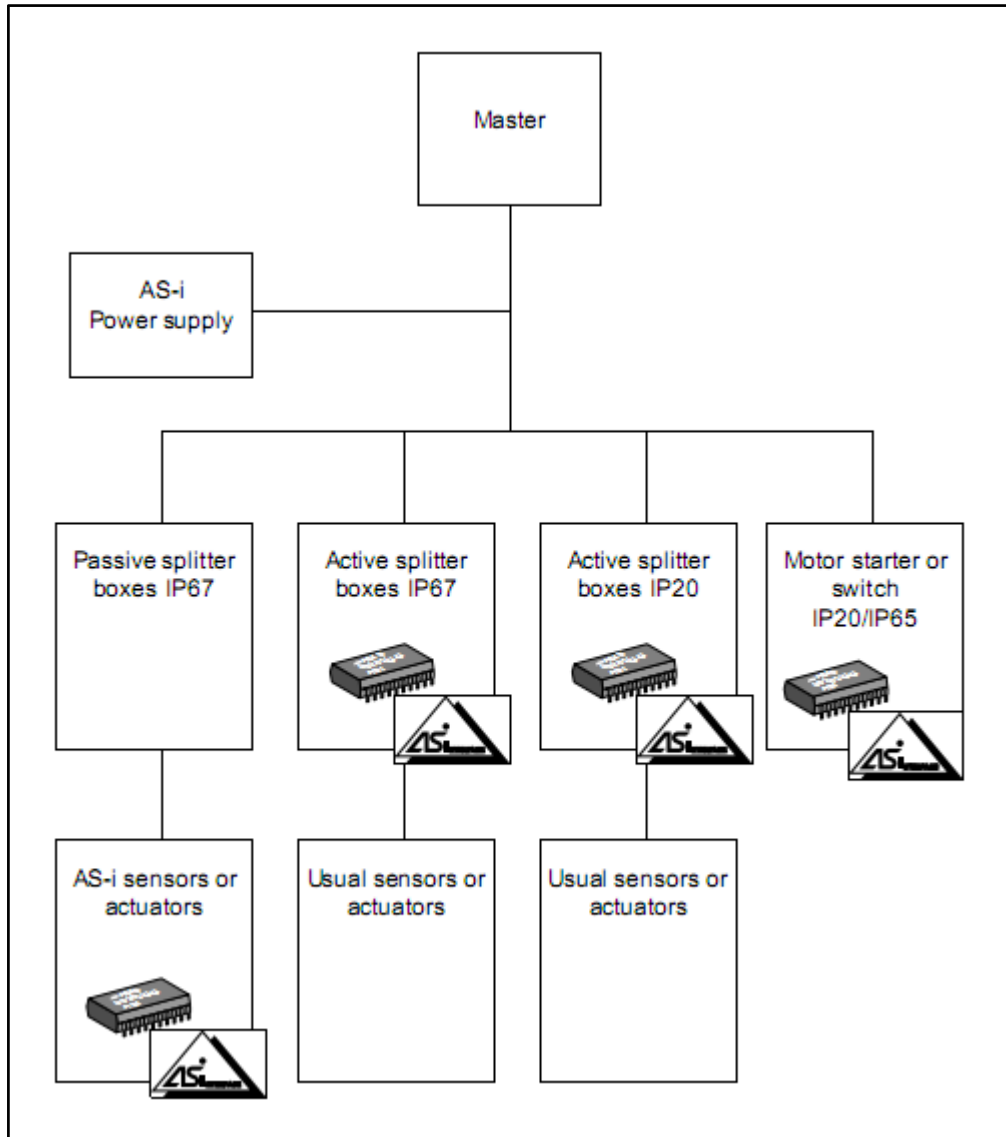


Figura III.21 Diferentes localizaciones del ASIC²⁴

Los circuitos integrados que realizan este tipo de funciones concretas se denominan ASIC (Application Specific Integrated Circuit – Circuito Integrado para Aplicación Específica). En la práctica hay un ASIC por cada esclavo.

Las principales funciones de este circuito integrado son:

- ❖ Intercambiar con el maestro de bus la información referente a las entradas y salidas del esclavo.
- ❖ Notificar datos sobre el estado operativo de cada entrada (sensor) o salida (actuador).

²⁴Fuente: http://www.dee.hcmut.edu.vn/vn/ptn/sch/download/Network_Architecture/AS_i_bus.pdf

Aunque el chip ASi se encuentra en todos los esclavos, esto no quiere decir que realizan la misma función, ya que esta viene determinada por los Perfiles (*Véase Anexo3*) que son los identificadores que permite distinguir los esclavos (módulos, sensores, actuadores) independientemente del fabricante.

3.7 CAMPOS DE APLICACIÓN SISTEMAS ASinterface

3.7.1. Para aplicaciones industriales

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

3.7.2. Para zonas asépticas y húmedas

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.

3.7.3. Para zonas explosivas(ExProof)

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.

3.7.4 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 ASInterface.

3.7.5. ASInterface como sistema práctico

ASInterface es un sistema que ofrece varios métodos para conseguir un propósito final. Por un lado, ASInterface tiene módulos de E/S clásicos como puede tener cualquier otro sistema de bus, pero con la diferencia que ASInterface, 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 ASInterface 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 ASInterface), 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.

3.8 COMPONENTES SISTEMAS ASInterface

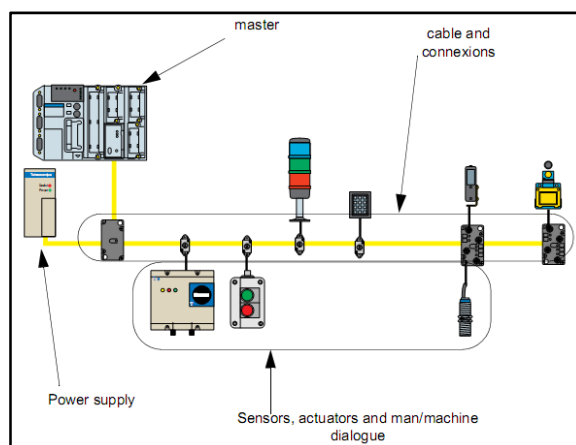


Figura III.22 Componentes sistemas ASi²⁵

²⁵ Fuente: User guide Actuator-sensors interface ASi-bus, Schneider-Electric

Los componentes básicos de los sistemas ASinterface son:

- ❖ El maestro ASinterface
- ❖ La fuente de alimentación ASinterface
- ❖ Los esclavosASinterface
- ❖ Los cables y conectores
- ❖ Otros componentes ASinterface

3.8.1 Maestro AS- interface

As-i es una red mono maestro, es decir, sólo permite la existencia de un maestro en la red. Esto posibilita que el protocolo de comunicación de la red sea mucho más sencillo, simplificando la electrónica de red.

El Maestro de una red AS-Interface es el encargado de recibir todos los datos que viajan a través de la red y enviarlos al PLC correspondiente. También es el que organiza todo el tráfico de datos y en caso de que fuera necesario pone los datos de los sensores y actuadores a disposición del PLC o de un sistema de bus superior.

Además de todo esto, los maestros envían parámetros de configuración a los esclavos y supervisan la red constantemente suministrando datos de diagnóstico, por lo que son capaces de reconocer fallos en cualquier punto de la red, indicar de qué tipo de fallo se trata y determinar el esclavo que lo originó.

Los Maestros AS-i pueden ser de dos tipos: estándar o extendidos. En el primer caso, podrán direccionar 31 esclavos de tipo estándar. En el segundo caso, el maestro será capaz de direccionar hasta 62 esclavos extendidos, aunque por supuesto también permite la conexión de esclavos estándar.

En función de las capacidades del maestro se distinguen los modelos M0, M1 y M2 para los maestros estándar y M0e, M1e, M2e para los extendidos.

Algunos maestros AS-i pueden ser simultáneamente esclavos Profibus (o de otra red de nivel superior), facilitando la tarea de comunicación entre niveles, ya que hace las veces de pasarela sin la necesidad de realizar una configuración adicional.

Al transcurrir el Es el componente central del sistema. Su función consiste en gestionar el intercambio de datos con los interfaces y los componentes (denominados también esclavos) repartidos por la instalación.

El maestro puede:

- Integrarse en un autómata, en forma de extensión.
- Conectarse a un bus de campo (por ejemplo, Profibus). Es lo que se denomina una pasarela o gateway.

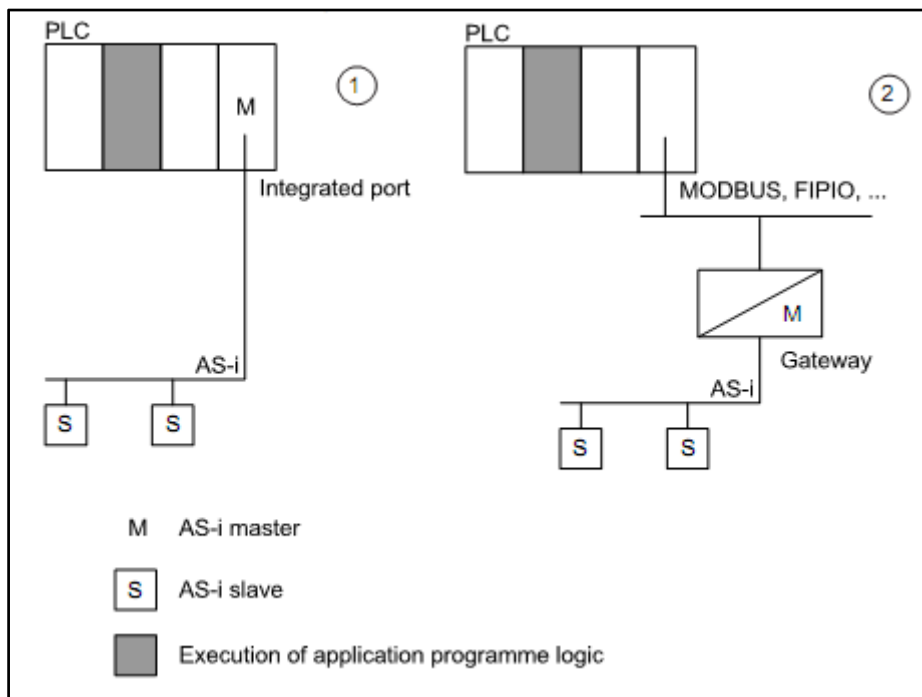


Figura III.23 Formas de Integración del maestro ASi²⁶

3.8.1.1 Perfiles de los maestros

Las especificaciones de ASinterface determinan un número de funcionalidades relativas al bus:

- ❖ lectura y escritura de entradas/salidas,
- ❖ modificación de los parámetros del esclavo,
- ❖ test del bus,
- ❖ verificación de los esclavos existentes en relación a la configuración inicial.

²⁶ Fuente: http://www.dee.hcmut.edu.vn/vn/ptn/sch/download/Network_Architecture/AS_i_bus.pdf

Para reducir costes y facilitar su uso, muchos buses ASInterface sólo se equipan función de lectura y escritura de entradas/salidas.

Para escoger el maestro es necesario conocer sus posibilidades. Las especificaciones ASInterface definen tres perfiles maestro M0, M1 y M2 (ver página siguiente).

En un bus ASInterface, el maestro responde a un perfil específico (M0, M1, M2) con unas funciones particulares:

Tabla III.IV Tipos de perfiles maestros ASInterface²⁷

	Perfil	Funciones
Perfil mínimo	M0	Lectura y escritura de datos entrada/salida
Perfil reducido	M2	Lectura y escritura de datos entrada/salida Modificación de parámetros del esclavo
Perfil completo	M1	Lectura y escritura de datos entrada/salida Modificación de parámetros del esclavo Test/diagnóstico de la red Verificación de la configuración proyectada en relación con la configuración real.

Estas funciones son imprescindibles para obtener la calificación de tipo.

Los maestros pueden tener funciones adicionales además de las del perfil.

3.8.1.2 Modos de funcionamiento del maestro

El bus ASInterface ofrece dos modos de funcionamiento distintos:

Modo configuración: en este modo todos los esclavos conectados al bus están activados.

- ❖ el maestro no tiene en cuenta ninguna configuración de referencia y dialoga directamente con la configuración detectada.
- ❖ en este modo no se puede realizar ningún direccionamiento automático

²⁷ **Fuente:** Bus de Accionadores y Sensores, AS-i. Manual didáctico. Telemecanique. Grupo Schneider. 1998

Modo protegido: este es el modo por defecto y el más utilizado. El maestro sólo dialoga con los esclavos proyectados en la configuración y detectados en la red.

- ❖ este es el único modo en el que se puede realizar direccionamientos automáticos.

Direccionamiento automático

- ❖ Las principales características para el proceso de direccionamiento automático son:
- ❖ El direccionamiento automático consiste en asignar una dirección a los aparatos nuevos del bus que sustituyen a los aparatos defectuosos, de forma transparente para el usuario, siempre que tengan el mismo perfil.
- ❖ El maestro gestiona el nuevo direccionamiento sin que intervenga el usuario
- ❖ Se necesita un maestro con perfil M2 como mínimo y que disponga de información sobre la configuración del bus (tipo, dirección, perfil de esclavos)
- ❖ Cuando falla un esclavo, se sustituye por otro con el mismo perfil y dirección nula (todo producto ASinterface debe suministrarse con dirección nula)
- ❖ El maestro lo detecta automáticamente y le atribuye la dirección y los parámetros del aparato defectuoso utilizando las tablas adecuadas
- ❖ La asignación de la dirección se realiza en varios ciclos (pueden ser varias decenas de ciclos ASinterface).

Ahora veremos, conoceremos, analizaremos al maestro que se utilizó para mi tesis.

3.9 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE COMUNICACIÓN HARDWARE

3.9.1 Descripción del Módulo Maestro ASinterfaceTWDNOI10M3

El módulo maestro TWD NOI 10M3 para sistema de cableado AS-Interface confiere al controlador Twido (versión u 2.0) la función de maestro AS-Interface.

El sistema de cableado consta de una estación maestra (controlador Twido) y varias estaciones esclavas. El maestro que incluye el perfil AS-Interface interroga uno a uno a todos los equipos conectados al sistema de cableado AS-Interface y almacena la información (estado de los sensores/accionadores, estado de funcionamiento de los equipos) en la memoria del controlador. La gestión de la comunicación con el sistema

de cableado AS-Interface es totalmente transparente para el programa de aplicación Twido.

3.9.1.1 Componentes del Maestro ASinterface TWDNOI10M3

En el diagrama siguiente se muestra los distintos componentes del módulo maestro ASi TWDNOI10M3.

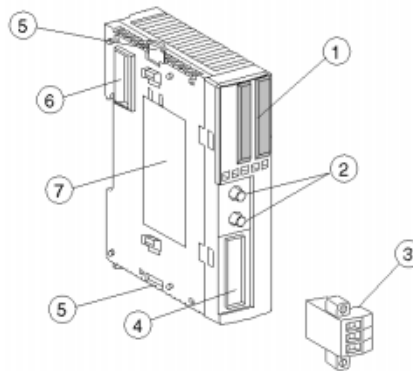


Figura III. 24Módulo Maestro Asinterface Twdnol10m3²⁸

Tabla III.V Elementos de módulo maestro Asinterface TWDNOL103²⁹

Nº	Componente	Descripción
1	Visualización	<p>LED de pantalla de estado: Indican el estado del módulo AS-Interface.</p> <p>Indicadores LED de E/S: Indican el estado de las E/S de un esclavo especificado por los indicadores LED de dirección.</p> <p>Indicadores LED de dirección: Indican las direcciones de esclavo.</p>

²⁸**Fuente:** [http://www.global-download.schneiderelectric.com/8525773E00058BDC/all/6FBE454038612F308525776600789D9C/\\$File/eio000000611.02.pdf](http://www.global-download.schneiderelectric.com/8525773E00058BDC/all/6FBE454038612F308525776600789D9C/$File/eio000000611.02.pdf)

²⁹**Fuente:** [http://www.global-download.schneider-electric.com/8525773E00058BDC/all/6FBE454038612F308525776600789D9C/\\$File/eio000000611.02.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/8525773E00058BDC/all/6FBE454038612F308525776600789D9C/$File/eio000000611.02.pdf)

2	Pulsadores	Permiten seleccionar una dirección de esclavo, así como cambiar la modalidad.
3	Terminal de usuario	Se conecta al cable AS-Interface.
4	Conector del cable ASInterface	Para conectar el terminal de usuario.
5	Botón de retención	Permite retener o liberar el módulo de un controlador.
6	Conector de ampliación	Permite llevar a cabo la conexión del controlador o los módulos de ampliación a otro módulo de E/S.
7	Etiqueta del producto	Indica la referencia y las especificaciones del módulo

3.9.1.2 Características del Maestro ASinterfaceTWDNOI10M3

Tabla III.VI Características del módulo maestro Asinterface TWDNOL103³⁰

Características	Especificaciones	
Temperatura ambiente de funcionamiento		De 0 a 55 °C (de 32 a 131 °F)
Temperatura de almacenamiento		De -25 a 70 °C (de -13 a 158 °F)
Humedad relativa		Del 30 al 95% (sin condensación)

³⁰ Fuente: [http://www.global-download.schneider-electric.com/8525773E00058BDC/all/6FBE454038612F308525776600789D9C/\\$File/eio000000611.02.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/8525773E00058BDC/all/6FBE454038612F308525776600789D9C/$File/eio000000611.02.pdf)

Grado de contaminación	IEC 60664	2
Grado de protección	IEC 61131-2	IP20
Inmunidad a la corrosión		Libre de gases corrosivos
Altitud		Funcionamiento: 2000 m (6.560 ft.) máx. Transporte: 3.000 m (9.840 ft.) máx.
Resistencia a las vibraciones	IEC 60028	<p>Montado sobre un segmento DIN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0,075 mm (0,003 pulg.) amplitud fija de 10 a 57 Hz • 9,8 m/s² (1 gn) aceleración fija de 57 a 150 Hz (2 horas por eje en cada uno de los tres ejes perpendiculares entre sí) <p>Montado sobre la superficie de un panel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,6 mm (0,06 pulg.) amplitud fija de 2 a 25 Hz • 39,2 m/s² (4 gn) aceleración fija de 25 a 100 Hz (90 mn por eje en cada uno de los tres ejes perpendiculares entre sí)
Resistencia a los golpes	IEC 61131	<ul style="list-style-type: none"> • 147 m/s² (15 gn) para una duración de 11 ms (3 golpes por eje en los tres ejes perpendiculares entre sí)
Fuente de alimentación externa		<ul style="list-style-type: none"> • Fuente de alimentación de AS-Interface, de 29,5 a 31,6 V CC
Corriente consumida en el bus AS-Interface		Normalmente 65 mA / 110 mA como máximo

Protección contra la inversión de polaridad en las entradas del bus		Si
Conector en el módulo		MSTB2.5/3-GF-5.08BK
Número medio de inserciones y extracciones del conector		100 veces como mínimo
Corriente consumida en el bus de ampliación		80 mA (5 V CC)
Peso		85 g (3 onzas)

3.9.1.3 Dimensiones

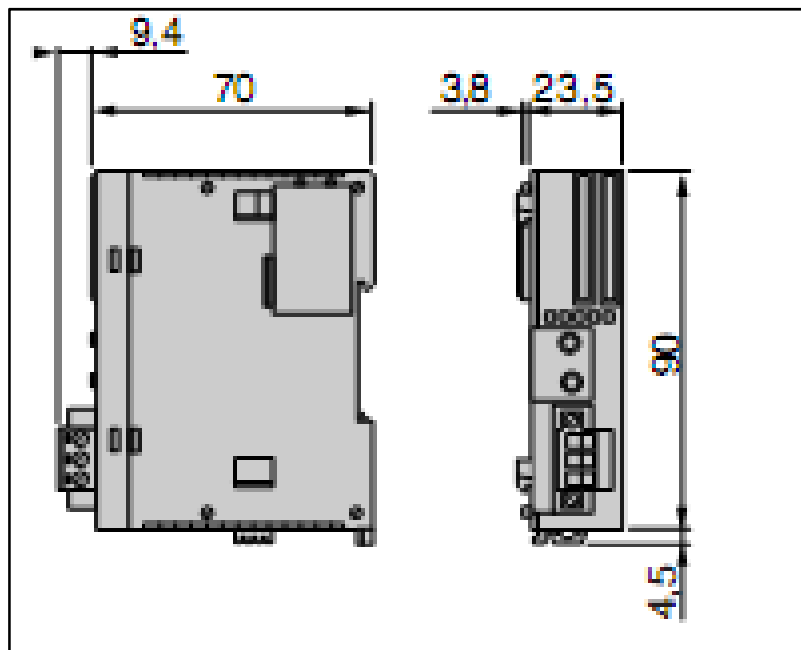


Figura III.25 Dimensiones módulo TWD NOI 10M3³¹

³¹ Fuente: Sistema de cableado AS-interface, 2005

3.9.2 Fuente de Alimentación ASinterface

Suministra una tensión MBTP (muy baja tensión de protección) de 29,5 a 31,6 V para los interfaces y componentes alimentados por la línea ASInterface.

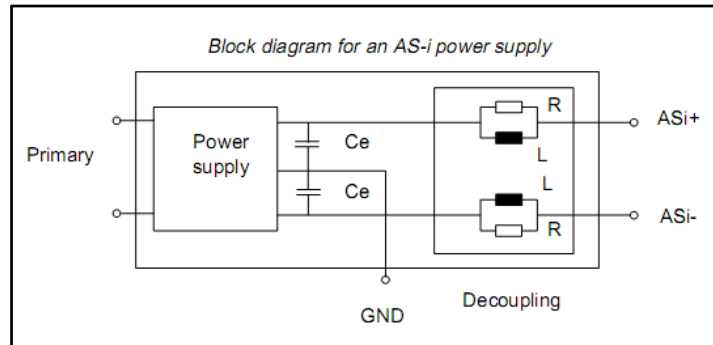


Figura III. 26 Diagrama de bloques de una fuente ASI³²

3.9.2.1 Fuente ASInterface ABLM 3024

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.

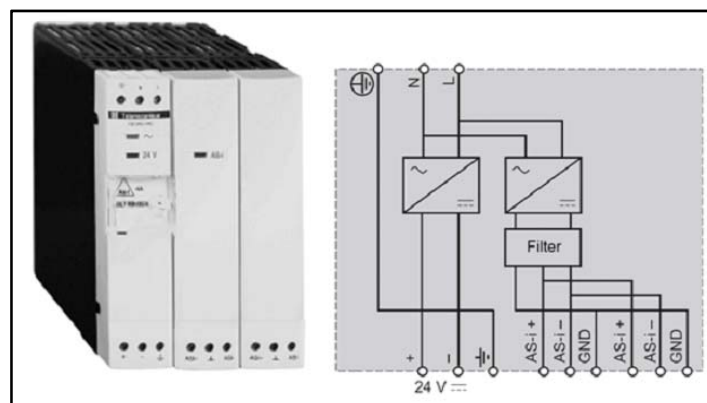


Figura III.27 ASI ABL M3024 y su esquema³³

³² Fuente: http://www.dee.hcmut.edu.vn/vn/ptn/sch/download/Network_Architecture/AS_i_bus.pdf

Como los datos y la alimentación se transmiten por el mismo bus, la fuente de alimentación realiza la desconexión de los datos de comunicación para que estos sean sobrepuestos en la alimentación. Está protegida contra las sobrecargas y los cortocircuitos. Sólo se puede conectar este tipo de alimentación a la línea ASInterface. Puesto que la corriente en el cable ASInterface está limitada, a veces es necesario alimentar determinados circuitos, concretamente los accionadores, directamente o por medio de salidas de interfaces, con una alimentación 24 Vcc estándar separada. Es posible en tal caso utilizar una alimentación doble: ASInterface y 24 Vcc.

3.9.3 Esclavo AS- interface

Todas las estaciones que pueden ser aludidas desde un maestro AS- i reciben el nombre de esclavos AS- i.

3.9.3.1 Tipos de esclavos AS- i según la técnica de montaje

Se ofrecen esclavos AS- i con las siguientes técnicas de montaje:

- ❖ Sensores/actuadores con conexión AS- i integrada

Los sensores/actuadores con conexión AS- i integrada se pueden conectar directamente al AS- Interface.

- ❖ Módulos AS- interface

Los módulos AS- i con esclavos AS- i a los que se pueden conectar sensores y actuadores convencionales.

3.9.3.2 Tipos de esclavos AS- i según el espacio de direccionamiento

Se ofrecen esclavos AS- i con los siguientes espacios de direccionamiento:

- ❖ Esclavo AS- i Standard

³³**Fuente:** Sistema de cableado AS-interface, 2005

Cada esclavo AS- i Standard ocupa una dirección en el AS- Interface. Se pueden conectar hasta 31 esclavos AS- i Standard al AS- Interface.

❖ Esclavos AS- i con espacio de direccionamiento extendido (esclavos A/B)

Los esclavos AS- i con espacio de direccionamiento extendido se pueden utilizar por parejas, gracias a un sistema de direccionamiento de 2 bancos (direccionamiento denominado extendido o A/B). Con esto se duplica a 62 el número de esclavos AS- i que puede ser aludido.

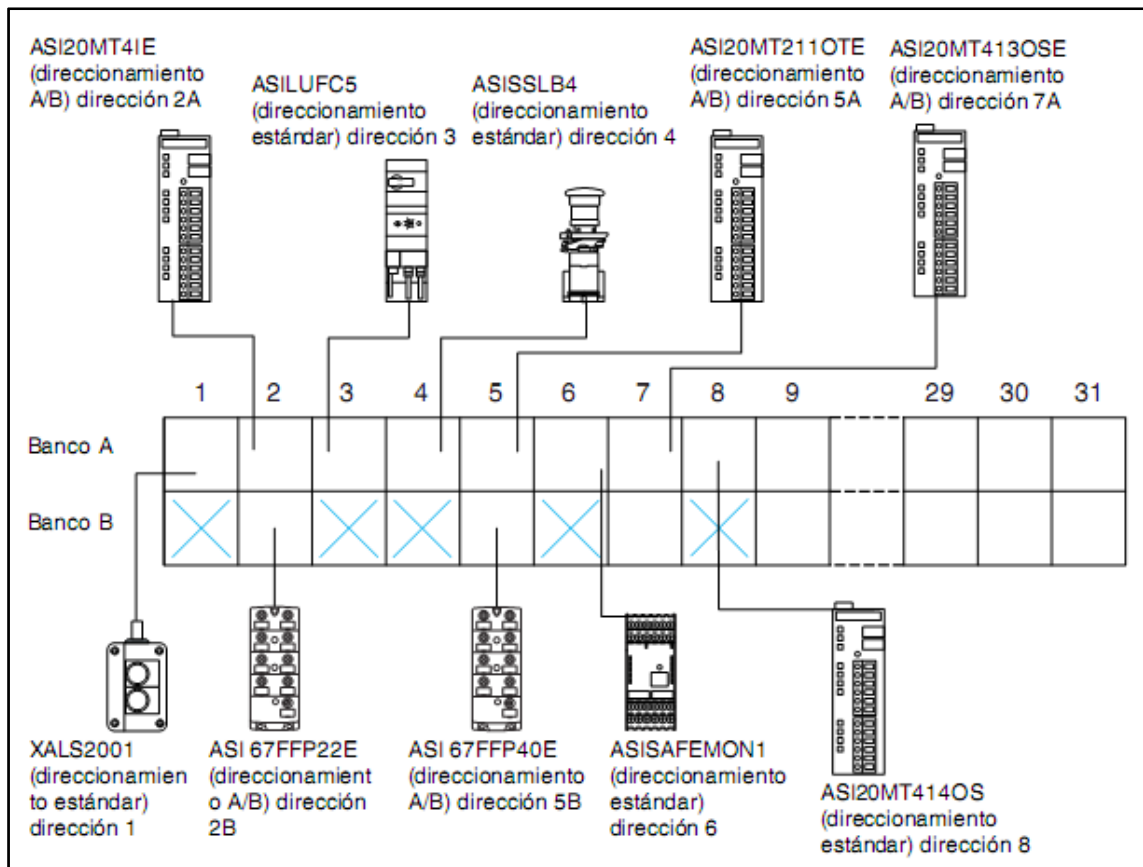


Figura III.28 El direccionamiento extendido o A/B³⁴

3.9.3.3 Perfil de los esclavos

Cada esclavo que se conecta al bus ASi está definido por el perfil X.Y.

³⁴ Fuente: User guide Actuator-sensors interface ASi-bus, Schneider-Electric

El perfil se determina por un "Código I/O" y un "Código ID - Código de identificación".

El código I/O permite caracterizar la clase(s) de elemento que se puede conectar a un esclavo: entrada, salida, elementos bidireccionales ó 3 estados. El tipo de conexión está representado por 16 códigos de 0 á F caracterizando el esclavo a nivel de su interface con el bus. Esta identificación se refleja en las informaciones D0 a D3.

La codificación de 0 a F (letra X del perfil) se define en la tabla de perfiles de esclavos (*véase Anexo 3*).

El "Código de identificación" permite diferenciar esclavos con el mismo "código I/O". Este código de identificación (letra Y del perfil) se define por un valor de 0 á F.

Algunos "códigos de identificación" ya están estandarizados (*véase Anexo 3*). Si un fabricante define un nuevo modelo de esclavo, su "Código de identificación" debe ser acordado por los miembros de la asociación ASi.

3.9.3.4 Esclavos ASI 67FMP44D

Los interfaces ASI 67F permiten conectar los sensores y accionadores tradicionales y concretamente los detectores de proximidad, los detectores fotoeléctricos y los interruptores de posición en el sistema de cableado AS-Interface.

Se montan directamente en la máquina, lo más cerca posible de los sensores y los accionadores, gracias a su índice de protección IP 67.

Los sensores y accionadores se conectan al interface mediante conectores de tipo M12. Según el modelo, la línea AS-Interface así como la eventual alimentación auxiliar se conectan según uno de los siguientes modos:

- ❖ Directamente a los cables planos por toma vampiro (2 posiciones de montaje posibles).
- ❖ A través de un conector tipo M12.

3.9.3.5 Características

Los interfaces ASI 67F tienen las siguientes características fundamentales:

Tabla III.VII Características esclavos ASI 67F³⁵

Versión AS-Interface		V2.1
Fuente de alimentación AS-Interface		V 26.5...31.6
Protección		Contra la inversión de polaridad
Conexión		En el terminal de direccionamiento Conector tipo "Jack" (para ASI 67FFP●●●) Conector tipo M12 (para ASI 67FMP●●●)
Señalización de diagnóstico	Presencia de alimentación AS-Interface	LED verde
	Presencia de la alimentación auxiliar	LED verde
	Defecto	LED rojo
	Estado de las entradas/salidas	LED amarillo

³⁵ Fuente: Sistema de cableado AS-interface, 2005

3.9.3.6 Descripción

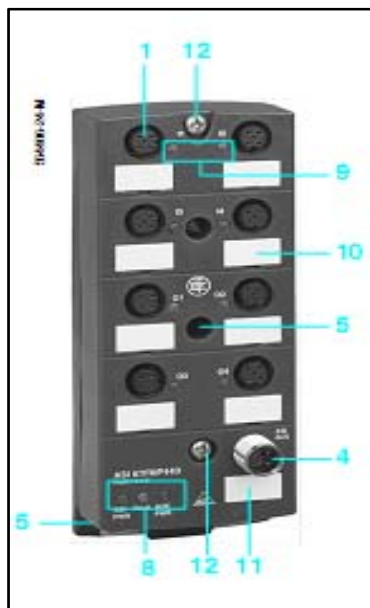


Figura III.29 Descripción esclavos ASI 67F³⁶

Los interfaces Descripción esclavos ASI 67F ASI 67F incluyen:

- ❖ Conectores de tipo M12 para conectar sensores y accionadores.
- ❖ Conexión para cable plano amarillo (línea AS-Interface).
- ❖ Conexión Conectores de tipo M12 para conectar la línea AS-Interface y la alimentación auxiliar; permite también la conexión para el direccionamiento con un cable de conexión ASI TERACC1F.
- ❖ Orificios para tornillos de fijación.
- ❖ Dispositivo de enganche sobre perfil simétrico de 35 mm.
- ❖ Conector tipo “Jack” para la conexión de un cable ASI TERACC2 para terminal ASI TERV2 ó XZ MC11.
- ❖ LED de diagnóstico.
- ❖ LED de estado de las entradas/salidas.
- ❖ Etiquetas de referenciado de las vías.
- ❖ Etiqueta de referenciado del interface.
- ❖ Tornillos de fijación del interface a la base.
- ❖ para cable plano negro (alimentación auxiliar), según el modelo.

³⁶ Fuente: Sistema de cableado AS-interface, 2005

3.9.3.7 Instalación de los módulos de conexión directa (toma vampiro)

Este modo de conexión de las líneas AS-Interface y de la alimentación auxiliar permite llevar a cabo un montaje sencillo y rápido, sin accesorios de conexión, así como limitar las longitudes del cable AS-Interface.

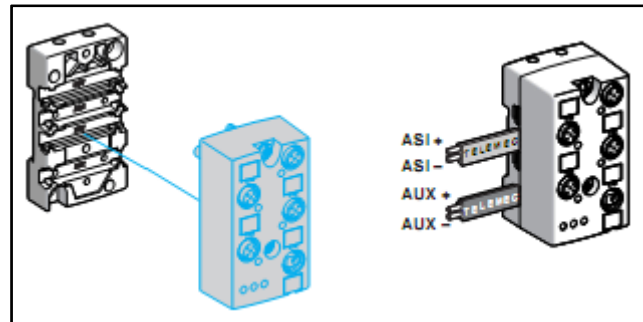


Figura III.30 Ejemplo de conexión en módulo de 4 vías³⁷

3.9.4 Cables y Conectores

3.9.4.1 Cables

El cable ASi es el rasgo más distintivo de esta tecnología.

El sistema ASi se ha concebido para posibilitar la transmisión de alimentación y datos con los elementos conectados al bus mediante un único cable bifilar.

El cable ASi estándar es un cable bifilar, plano, robusto y flexible, con las siguientes dimensiones:

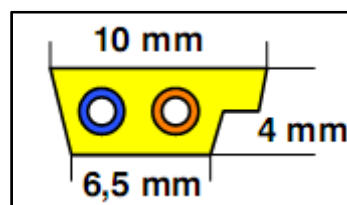


Figura III.31 Dimensiones cable ASi³⁸

El cable está envuelto por una cubierta codificada mecánicamente para prevenir posibles problemas de polaridad.

³⁷ Fuente: Sistema de cableado AS-interface, 2005

³⁸ Fuente: User guide Actuator-sensors interface ASi-bus, Schneider-Electric

Esta cubierta está hecha de un material denominado autocicatrizante, que cierra las perforaciones de conexión al retirar los elementos de bus (módulos esclavos, derivaciones, etc.).

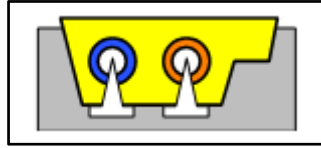


Figura III.32 Conexión cable ASI³⁹

En función del entorno de instalación, el cable varía su recubrimiento:

Los diversos cables de perfil AS- i se diferencian en el material de la envoltura:

- ❖ EPDM - goma
 - Aplicación en zonas protegidas con escasas influencias de agentes químicos
- ❖ TPE - elastómero termoplástico - compuesto de PVC especial
 - Para aplicaciones más exigentes en cuanto a la resistencia a los agentes químicos
 - Autorización UL/CSA
- ❖ PUR - poliuretano
 - Para aplicaciones más exigentes en cuanto a la resistencia a los agentes químicos
 - Área alimentaria
 - Cables y cadenas de alimentación y arrastre (menor abrasión)
 - Autorización para construcciones navales

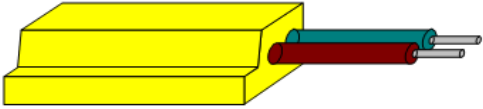
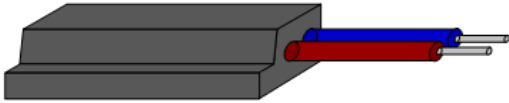
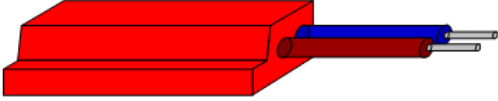
Dos aspectos importantes a tener en cuenta en el cable a utilizar son:

- ❖ La resistencia eléctrica para la distribución de corriente a los distintos componentes conectados (hasta 8 A, según fuente de alimentación).
- ❖ Las características como línea de transmisión debido a la frecuencia de transmisión de los datos.

³⁹ Fuente: User guide Actuator-sensors interface ASI-bus, Schneider-Electric

En una red industrial ASi nos podemos encontrar con cables perfilados de los siguientes colores:

Tabla III.VIII Tipos de cables perfilados según su aplicación.⁴⁰

Tipo de cable	Color externo	Aplicación
	Amarillo	Bus ASi portador de datos + alimentación
	Negro	Alimentación auxiliar de esclavos a 24 VDC
	Rojo	Alimentación auxiliar de esclavos a 220 VAC

Es recomendable una distancia de 100 m bajo condiciones normales para cualquier tipo de topología sin elementos adicionales de expansión como se muestra a continuación:

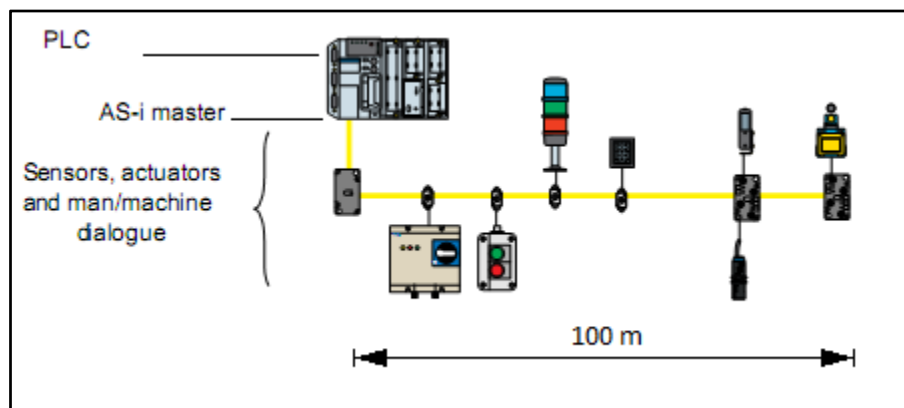


Figura III.33 Distancia red ASi sin elementos de expansión⁴¹

Se puede realizar una ampliación de la red ASi mediante la implementación de repetidores, que pueden ser ubicados en la red en un número máximo de 2. Los repetidores regeneran la señal a la vez que aíslan galvánicamente los segmentos por lo

⁴⁰ Fuente: GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 58

⁴¹ Fuente: http://www.dee.hcmut.edu.vn/vn/ptn/sch/download/Network_Architecture/AS_i_bus.pdf

una fuente de alimentación ASi es requerida en los segmentos formados por cada repetidor.

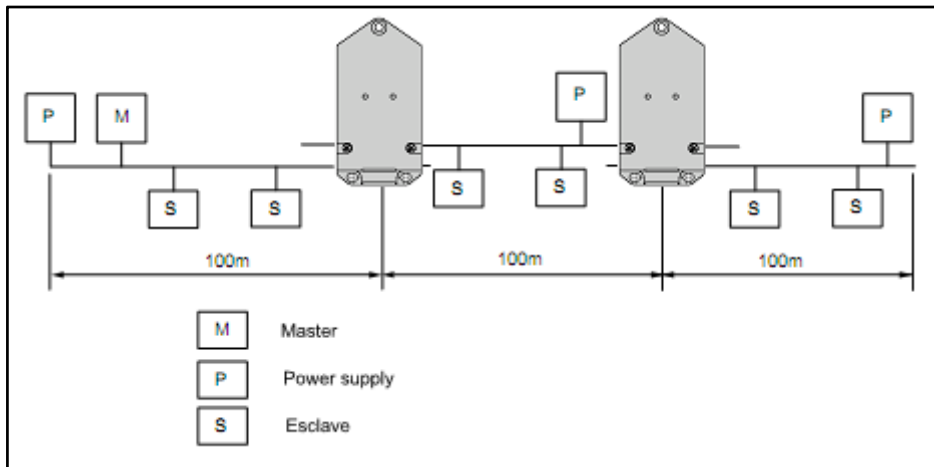


Figura III.34 Distancia red ASi con repetidores⁴²

3.9.4.2 Conectores

En cuanto a los conectores, estos se utilizan cuando se quiere conectar un dispositivo estándar, ya sea un sensor o actuador, a esclavos del bus ASi

Estos conectores están formados por una carcasa y cinco conexiones. Estas conexiones pueden tener una finalidad diferente según el componente aplicado, sensor a dos hilos o a tres hilos, sensor digital o analógico, etc.

- Conexión eléctrica mediante tomas vampiro adaptadas para cables planos negro y amarillo normalizados AS-Interface.

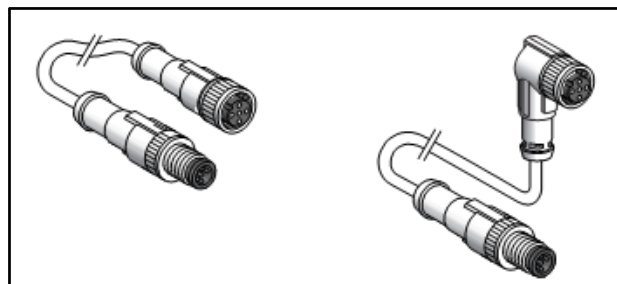


Figura III.35 Conectores para esclavos ASi⁴³

⁴² Fuente: http://www.dee.hcmut.edu.vn/vn/ptn/sch/download/Network_Architecture/AS_i_bus.pdf

⁴³ Fuente: Sistema de cableado AS-interface, 2005

3.9.5 Conexión de sensores/actuadores estándar mediante módulos AS-i.

- ❖ Sensor de dos hilos PNP.

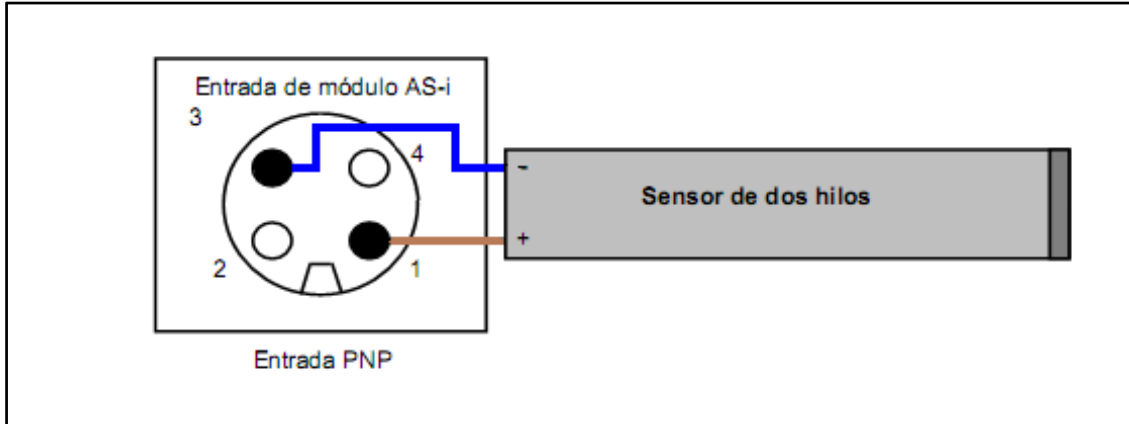


Figura III.36 Conexión Sensor de dos hilos⁴⁴

- ❖ Sensor de tres hilos PNP.

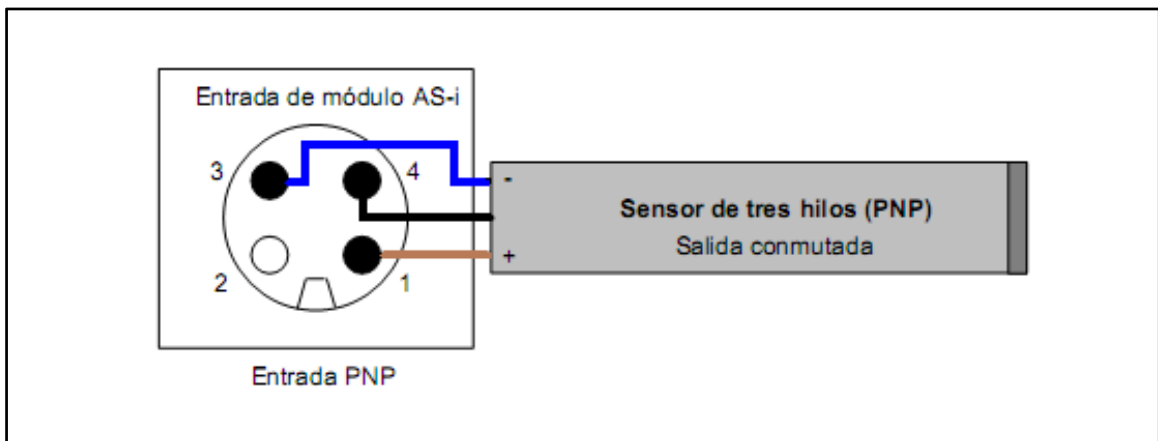


Figura III.37 Conexión Sensor de tres hilos⁴⁵

- ❖ Sensor antivoltaje (PNP que realiza la operación lógica O exclusiva).

⁴⁴**Fuente:**GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 92

⁴⁵**Fuente:**GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 92

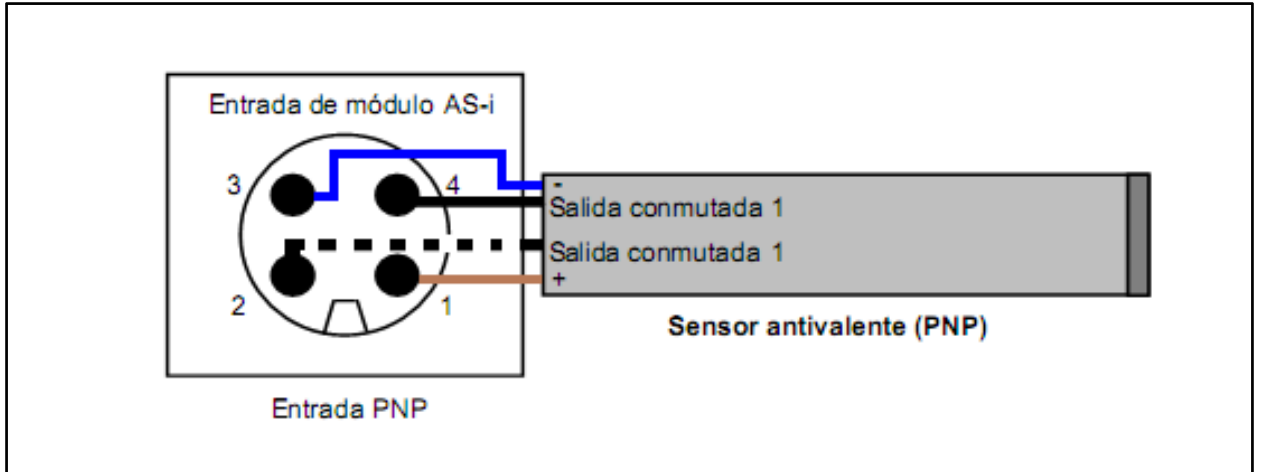


Figura III.38 Conexión Sensor antivalente⁴⁶

❖ Actuador estándar.

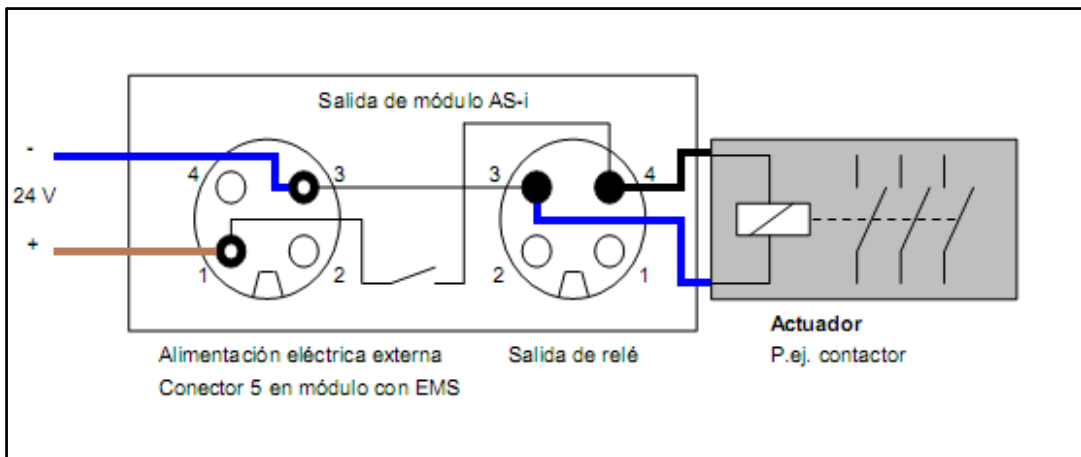


Figura III.39 Conexión Actuador estándar⁴⁷

3.9.6 Otros Componentes ASI

3.9.6.1 Direccionador ASI TERV2

Consola de ajuste y diagnóstico para módulos AS- i para el direccionamiento de los interfaces AS-Interface funcionamiento por pilas LR6.

⁴⁶ Fuente: GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 92

⁴⁷ Fuente: GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., 1era. Ed., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pág. 92

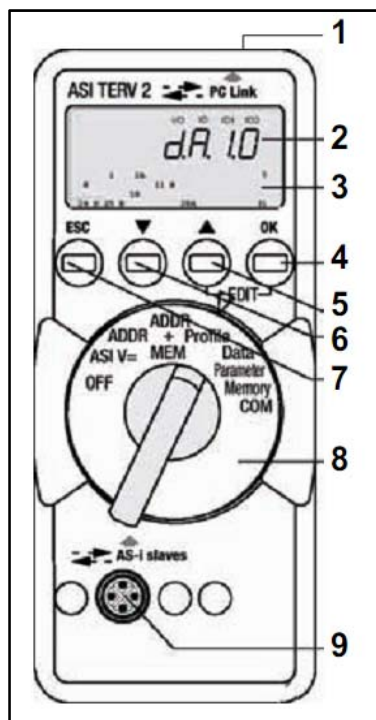


Figura III.40 Direccionador ASi Terv2⁴⁸

- 1) Interfaz de infrarrojos,
- 2) Display principal,
- 3) Campo de direcciones: visualización de las direcciones asignadas,
- 4) Tecla de entrada,
- 5) Tecla "Sup.",
- 6) Tecla "Inf.",
- 7) Reposición/ Escape,
- 8) Selector giratorio de funciones,
- 9) Terminales de conexión al sistema AS-i.

⁴⁸ Fuente: Sistema de cableado AS-interface, 2005

3.9.6.2 Características

Tabla III.IX Características Direccionador ASi TERV2⁴⁹

Display	25 mm LCD screen
Degree of protection	IP40
AS-Interface voltage / current measurement	yes
Addresses stored in memory	yes
Access to functions	direct by selector switch
Compatibility	V1/V2

3.9.6.3 Direccionamiento de los esclavos

Cada esclavo que intervenga en la red AS-i debe tener asignado una dirección distinta entre ellos comprendidos entre los valores 1 y 31.

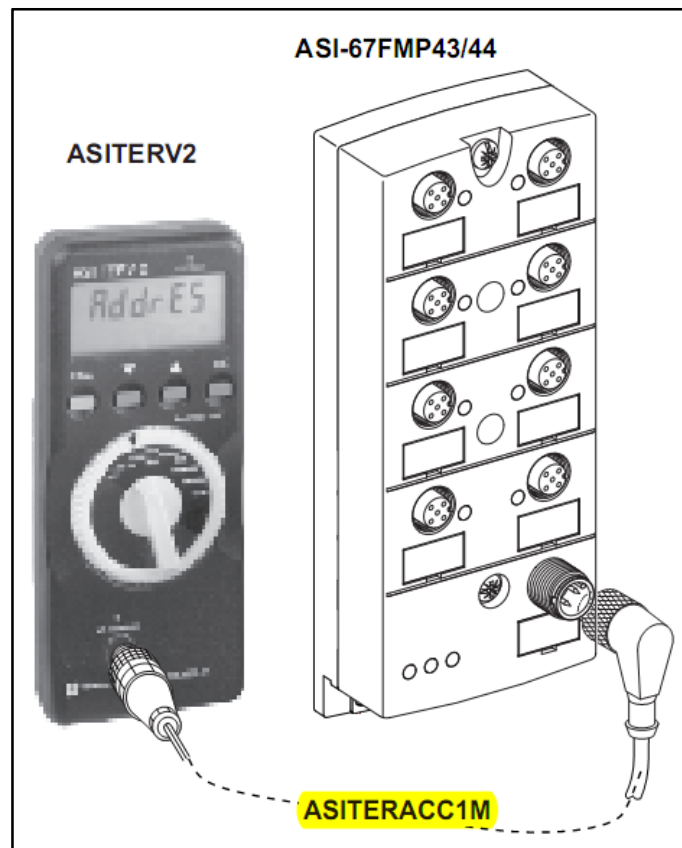


Figura III.41 Ejemplo de direccionamiento de un esclavo ASi⁵⁰

⁴⁹Fuente: Sistema de cableado AS-interface, 2005

⁵⁰Fuente: Sistema de cableado AS-interface, 2005

3.10 PROPIEDADES DEL SISTEMA ASI Y DATOS CLAVE

3.10.1 Funcionamiento

El funcionamiento del sistema ASInterface/AS i reúne las siguientes características:

❖ Método de acceso maestro-esclavo

ASInterface es un, así llamado, “sistema Single Master”, lo que significa que por cada red ASi sólo existe un maestro, que controla el intercambio de datos. Este maestro llama consecutivamente a todos los esclavos ASi y espera su respuesta.

❖ Ajuste electrónico de direcciones

La dirección del esclavo ASi es su identificación. Sólo existe una vez dentro de un ASInterface. El ajuste se puede efectuar con un direccionador especial o a través de un maestro ASi. La dirección se almacena siempre de forma no volátil en el esclavo ASi. A la entrega, los esclavos ASi tienen siempre la dirección “0”.

❖ Seguridad de funcionamiento y flexibilidad

El método de transmisión utilizado (modulación de corriente) garantiza un alto grado de seguridad de funcionamiento. El maestro supervisa la tensión en la línea así como los datos transmitidos. Detecta errores de transmisión al igual que el fallo de esclavos, y los comunica al PLC (SPS). El usuario puede reaccionar a estos avisos.

El cambio o la incorporación de esclavos ASi durante el funcionamiento normal no perturba la comunicación con los demás esclavos ASi.

3.10.2 Características de diseño

Las características de diseño más importantes del ASInterface y sus componentes son:

❖ Cable bifilar para datos y energía auxiliar

Para la interconexión en la red se puede utilizar un simple cable bifilar con una sección de 2 x 1,5 mm². No son necesarios apantallamiento ni trenzado. Por este cable se

transportan tanto los datos como la energía. La magnitud de la energía disponible depende de la fuente de alimentación ASi utilizada.

❖ Red con estructura de árbol para longitudes de cable hasta 100 m

La “estructura de árbol” del ASInterface permite utilizar cada punto de un tramo de cable como principio de una nueva “rama”. La longitud total de todas las secciones puede alcanzar los 100 m (*véase Anexo 4*).

❖ Integración directa

Prácticamente toda la electrónica necesaria para un esclavo se ha integrado en un CI especial. Esto hace posible una integración directa de la conexión de ASi en actuadores o sensores binarios. Todos los componentes necesarios se pueden alojar en un volumen de aprox. 2 cm³.

❖ Más funciones, mayor utilidad para el usuario

La integración directa permite dotar de más funciones a los aparatos. Se dispone de 4 cables de datos y 4 de parámetros. Los actuadores/sensores “inteligentes” que así se crean ofrecen nuevas posibilidades, como son la vigilancia, la parametrización, el control de desgaste o suciedad y otras.

❖ Alimentación adicional de tensión en caso de una demanda incrementada de energía

Para esclavos con gran demanda de potencia se puede prever una fuente de alimentación de tensión externa.

3.11 OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS ASI

3.11.1 Principios de los sistemas ASi

El protocolo ASi está basado bajo la configuración maestro/esclavo. El maestro interroga a cada uno de los esclavos de la red por turnos y actualiza la información relacionada a las entradas y salidas de los esclavos.

El ciclo de tiempo garantizado para que esto se lleve a cabo es completamente determinístico.

Durante la operación normal, el ciclo de tiempo es típicamente 5 ms para el número máximo de 31 esclavos conectados:

$$\text{Ciclo_ASi} = 156\mu\text{S} + (156\mu\text{S} * \text{número de esclavos})$$

3.11.2 Rol del Master

Como regla general, el maestro gestiona las siguientes funciones:

- ❖ Inicialización del sistema
- ❖ Identificación de los esclavos conectados.
- ❖ Transmisión acíclica de los datos de los parámetros de cada esclavo.
- ❖ Intercambio cíclico de los datos de Entrada/Salida.
- ❖ Transmisión de los fallos detectados al sistema de control.
- ❖ Asignación de nuevas direcciones a los subordinados en caso de cambio de configuración (por ejemplo, sustitución de un módulo ASi).
- ❖ El “perfil” del maestro definirá las características individuales de cada tipo de “Maestro”.

3.11.2 Rol de los Esclavos

Los esclavos decodifican las peticiones que reciben y las responden inmediatamente al “Maestro”. Así como el maestro las características individuales se definen según un “perfil”.

3.11.3 Diagrama de un ciclo de ejecución normal ASi.

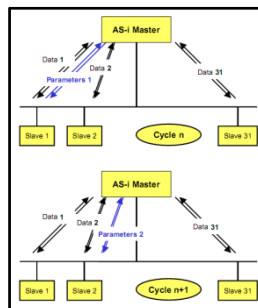


Figura III.42 Ciclo de ejecución ASi⁵¹

⁵¹ Fuente: User guide Actuator-sensors interface ASi-bus, Schneider-Electric

3.11.4 Fases de operación del Master.

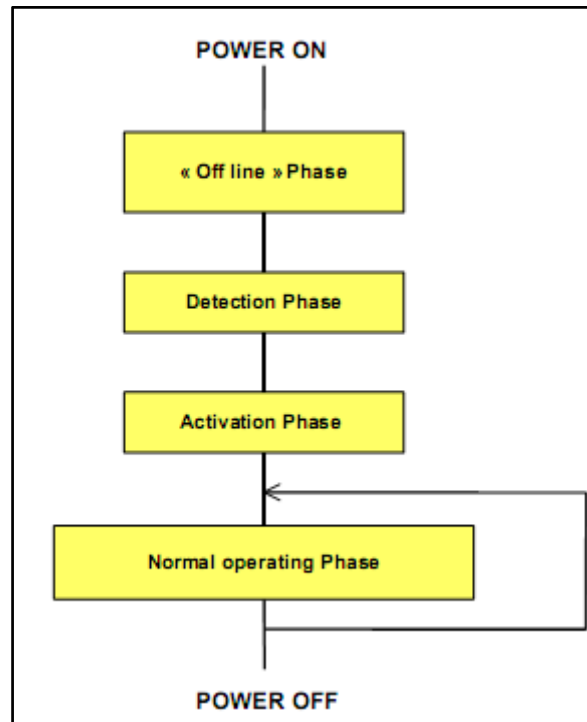


Figura III.43 Fases de operación del Master.⁵²

3.11.4.1 Fase de inicialización “off-line”

El propósito de esta fase es el de establecer a los elementos constitutivos del bus a un valor inicial “0”

3.11.4.2 Fase de detección

La fase de detección consiste en detectar los esclavos presentes en el cable ASi y memorizar sus direcciones y perfiles.

3.11.4.3 Fase de activación

La fase de activación consiste en activar los esclavos detectados de acuerdo a los perfiles correspondientes a la configuración planeada.

⁵² Fuente: User guide Actuator-sensors interface ASi-bus, Schneider-Electric

3.11.4.4 Fase de Operación normal

Esta fase corresponde a la operación normal de la red: intercambio de datos periódicos entre el maestro y los esclavos.

3.11.5 Codificación de la Señal

La transmisión se hace basándose en la codificación Manchester. La señal con la codificación Manchester se traduce en pulsos de corriente, que producen pulsos positivos y negativos en la tensión de alimentación, que indican las transiciones en la señal. A partir de la detección de dichas transiciones se reconstruye la secuencia de bits transmitida.

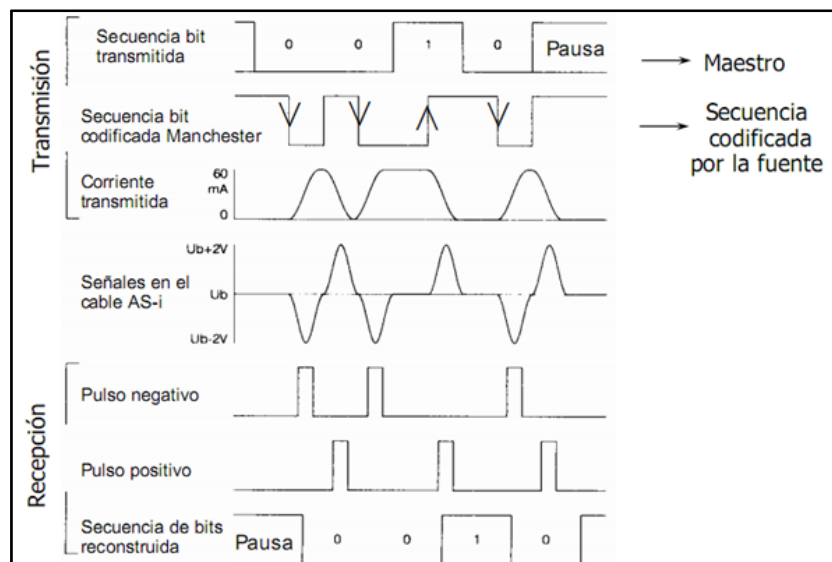


Figura III.44 Codificación de la señal⁵³

3.11.6 Tramas

La comunicación entre maestro y esclavo se denomina transacción y contiene:

- Petición de maestro: El maestro envía peticiones a la dirección de un esclavo
- Respuesta del esclavo: El esclavo direccionado responde dentro de un tiempo

⁵³ Fuente: User guide Actuator-sensors interface ASi-bus, Schneider-Electric

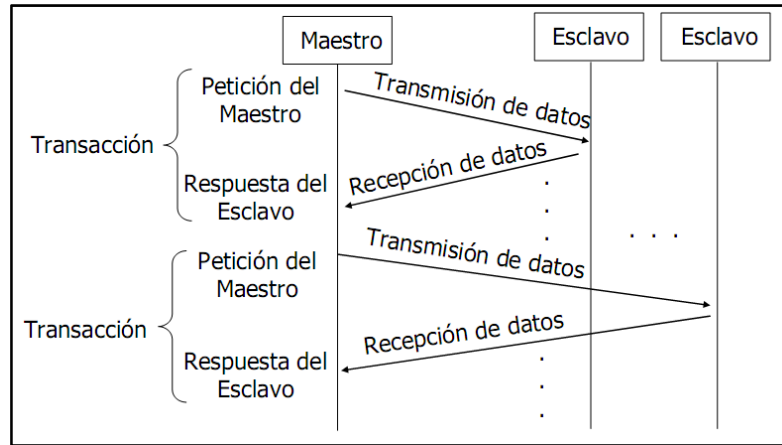


Figura III.45 Comunicación entre el maestro y el esclavo⁵⁴

Una transacción ASi contiene los siguientes elementos:

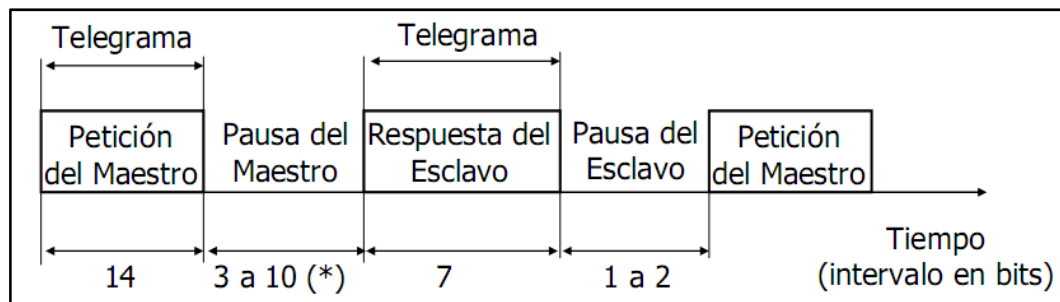


Figura III.46 Elementos de una transacción⁵⁵

(*) Tiempo máximo de espera del maestro para recibir respuesta.

La unidad de tiempo corresponde a $6 \mu\text{s}$ y corresponde al tiempo que se necesita para enviar un bit.

Necesita $14 + 3 + 7 + 2 = 26$ periodos de bit para realizar una transacción, por ej:

$26 \times 6 \mu\text{s} = 156 \mu\text{s}$. Si se supera este tiempo es porque el esclavo falla.

El intervalo de tiempo o "intervalo bit"

- ❖ El esclavo sólo responde al maestro después de una pausa que dura como mínimo 3 intervalos bit.

⁵⁴ Fuente: User guide Actuator-sensors interface ASi-bus, Schneider-Electric

⁵⁵ Fuente: User guide Actuator-sensors interface ASi-bus, Schneider-Electric

- ❖ El esclavo en estado “síncrono” (en fase de funcionamiento normal, no de inicialización), puede transmitir la respuesta después de los tres intervalos bit.

- ❖ Se prevé un límite de diez intervalos bit para poder utilizar repetidores.

- ❖ En todas las topologías, si el maestro no recibe la respuesta después de diez intervalos bit, puede iniciar la siguiente transacción.

CAPÍTULO IV:

DISEÑO, SELECCIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA RED ASi

4.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se pretende cubrir las características de diseño, que conlleva a considerar lineamientos generales al implementar una red ASi. Consideraciones que llevan a analizar el tipo de maestro, selección de esclavos, escenario de ambiente de trabajo, aplicación, etc.

También se debe definir la arquitectura de la red en configuración por lo que es necesario prever y recordar que:

La topología física a implementarse es flexible, siempre y cuando no exceda los 100m (sin elementos de expansión).

El número de esclavos no debe sobrepasar los máximos permitidos para los tipos de direccionamiento estándar y extendido.

Así mismo es importante identificar si los elementos de la red son con la tecnología ASi integrada o con sensores tradicionales por lo que necesitaríamos de módulos con la tecnología ASi integrada.

Además se debe tener en cuenta en entre otras consideraciones que si bien es cierto que el cable amarillo transmite datos y alimentación, a veces es necesario una alimentación externa de 24 Vcc para dispositivos que requieren alimentación adicional como las válvulas electroneumáticas. En la cual el cable amarillo alimentaría la electrónica del actuador, mientras que la alimentación adicional permitirá el accionamiento de las mismas.

4.2 DISEÑO DE UNA RED ASi

Se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones generales para el diseño de una red ASi:

- ❖ El sistema objeto de automatización debe disponer, preferentemente, de sensores y actuadores de tipo binario (todo/nada).
- ❖ Está especialmente indicada para sistemas en los que la “dispersión” de los elementos de campo es elevada (es decir, se encuentran distribuidos a lo largo de un espacio relativamente amplio) y su “densidad” pequeña (es decir, se encuentran concentrados en grupos de pequeño volumen de E/S).
- ❖ Un dato significativo que puede condicionar asimismo la aplicación de la red ASi es su velocidad de respuesta. Si en el sistema existen señales que deben ser muestreadas a elevada cadencia (por ejemplo, mayor de 5 ó 10 ms. para señales binarias) puede no ser adecuada.

Consideraciones específicas en el diseño de una red ASi:

- ❖ Determinación del número de E/S existentes en la instalación.
- ❖ Estudio de las dimensiones y morfología de la instalación.
- ❖ Estudio y selección del tipo de módulos de usuario y/o dispositivos de campo con circuito ASi integrado que se deseutilizar en la instalación.
- ❖ Estudio y selección de las fuentes de alimentación auxiliar.
- ❖ Definición, disposición y conexión de las redes electrotécnicas de seguridad asociadas al sistema.
- ❖ Estudio de las distancias existentes entre la posición definida para los nodos subordinados y cada uno de los sensores-actuadores.
- ❖ Estudio de la normativa interna de automatización de la empresa.

4.3 SELECCIÓN DE HARDWARE

El hardware utilizado es:

- ❖ 1 PLC (Controlador Lógico Programable) TWIDO TWDLCDE 40DRF
- ❖ 1 módulo maestro TWDNOI 10M3
- ❖ 1 fuente ASI ABLM 3024
- ❖ 3 esclavos ASI 67FMP44D
- ❖ 3 adaptadores de vampiro TCS ATV011F2

- ❖ 21 conectores macho para E/S de los esclavos XZCP1564L05
- ❖ 1 cable amarillo XZC B10501 (transmisión).
- ❖ 1 cable negro XZC B10502 (potencia).

Equipos adicionales:

- ❖ 1 Direccionador ASI Terv2

4.4 SELECCIÓN DEL SOFTWARE

El software utilizado para el desarrollo e implementación de la red:

- ❖ TwidoSuite versión 2.20

4.5 CABLEADO DE UNA RED ASI

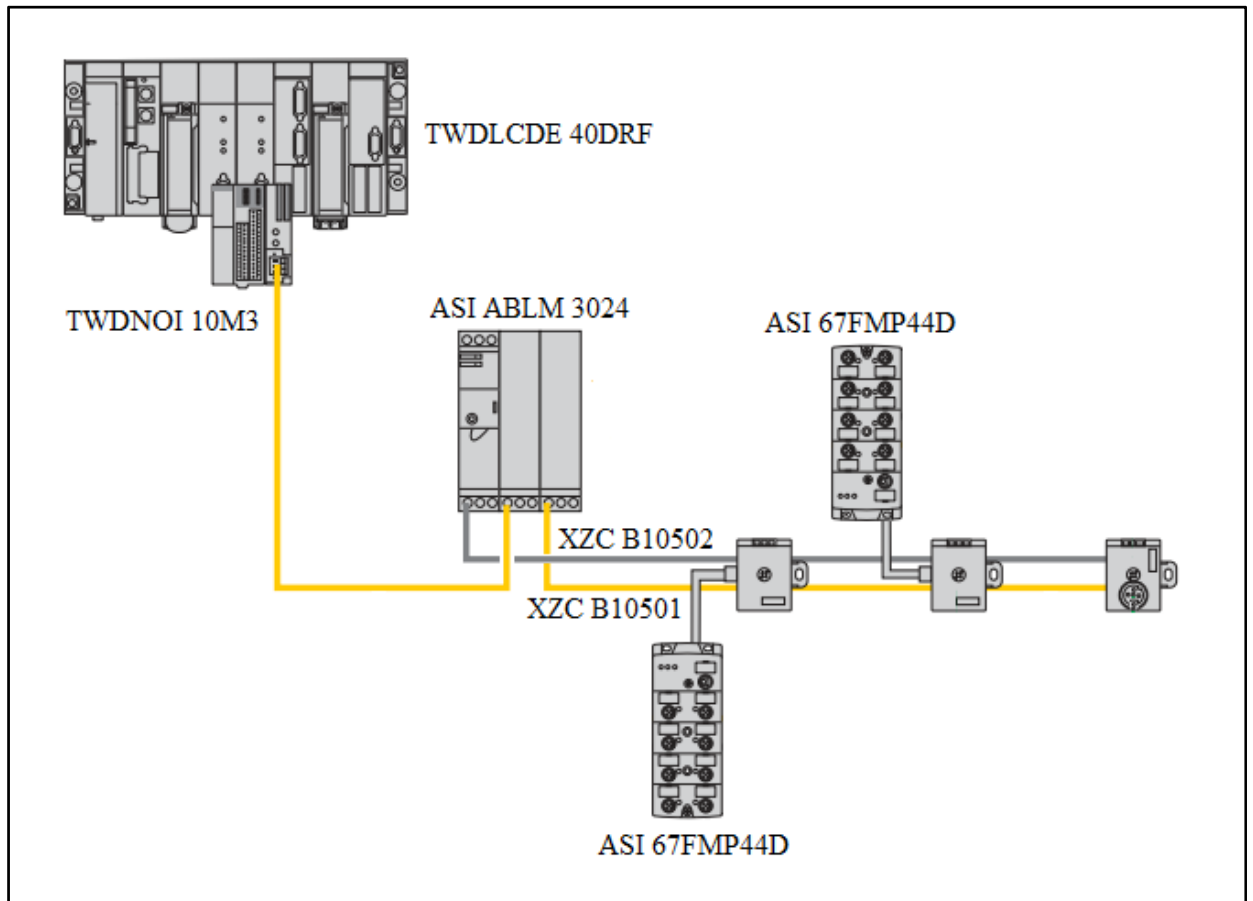


Figura IV.47 Cableado de una Red ASI⁵⁶

⁵⁶ Fuente: Tesista

4.6 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

4.6.1 TwidoSuite versión 2.20

El software de programación TwidoSuite está diseñado para ejecutarse en varios sistemas operativos Windows 2000/XP/Vista. A continuación se describen los requisitos de sistema del ordenador para instalar y ejecutar este software.

4.6.2 Requisitos del sistema

4.6.2.1 Requisitos de hardware

El PC debe cumplir estos requisitos de hardware mínimos para ejecutar el software de programación TwidoSuite:

Tabla IV.X Requisitos de hardware TwidoSuite⁵⁷

Requisito	Mínimo
Ordenador	Procesador Pentium a 466 MHz
RAM	128 MB
Espacio libre en el disco duro	100 MB

4.6.2.2 Requisitos de software

El software de programación TwidoSuite requiere uno de estos sistemas operativos de software:

⁵⁷ Fuente: Guía rápida TwidoSuite

Tabla IV.XI Requisitos de software TwidoSuite⁵⁸

Sistema operativo	Edición/Service Pack	Consideraciones especiales
Windows 2000	Service Pack 2 o superior	Para Windows 2000, Windows XP o Windows Vista, necesita privilegios de administración para instalar el software de configuración TwidoSuite.
Windows XP	Service Pack 2 o superior	
Windows Vista	Service Pack 1 o superior	

4.6.3 Configuración de una red AS-Interface, con los componentes del hardware

4.6.3.1 Montaje y Configuración del maestro AS-Interface

En esta sección se explica cómo montar un módulo maestro AS-Interface en un controlador. Su controlador y su módulo maestro AS-Interface.

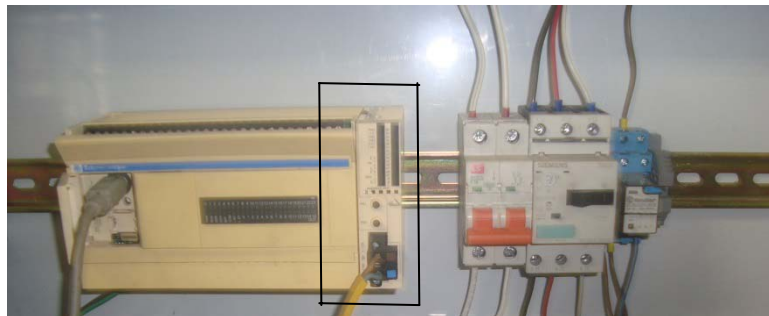
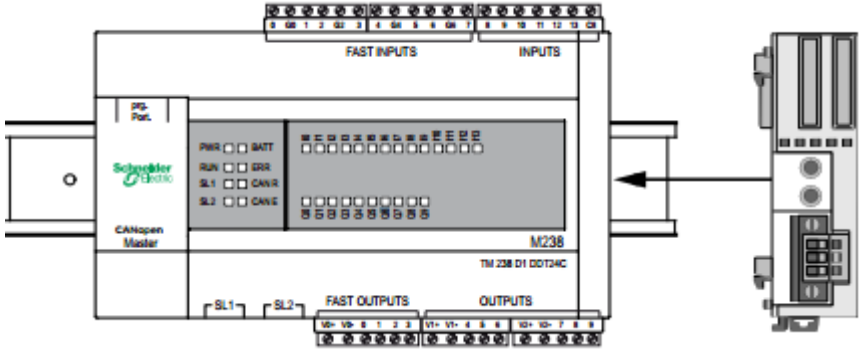


Figura IV.48 Ubicación del maestro ASi en la tesis⁵⁹

Paso	Acción
1	Retirar del controlador la cubierta del conector de ampliación
2	Asegurarse de que el botón de retención negro del módulo de E/S se encuentre en la posición superior.

⁵⁸ Fuente: Guía rápida TwidoSuite

⁵⁹ Fuente: Tesista

	<p>Figura IV.49 Dirección de maestro ASi hacia el PLC⁶⁰</p>
<p>3</p>	<p>Alinear el conector del lateral izquierdo del módulo maestro AS-Interface con el conector del lateral derecho del controlador.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Figura IV.50 Ubicación de maestro ASi en el PLC⁶¹</p>
<p>4</p>	<p>Presionar el módulo maestro AS-Interface contra el controlador hasta que haga "clic".</p>
<p>5</p>	<p>Empujar hacia abajo el botón de retención negro situado en la parte superior del módulo maestro ASInterface para fijar el módulo al controlador.</p>
<p>6</p>	<p>Conectar el cable amarillo sus 2 hilos según el color: café con café, azul con azul</p>

4.6.3.2 Montaje y Configuración del esclavo AS-Interface

En esta sección se explica cómo montar un módulo esclavo AS-Interface en el sistema.



Figura IV.51 Ubicación del esclavo ASi en la tesis⁶²

⁶⁰ Fuente: [http://www.global-download.schneider-electric.com/8525773E00058BDC/all/6FBE454038612F308525776600789D9C/\\$File/eio000000611.02.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/8525773E00058BDC/all/6FBE454038612F308525776600789D9C/$File/eio000000611.02.pdf)

⁶¹ Fuente: [http://www.global-download.schneider-electric.com/8525773E00058BDC/all/6FBE454038612F308525776600789D9C/\\$File/eio000000611.02.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/8525773E00058BDC/all/6FBE454038612F308525776600789D9C/$File/eio000000611.02.pdf)

⁶² Fuente: Tesista

Para el montaje de los esclavos en el sistema debemos conectar a los cables M12 las entradas y salidas es decir los sensores, motores, válvulas, etc. Luego los M12 conectar a los esclavos fijándonos si es entrada y salida.

Luego de que las entradas y salidas están conectados a los esclavos procedemos a programar a cada esclavo es decir damos una dirección a cada uno con el Direccionador ASI Terv2, recordando que siempre los esclavos vienen programados por default con una dirección 0 y hay que cambiarla y en el sistema no podemos direccionar dos esclavos con la misma dirección cada esclavo es único, si no obtendremos error.

Ahora solo nos falta conectar el cable l otro lado del vampiro al esclavo, y el vampiro al cable amarillo ASi en esto no hay como confundirse porque el vampiro tiene la forma del cable.

4.6.3.3 Montaje y Configuración de la fuente AS-Interface

En esta sección se explica cómo montar la fuente AS-Interface en el sistema.

La fuente de alimentación AS-i sirve principalmente para la alimentación de energía de las estaciones conectadas al cable AS-i. Para actuadores con una mayor demanda de energía se necesita la conexión adicional de una fuente de alimentación de corriente de carga (p. ej. a través de módulos de usuario especiales).



Figura IV.52 Ubicación de la fuente ASi en la tesis⁶³

⁶³ Fuente: Tesista

Como vemos en la imagen la fuente Asi la conexión es muy fácil por la parte de arriba conectamos el neutro, Fase, y Tierra los cuales van al toma corriente los cuales nos sirven para energizar el sistema. En la parte inferior van los cables amarillo y negro los cuales van a los vampiros de los esclavos; y también va un cable amarillo la maestro ASi que está en el PLC adherido.

4.7 Configuración de una red AS-Interface, con el software TwidoSuite

4.7.1 Selección del Maestro ASi

Desde la pestaña de “Describir”, se añade desde el catalogo de hardware a la posición en la que se encuentra dentro en la configuración real del equipo. Una vez que haya aparecido en la posición deseada de la configuración, seleccionarlo y hacer doble clic sobre el módulo, para ir a la ventana de configuración de la red ASi.

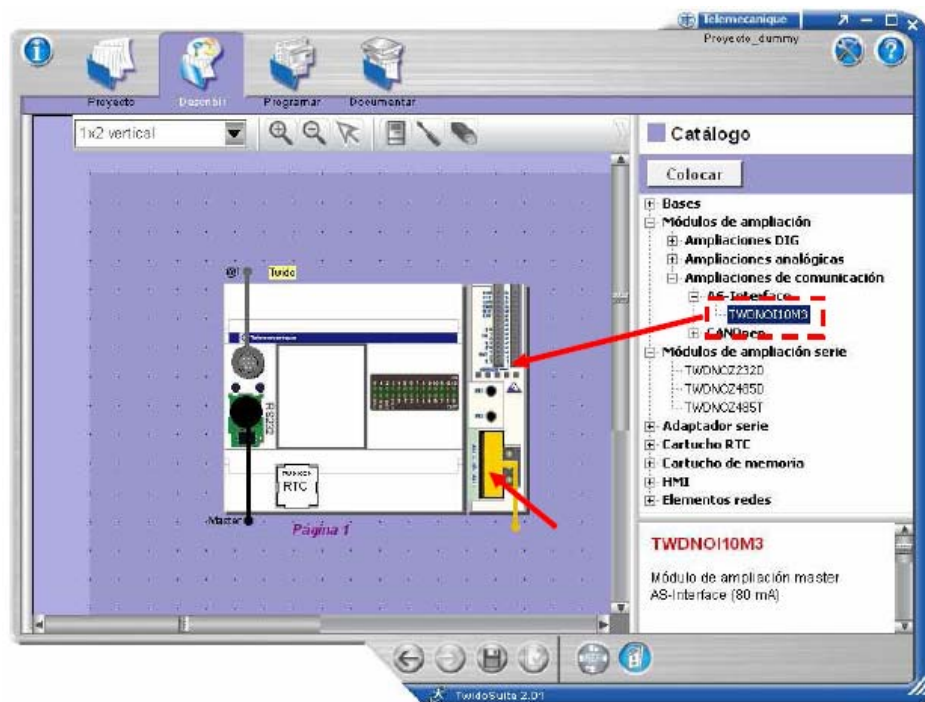


Figura IV.53 Selección del Maestro ASi⁶⁴

4.7.2 Configuración de Ventana ASi

⁶⁴ Fuente: Tesista

En la configuración ASi tendremos que insertar los diferentes esclavos ASi que se van a colocar en nuestra red.

Para la configuración de cada esclavo seleccionar en la tabla, el número que tiene ese esclavo, una vez seleccionado, definiremos el tipo de esclavo, seleccionándolo en el catálogo de esclavos ASi que abriremos haciendo clic sobre el icono “Introducir a partir del catalogo”

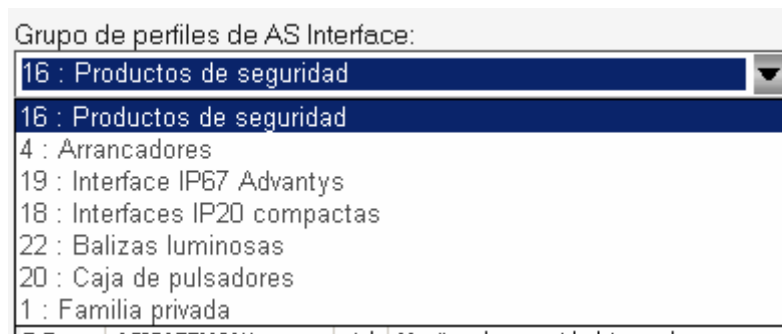
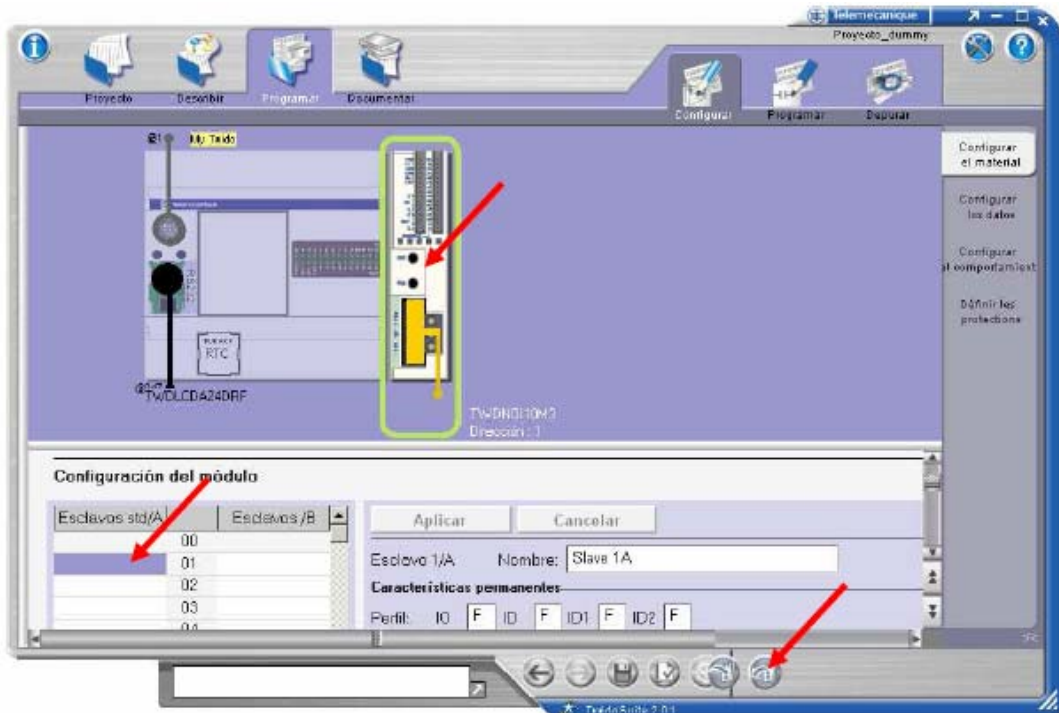


Figura IV.54 Configuración de Ventana ASi⁶⁵

4.7.3 Selección de los Equipos dentro del grupo de perfiles ASi

⁶⁵ Fuente: Tesista

Después de escoger el grupo de perfil ASi al que pertenece el esclavo, aparece una lista con la referencia de los diferentes equipos que pertenecen a este grupo, seleccionar dentro de la lista el equipo y pulsar el botón “Introducir”.

Al pulsar el botón de introducir, veremos que en la ventana de configuración del módulo, aparece la descripción del equipo. En la cual se puede introducir el nombre que se desea para el esclavo. Y en la zona de “Entradas/Salidas” podemos asignar un símbolo a las direcciones ASI de este esclavo.

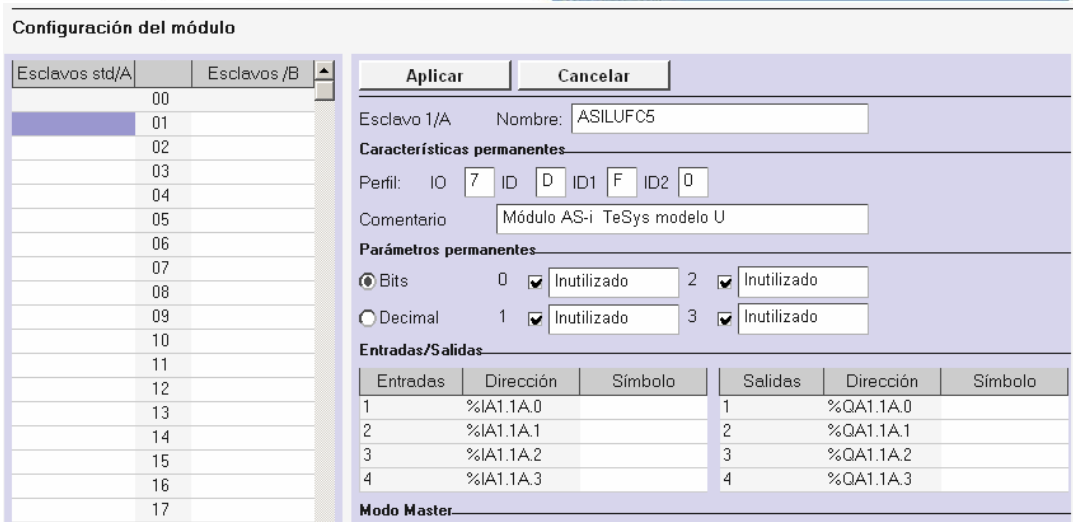
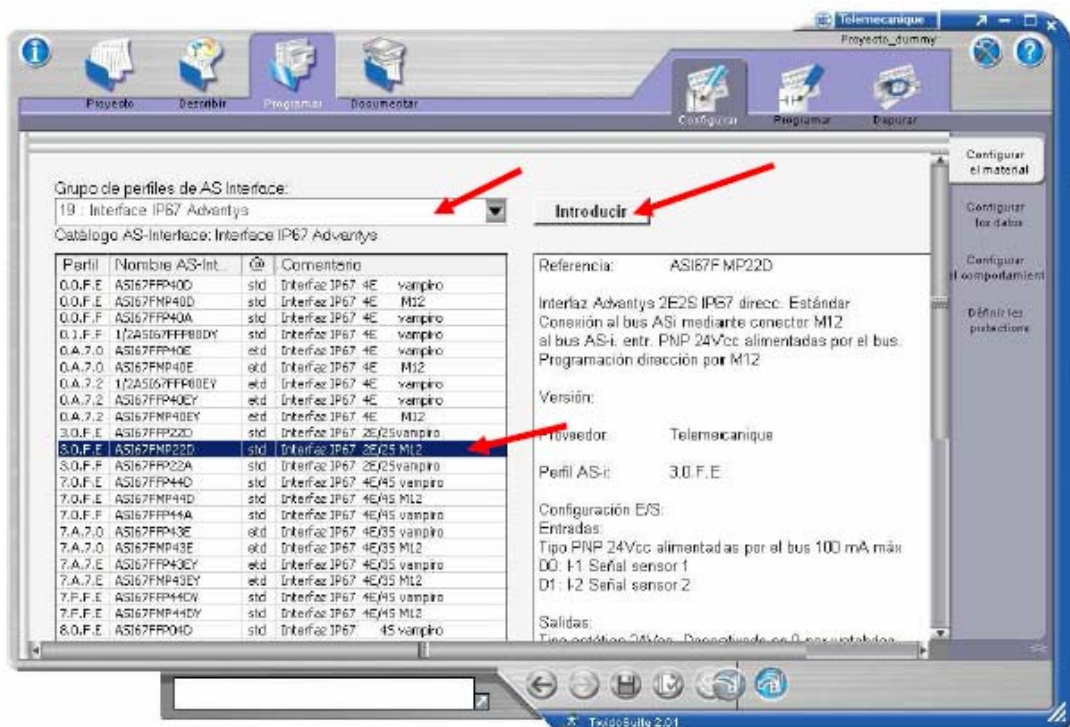


Figura IV.55 Selección de los Equipos dentro del grupo de perfiles ASi⁶⁶

⁶⁶Fuente: Tesista

4.7.4 Aplicación de las configuraciones

Cuando se haya acabado de configurarlo, pulsar en el botón “Aplicar”. Se observará que el esclavo configurado aparece en la columna de la izquierda. Repetir el proceso con los diferentes dispositivos instalados en la red ASI.

Una vez configurado todos los dispositivos, si pulsamos nuevamente en la pestaña de describir, podemos observar que del módulo maestro ASI aparecen colgada la red ASI, con los esclavos configurados. Luego de aquello se procede a cargar el programa que controlará las acciones del sistema ASI.

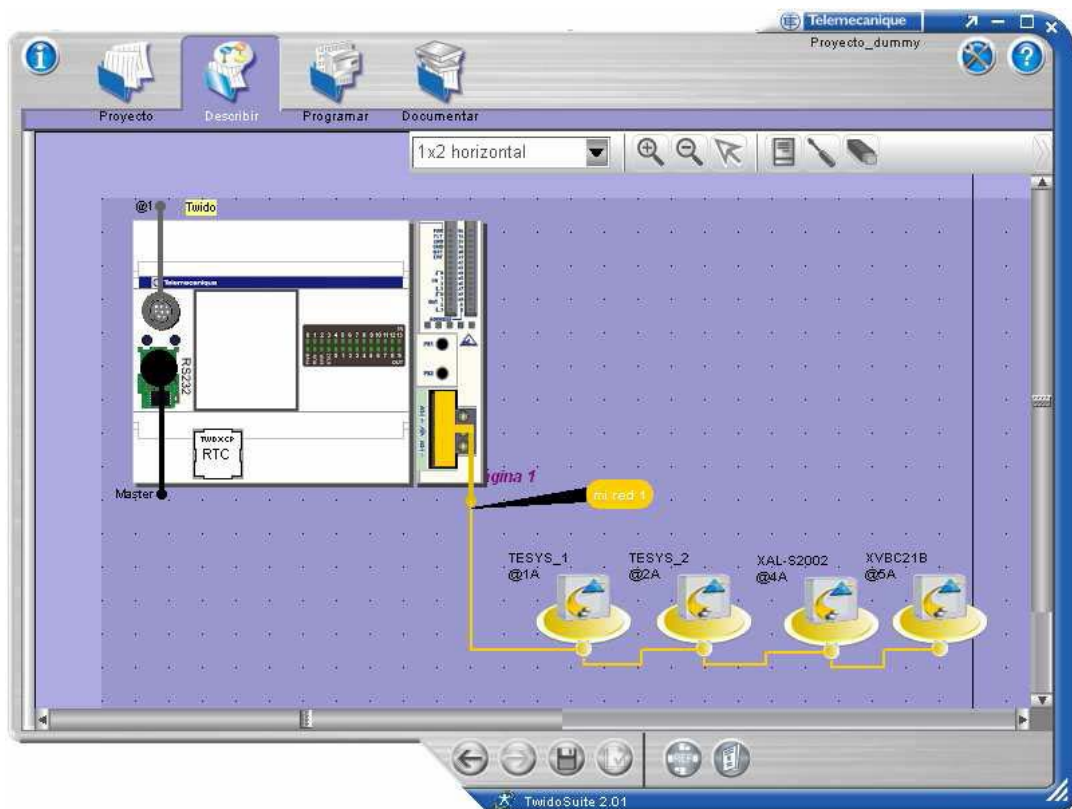


Figura IV.64 Aplicación de las configuraciones⁶⁷

⁶⁷ Fuente: Tesista

4.8 DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La optimización es evidenciada al no utilizar el cableado tradicional y no tener ni un solo cable al PLC, y el tiempo de la comunicación no se puede cuantificar pero si probar.



Figura IV.57 Modulo del proceso del llenado de líquido con tecnología ASi⁶⁸
Por lo que haremos una comparación del cableado tradicional con la tecnología.

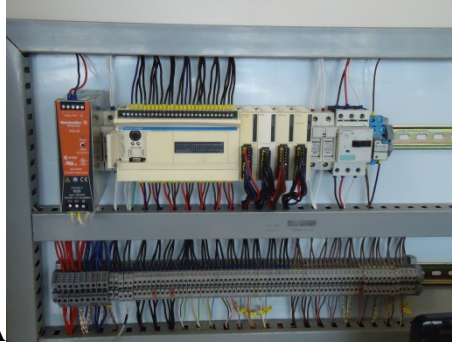
4.8.1 Comparación entre el Cableado Tradicional con la tecnología

Bajo el cableado de tradicional un PLC necesita una gran cantidad de cables, ya que requieretantos cables como sensores o actuadores en sus borneras; a continuación se muestra la cantidad de cables, tarjetas expansoras, canaletas y borneras que utiliza el proceso:

Figura IV.58 Funcionamiento del sistema de llenado de líquidos con el cableado tradicional⁶⁹

⁶⁸ Fuente: Tesista

⁶⁹ Fuente: Tesista



Una vez implementada la red ASi-BUS es notable el cambio ya que el PLC necesita únicamente la alimentación y con el Maestro ASi se realiza el tendido del cable amarillo de transmisión de datos y alimentación a través de la. Como se puede ver en la siguiente figura dicho cable tiene dos filamentos uno café y uno azul.

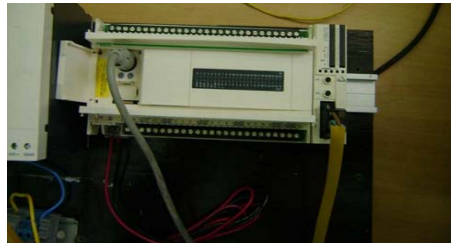


Figura.IV.59 Funcionamiento del sistema de llenado de líquidos con la tecnología ASi⁷⁰

Por lo anterior expuesto se demuestra que las comunicaciones se optimizan a nivel de campo entre los dispositivos del sistema de envasado por cuanto la comunicación es más eficiente por el protocolo que utiliza y debido a que también se disminuye el costo debido a cableado, borneras, tarjetas de expansión y canaletas.

⁷⁰ Fuente: Tesista

CONCLUSIONES.

- ❖ El diseño e implementación de un prototipo de red industrial basado en el estándar ASi (Actuator Sensor Interface) para el sistema de llenado se realizó exitosamente optimizando la comunicación entre los dispositivos de campo en el laboratorio de automatización industrial FIE
- ❖ Se obtuvo mayor exactitud y confiabilidad de datos en la red debido a la comunicación digital, ya que los microprocesadores, por ejemplo en un transmisor y un controlador, pueden hablar directamente, en lugar de pasar a través de conversiones D/A y A/D, de las cuales hay muchas en un lazo cerrado.
- ❖ Se logró una disminución y simplificación del cableado a través de la conexión de los dispositivos sobre un solo par de cables. La conexión es una tarea sencilla, ya que todo se encuentra en paralelo y el número de terminales a utilizar es mínimo. Esto significa un bajo costo y un fácil reemplazo de viejos transmisores.
- ❖ El sistema se comporta con interoperabilidad, que es la capacidad que tiene la red de reemplazar un dispositivo por otro del mismo tipo independientemente de la marca del fabricante.
- ❖ Al mantenimiento de la red será simple fácil de darse cuenta donde está el daño y dar la solución respectiva.

RECOMENDACIONES.

- ❖ Se recomienda al diseñar e implementar una red ASi seleccionar los dispositivos de acuerdo a las necesidades del proceso, definiendo la arquitectura de la red, la topología y tomando en cuenta las consideraciones en cuanto a cableado.
- ❖ Constatar que los voltajes que se utilizan sean los adecuados ya que el riesgo de dañar algún equipo es muy alto si no se 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.
- ❖ Verificar que el direccionamiento de los módulos esclavos sean únicos en la red no pueden repetirse.
- ❖ Conectar los vampiros correctamente a el cable amarillo, que se enganchen bien sino no habrá comunicación con dicho esclavo.
- ❖ Y por ultimo se recomienda consultar los manuales y guías de usuarios para poder operar los equipos de manera adecuada y evitar una manipulación incorrecta.

RESUMEN

Diseñó, dimensionamiento y selección de un sistema AS-Interface para el proceso de llenado de líquidos del sistema de envasado que existe en el Laboratorio de Automatización Industrial de la Facultad de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

La metodología utilizada fue investigativa y experimental, para realizar la investigación se utilizaron los siguientes dispositivos: un PLC TWDLCDE40DRF, un maestro TWDNOI10M3, una fuente de alimentación ASIABLM3024, esclavos ASI67FMP44D, adaptadores para esclavo XZCP1564L05, adaptadores de vampiro TCSATV011F1, y cables XZCB10501 y XZCB10502 para transmisión y potencia respectivamente; y TwidoSuite versión 2.20 para el software que lleva el nombre de llenado.

Los resultados obtenidos después de realizar el procedimiento se nota una reducción del 70% del cableado, aumento de la eficacia del sistema en un 60% debido a los bajos tiempos de respuesta del protocolo, transmisión de datos eficiente ya que esta tecnología permite enviar alimentación y datos por el mismo bus. También permite flexibilidad para ampliar la red porque no supone modificaciones en el cableado, y se reduce la cantidad de tiempo para realizar mantenimiento.

Con el trabajo concluido se logra cumplir con los propósitos planteados al empezar este trabajo de graduación con una confiabilidad de datos en la red debido a la comunicación digital, la reducción notable de cables; recomendándose tener muy en cuenta los manuales de cada equipo antes de ponerlos a funcionar y en el futuro ampliar la red industrial para unir el sistema de mezclado y de paletizado y mejorar así la línea de producción.

SUMMARY

Design, sizing and selection of an AS-Interface system for process filling, liquid packaging system that exists in the Industrial Automation Laboratory of the Faculty of Informatics and Electronics, Polytechnic School of Chimborazo.

The methodology used was experimental, where cause-effect noticed in handling devices to join the industrial network, which is used for the following devices: PLC TWDLCE40DRF a master piece TWDNO110M3, a power supply ASIABLM3024, ASI67FMP44D slave pieces, XZCP1564L05, slave adapters, TCSATV11F1 vampire adapters, and XZCB10502 cables for transmission and power respectively, and TwidoSuite for software version 2.20, which is named filling.

The result obtained after carrying out the process is a loss of //70% of wiring, increases system efficiency by 60% due to the low response times of the protocol, efficient data transmission, since this technology enables power and data sent by the same bus. It also allows flexibility to expand the network because it requires no wiring changes, and reduces the length of time for maintenance.

In conclusion, we were able to meet the proposed objectives, with a reliability of data in the network due to digital communication, remarkable reduction of cables.

It is recommended in the future to expand the industrial network to join the mixing system and palletizing and thereby improve production line of filling of liquids.

GLOSARIO

APF

AS- i Power Fail. Flag o visualizador LED que indica que la tensión de alimentación existente en el cable AS- i es demasiado baja o ha fallado (p. ej. por fallo de la fuente de alimentación AS- i).

AS- i (AS- Interface)

Interfaz actuador -sensor. Un sistema de interconexión para el área de campo más baja del nivel de automatización. Es apropiado para la interconexión de sensores y actuadores con los equipos de control. (designación anterior: SINEC S1)

Buses de Campo

Los buses de campo se utilizan en redes digitales bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie que conectan dispositivos de campo esto en el sector de la automatización donde se utilizan para agrupar datos y transmitirlos en serie a un controlador central o a un sistema de control superior.

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.

EMS – Interfaz electromecánica

Interfaz entre el módulo de acoplamiento y el de usuario. La definición de EMS ha sido establecida por la asociación ASi.

Ventajas: es estándar, está protegida contra las inversiones de polaridad y permite un montaje rápido.

Esclavo A/B AS- i

Los esclavos A/B AS- i utilizan el espacio de direccionamiento extendido. Se pueden asignar en cada caso por parejas dos esclavos A/B a una dirección en AS-Interface; debido a la organización de las direcciones, se pueden conectar por tanto hasta 62 esclavos A/B AS- i a AS-Interface.

Esclavo analógico AS- i

Los esclavos analógicos AS- i con esclavos AS- i especiales (esclavos Standard o A/B) que intercambian valores analógicos con el maestro AS- i.

Esclavo AS- i

Todas las estaciones que pueden ser aludidas desde un maestro AS- i reciben el nombre de esclavos AS- i.

Los esclavos AS- i se diferencian por su técnica de montaje (módulos AS- i así como sensores o actuadores con conexión AS- i integrada) así como por su espacio de direccionamiento (esclavo AS- i Standard y esclavo AS- i A/B con espacio de direccionamiento extendido).

Esclavo AS- i Standard

Cada esclavo AS- i Standard ocupa una dirección en AS-Interface; debido a la organización de las direcciones, se pueden conectar por tanto hasta 31 esclavos AS- i Standard a AS-Interface.

IEC

La IEC (International Electrotechnical Commission – Comisión Electrotécnica Internacional) es un organismo que elabora normas internacionales.

LAS

Lista de los esclavos activados (List of Active Slaves)

LDS

Lista de los esclavos detectados (List of Detected Slaves)

LPS

Lista de los esclavos configurados (List of Prospective Slaves)

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.

Maestro AS- i

A través del maestro AS- i se vigilan y controlan sensores y actuadores binarios del tipo más sencillo por medio de módulos AS- i o esclavos AS- i.

Se distingue entre maestros AS- i Standard y maestros AS- i Extended.

Maestro AS- i Extended

Un maestro AS- i Extended da soporte a 31 direcciones, que se pueden utilizar para esclavos AS- i Standard o esclavos AS- i con espacio de direccionamiento extendido (extended addressing mode). Con esto aumenta hasta a 62 el número de esclavos AS- i direccionables.

Maestro AS- i Standard

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

Módulo ASi

Para el ASInterface se ha definido un concepto que prevé la vinculación modular de los esclavos ASi - que pueden ser sensores y actuadores - a través de los así llamados módulos ASi.

Al respecto se distinguen los siguientes módulos

El módulo ASi activo con chip ASi integrado: con él se pueden conectar hasta cuatro sensores y cuatro actuadores convencionales.

El módulo ASi pasivo: actúa como distribuidor y permite la conexión de hasta cuatro sensores y actuadores con chip ASi integrado.

Ajustándose al concepto del maestro ASi estándar y del maestro ASi extendido, en los esclavos ASi se utilizan chips ASi con función estándar o con función extendida.

Toma M12

La conexión estándar de dispositivos en los módulos de campo se realiza a través de la toma M12. Su conexión de pines está estandarizada según la norma IEC60947-5-2 como sigue:

Pin 1: Alimentación (+)

Pin 2: Entrada NC

Pin 3: Alimentación (-)

Pin 4: Entrada NA

Para algunos módulos ASi 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.

BIBLIOGRAFÍA

1. GUERRERO, V., YUSTE, R., MARTINEZ, L., Comunicaciones Industriales., Colonia Del Valle-México., Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., Pp. 6-109.

2. KRIESEL, W. Y otros., ASInterface: The Actuator-Sensor-Interface for Automation., 2a. ed., Munich-Viena., 1999., Pp 7-126

3. RODRÍGUEZ, A., Sistemas SCADA., 2a. ed., Barcelona-España., Marcombo, S.A., 2007., Pp. 253-362.

REFERENCIAS WEB

4. ASI TRADE ORGANIZATION

<http://www.ASinterface.com>

2012-11-15

5. COMUNICACIONES INDUSTRIALES

<http://tec.upc.es/ie/practi/Sistemas.pdf>

2012-12-06

<http://www.marcombo.com/Descargas/9788426715746/EXTRACTO%20DEL%20LIBRO.pdf>

2012-12-06

<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>

2013-01-12

6. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

<http://www.angelfire.com/cantina/alegre0/topologiabus.htm>

2012-12-12

<http://www.emagister.com/redes-automatas-buses-campo-cursos2534060.htm#programa>

2012-12-23

http://www.automaindus.googlepages.com/Tr_ASi_Resumen.pdf

2012-12-25

<http://www.santiagoapostol.net/srca/buses/general.pdf>

2012-06-29

<http://www.marcombo.com/Descargas/958885487/LIBRO.pdf>

2012-06-30

ANEXOS

ANEXO I:

Reminder of the IP Degree of Protection Codes

The IP** rating defines the degree of protection provided by enclosures housing electrical equipment, conforming to the standards IEC 529, DIN40050 and NFC 20010.

The IP code comprises 2 characteristic numerals (example: IP55).

Any characteristic numeral which is unspecified, is replaced by an X (example: IP XX).

Table: IP degree of protection codes

1 ^{er} characteristic numeral		2 ^{ème} characteristic numeral	
Equipment protected against penetration of solid objects		Personnel protected against direct contact with live parts with	Equipment protected against penetration of water with harmful effects
0	(Not protected)	(Not protected)	0 (Not protected)
1	Diameter \geq 50 mm	Back of hand	1 Vertical dripping water
2	Diameter \geq 12,5 mm	Finger	2 Dripping water (15 ° angle)
3	Diameter \geq 2,5 mm	Ø 2,5 mm tool	3 Rain
4	Diameter \geq 1,0 mm	Ø 1 mm wire	4 Splashing water
5	Dust protected	Ø 1 mm wire	5 Water jets
6	Dust tight	Ø 1 mm wire	6 Powerful water jets
			7 Temporary immersion
			8 Prolonged immersion

IP67 thus signifies that the product will withstand the effects of temporary immersion, i.e. it may be immersed to a depth of 1 metre for a period of 30 minutes, and also, that it is totally protected against the intrusion of dust. This, therefore, means that there is no need to mount this product in an enclosure. This IP rating applies to the majority of sensors, actuators and front panels of man-machine dialogue products.

IP20 usually applies to products that need to be protected from their working environment by mounting in an enclosure, since they are not designed to withstand the effects of liquid intrusion and only resist solid bodies of considerable size.

ANEXO II:

AS- Interface Safety at Work (ASIsafe)

Con “AS- Interface Safety at Work” se pueden conectar directamente a la red AS-Interface componentes de seguridad en el trabajo, como interruptores de desconexión de emergencia, interruptores de contacto de puerta o rejas ópticas de seguridad. El sistema principal sigue trabajando en estos casos sin alteración. Las señales de los sensores de seguridad son analizadas por un monitor de seguridad. A través de salidas de conmutación se pueden poner máquinas o instalaciones en un estado seguro.

ASIsafe - el concepto de seguridad

AS- Interface ofrece con la función “Safety at Work” la posibilidad de transmitir datos estándar y datos relevantes para la seguridad por un mismo cable. La base de la transmisión de datos segura es un protocolo de transmisión seguro y dinámico entre los esclavos seguros y el monitor de seguridad.

ASIsafe está certificado por la entidad de inspección técnica TÜV. Gracias a que se pueden realizar desconexiones seguras con un solo cable, ASIsafe es no sólo una solución extremadamente rentable, sino que también es única en el mercado. También en el ámbito de la técnica de seguridad se puede beneficiar pues del gran potencial de ahorro que ofrece ASInterface.

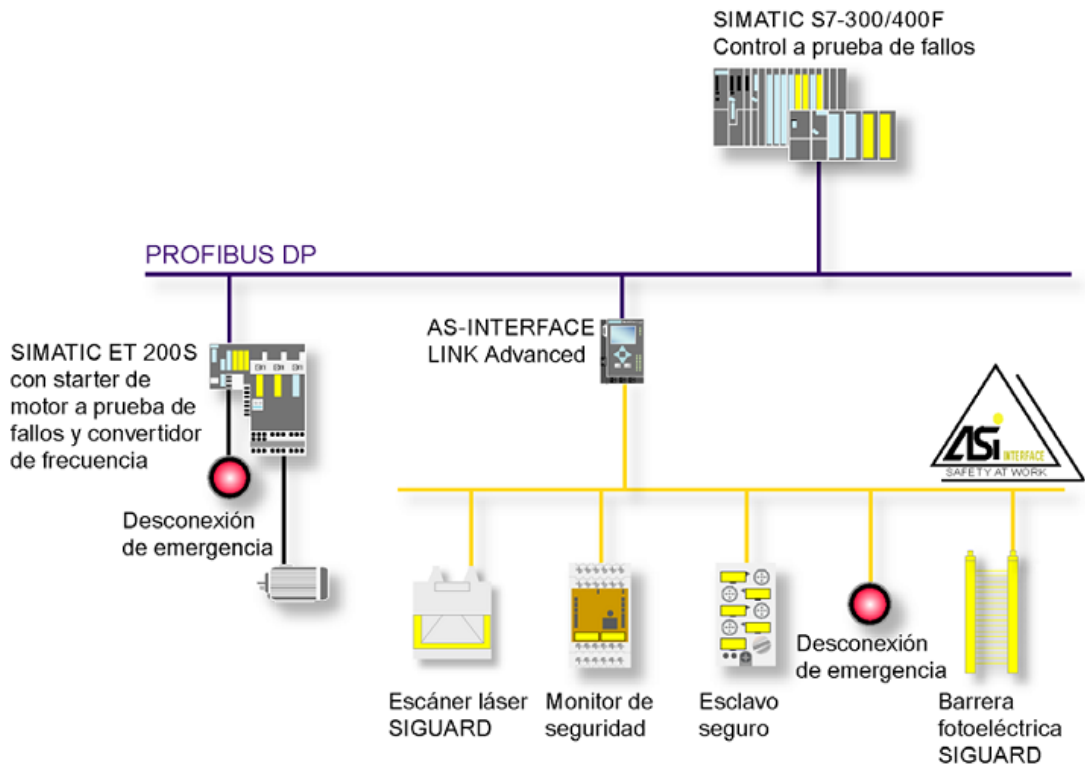


Figura: Safety at Work

Estructura

La extensión se puede realizar muy fácilmente. Sólo se necesitan dos componentes adicionales para convertir AS- Interface en un eficiente bus de seguridad:

- ❖ un monitor de seguridad
- y
- ❖ esclavos seguros.

No se necesita PLC seguro contra errores ni ningún maestro especial.

Con los esclavos seguros se pueden captar entradas seguras. A su vez, el monitor de seguridad vigila las entradas seguras, las enlaza con una lógica parametrizable y procura la desconexión segura a través de relés de seguridad integrados.

Pulsadores de parada de emergencia, rejas ópticas, escáners por láser y otros muchos módulos de entradas/salidas se puede conectar de forma cómoda, sencilla, directa y segura a AS- Interface hasta la categoría 4 según EN 954-1 o SIL3 según IEC 61508. También aplicaciones ya en servicio se pueden ampliar de un modo sencillo y seguro con funciones relevantes para la seguridad por medio de ASIsafe.

Modo de funcionamiento

La base de la transmisión de datos segura es un protocolo de transmisión seguro y dinamizado entre los esclavos seguros y el monitor de seguridad. El monitor de seguridad espera por cada ciclo de cada esclavo un telegrama específico, que se modifica continuamente según un algoritmo definido. A través de un software de configuración se parametriza la lógica de desconexión del monitor de seguridad.

De este modo, el monitor de seguridad puede reaccionar de forma diferenciada a la activación de las estaciones seguras. Si debido a una avería o a una alarma no llega el telegrama esperado, el monitor de seguridad desconecta después de como máximo 40 ms (worst case) a través de sus circuitos de desconexión de dos canales — con seguridad y rapidez.

Agrupamiento de componentes seguros

ASIsafe permite agrupar señales seguras. Para ello se asigna a cada parte de la instalación un monitor de seguridad que se encarga de la desconexión segura en caso necesario. Esto permite una desconexión selectiva de la aplicación relevante para la seguridad.

La asignación de esclavos seguros a los monitores de seguridad dentro de una red ASIinterface se realiza de manera cómoda y sencilla por medio del software de parametrización del monitor de seguridad.

Diagnóstico

Con la consulta de maestro típica de AS- Interface, el monitor de seguridad obtiene de los esclavos seguros las informaciones relevantes para la seguridad.

Ventajas: Ya no es necesario un cableado adicional de los componentes de seguridad para finalidades de diagnóstico. Además, es posible analizar los eventos relevantes para la seguridad por medio de un sistema para manejo y observación.

ANEXO III:

Slave Profile Tables

The following table shows the various slave profiles in the X.Y format:

					"Identification Code"																
	D0	D1	D2	D3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
I / O C O D E	0	IN	IN	IN	IN	X,0	0,1														L I B R E X,F
	1	IN	IN	IN	OUT		1,1														
	2	IN	IN	IN	IN/OUT																
	3	IN	IN	OUT	OUT		3,1														
	4	IN	IN	IN/OUT	IN/OUT																
	5	IN	OUT	OUT	OUT																
	6	IN	IN/OUT	IN/OUT	IN/OUT																
	7	IN/OUT	IN/OUT	IN/OUT	IN/OUT		7,1	7,2											7,D	7,E	
	8	OUT	OUT	OUT	OUT	8,1															
	9	OUT	OUT	OUT	IN	R															
	A	OUT	OUT	OUT	IN/OUT	X,0															
	B	OUT	OUT	IN	IN	R	B,1														
	C	OUT	OUT	IN/OUT	IN/OUT	X,0															
	D	OUT	IN	IN	IN	R	D,1														
	E	OUT	IN/OUT	IN/OUT	IN/OUT	X,0															
	F	IN/OUT/NUL				Unused															

Typical applications:

Profile	Application
0,1	2 sensors
1,1	simple sensor with control
7,D	start electronic motor
7,E	electronic variator
B,1	2 return actuators
D,1	simple actuator with monitoring
X,0	remote I/O

ANEXO IV:

Cálculo de la longitud del Cableado ASi

La longitud máxima de un segmento AS-Interface es de 100 m y puede ampliarse hasta 200 m utilizando un repetidor ó 300 m con 2 repetidores. Se puede alcanzar una longitud de 600 m con el uso combinado de Repeater y Extension Plug como se indicó anteriormente.

El conjunto de las longitudes de cables e hilos conectados a los bornes AS-Interface + y AS-Interface – del maestro se debe contabilizar tanto en el interior como en el exterior del armario, incluidas las longitudes de las derivaciones en caso de que él o los componentes AS-Interface no estén instalados directamente en el cable amarillo por el sistema vampiro. Las longitudes de los cables de derivación se deben contar dos veces. Se recomienda por lo tanto utilizar longitudes de derivación cortas y emplear cada vez que sea posibles productos instalados directamente en el cable amarillo por el sistema. La longitud de la red está definida por:

$$L_r = L_c + 2 \times L_d$$

Donde:

L_c = Longitud total del cable plano

L_d = Longitud total de las derivaciones

L_r = Longitud de la red

Ejemplo:

Calcular la longitud en el cableado de una red ASi, si la longitud total del cable plano es 40 m y la longitud total de las derivaciones no exceda 4,3 m.

$$L_c = 40 \text{ m}$$

$$L_d = 4,30 \text{ m}$$

$$L_r = ?$$

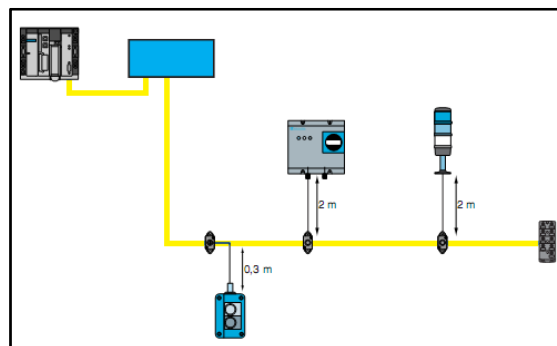


Figura III. Ejemplo de calculo longitud total de una red ASi

$$L_r = L_c + 2 \times L_d$$

$$L_r = L_c + 2 \times L_d$$

$$L_r = 48,60 \text{ m}$$