

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**ESTUDIO DE REEMPLAZO DEL SISTEMA DE E/S DEL PLC LINEA FINAL 3
CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN S.A., PLANTA ARAUCO.**

AUTORES:

- GONZALO ANDRÉS PÉREZ ESPINOZA
- NELSON EDGARDO SANDOVAL NOVA

SEMINARIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO DE EJECUCIÓN EN ELECTRÓNICA

CONCEPCION-CHILE
2008

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ESTUDIO DE REEMPLAZO DEL SISTEMA DE E/S DEL PLC LINEA FINAL 3
CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN S.A., PLANTA ARAUCO.

AUTORES:

- GONZALO ANDRÉS PÉREZ ESPINOZA
- NELSON EDGARDO SANDOVAL NOVA

DOCENTE PATROCINANTE:

- SR. CRISTHIAN AGUILERA CARRASCO

DOCENTE ADJUNTO:

- SR. JUAN ANTIPIIL IBAÑEZ

INDICE

Índice	3
Resumen	7
Objetivos	8
Introducción	9
1. CAPITULO I: Sistema actual en Línea Final #3	
1.1. Descripción	11
1.2. Paneles de operación	13
2. CAPITULO II: Alternativas de implementación	
2.1. Solución 1: Reemplazo “tarjeta por tarjeta”	18
2.2. Solución 2: Buses de Campo	19
3. CAPITULO III: Buses de Campo	
3.1. Introducción a los Sistemas Automatizados	21
3.1.1. Clasificación de la Redes	22
3.1.2. Tendencias de la Automatización Industrial	24
3.1.3. Modelo de Comunicación	25
3.1.3.1. Modelo de Acceso a la Red	25
3.1.3.1.1. Modo Cliente-Servidor	25
3.1.3.1.2. Modo Productor-Consumidor	26
3.1.4. Modo de Trabajo	26
3.1.4.1. Maestro-Esclavo	26
3.1.4.2. Multimaestro	27
3.1.4.3. Cambio de Estado	28
3.1.4.4. Cíclico	28
3.1.4.5. Peer-to-Peer	29
3.1.5. Modelo OSI	30
3.1.6. Conexión a Red	33
3.1.7. Redes de Control	34
3.1.7.1. Data Highway	34
3.1.7.2. Comunicación en DH	35

3.1.7.3.Comunicación en DH+	35
3.1.7.4.Componentes de una Red DH	36
3.2. Introducción a los Buses de Campo	37
3.2.1. Ventajas de los Buses de Campo	38
3.2.2. Buses de Campo existentes	39
3.3. Profibus	41
3.3.1. ¿Qué es Profibus?	41
3.3.2. Ventajas	42
3.3.3. Estructura de Red	43
3.3.4. Elementos del Bus	44
3.3.5. Topología	45
3.3.6. Características y Normas generales	46
3.3.7. Protocolo	48
3.3.8. Arquitectura Protocolar	49
3.3.9. Versiones de la familia Profibus	52
3.3.9.1.Profibus PA	52
3.3.9.2.Profibus DP	54
3.3.9.2.1. Características básicas de Profibus DP	55
3.3.10. Solución y diagrama con red Profibus	57
3.4. DeviceNet	59
3.4.1. ¿Qué es DeviceNet?	59
3.4.2. Ventajas	60
3.4.3. Medio físico	60
3.4.3.1.El Cableado	60
3.4.4. Características Físicas	64
3.4.5. Niveles de Automatización	64
3.4.5.1.Capa de enlace de datos	64
3.4.5.2.Capa de red y transporte	66
3.4.6. Capas Superiores-CIP	70
3.4.7. Modalidad Maestro-Esclavo	72
3.4.8. Solución y Diagrama con red DeviceNet	73

3.5. AS-Interface	75
3.5.1. ¿Qué es AS-Interface?	75
3.5.2. AS-i en la pirámide de automatización	76
3.5.3. Estructura de red	76
3.5.4. Cómo opera AS-Interface	77
3.5.4.1. Maestro AS-Interface	78
3.5.4.2. Estructura del Maestro AS-I	78
3.5.4.3. Sistema Maestro Único	79
3.5.4.3.1. Maestro PLC	80
3.5.4.3.2. Maestro AS-I como pasarela a sistemas superiores	80
3.5.4.3.3. El Maestro para el PC	80
3.5.4.3.4. Perfiles del Maestro	81
3.5.5. AS-Interface Versión 2.1	82
3.5.5.1. El maestro según la especificación AS-i 2.1	83
3.5.6. Esclavo AS-i	85
3.5.6.1. ¿Cómo funciona el esclavo AS-I?	85
3.5.6.2. Perfil del esclavo AS-I	86
3.5.7. Código ID	87
3.5.8. Código ID extendido	88
3.5.9. Automatización descentralizada	89
3.5.10. Transferencia de datos	93
3.5.11. Fases de Operación	96
3.5.12. El telegrama AS-i	99
3.5.13. Funciones de la Interfaz	100
3.5.13.1. Read/Write	100
3.5.13.2. Read and Store	100
3.5.13.3. Configure Actual	101
3.5.13.4. Supply slave with configured parameters	101
3.5.14. El concepto de cable plano AS-i	102
3.5.15. La tecnología de perforación del aislador	103
3.5.16. Los Módulos AS-i: Los Bloques de los esclavos AS-i	104

3.5.17. Fuentes de Alimentación	105
3.5.17.1. Funcionamiento	105
3.5.17.2. Suministro de corriente para el cable AS-I amarillo	106
3.5.17.3. Alimentaciones conmutadas	106
3.5.18. Extensiones de cable	107
3.5.18.1. Terminaciones de bus	107
3.5.18.2. Repetidores	107
3.5.18.3. Maestros Dobles	108
3.5.18.4. Comparativa de extensiones de cable	108
3.5.18.5. Ejemplos de extensiones de cable	109
3.5.19. Resumen características AS-Interface	112
3.5.20. Solución y Diagrama con red AS-Interface	113
3.6. Tabla comparativa características de sistemas	115
3.7. Interfaz Operador Pantallas táctiles	117
3.7.1. Tipos y funcionamiento	117
3.8. CAPITULO IV: Diseño Final	
3.8.1. Diseño de Paneles de Operación	122
3.8.2. Modificación de lógica PLC	130
3.8.3. Lista de Materiales	131
Conclusiones Finales	133
Bibliografía	136
Anexos	138
Manual Usuario AS-Interface Master/Scanner	139
Herramientas de Direccionamiento	146
Instalando un modulo AS-i	148
Como hacer una conexión AS-i en 4 pasos	149

RESUMEN

Celulosa Arauco y Constitución S.A planta Arauco, en busca de mejoras para el rendimiento y nuevas tecnológicas en el proceso de embalaje de la celulosa en sus líneas finales, ha tomado en consideración realizar un estudio sobre el reemplazo y/o reducción de tarjetas de entrada y salida del tipo PLC2 de Allen Bradley.

La justificación se basa en mejorar la “confiabilidad y disponibilidad del sistema”, es decir, en el corto plazo disminuirán los costos de mantención del sistema, ya que se reducirán los tiempos perdidos por fallas, lo que se traduce a continuidad de la producción y, valga la redundancia, mayor producción.

Los puntos más importantes para la realización de este proyecto, en los cuales se basan las decisiones son: modernización del sistema, reducción del chasis, reducción del número de tarjetas de I/O, reducción del cableado en terreno, reducción de cableado en paneles, compatibilidad con ControlLogix, entre otros.

Para resolver el problema se proponen dos alternativas principales las cuales son: reemplazar tarjetas de entrada y salida del tipo PLC2 por ControlLogix, o utilizar la tecnología de buses de campo.

De estas dos alternativas se decide utilizar bus de campo, ya que abarca totalmente nuestros puntos en cuestión, no así el caso de cambiar “tarjeta por tarjeta”, por qué además de no reducir el cableado ni el número de tarjetas de entrada y salida, se producen errores en la comunicación debido al ruido inducido por las líneas trifásicas, con las cuales se comparte la canalización (subterránea).

Dentro de la variedad existente de buses de campo se evalúan tres tipos: DeviceNet, Profibus y AS-Interface, lo que permite la elección de uno de los tres sistemas es la capacidad de cumplir al máximo los objetivos propuestos. En el caso de Profibus y DeviceNet se cumple un 70% de las expectativas, a diferencia de AS-Interface que cumple con la totalidad.

Cabe mencionar que la disminución de tarjetas de salida no se realiza en aquellas que estén conectadas a los MCC (Central de Control de Motores) solo serán reemplazadas por otras de tecnología ControlLogix, pues la reducción del cableado hacia los MCC involucra un trabajo de ingeniería mayor, fuera de los alcances de este proyecto. Por otra parte, los MCC se encuentran dentro de la sala eléctrica lo que disminuye la necesidad de reducir el cableado.

OBJETIVOS

1. Disminuir la gran cantidad de tarjetas de entrada y salida PLC2 de Allen-Bradley.
2. Proponer alternativas de sustitución de equipos en función de los requerimientos de la empresa.
3. Diseño de nuevos paneles de operación.
4. Generación de documentación.

INTRODUCCIÓN

La Empresa:

Celulosa Arauco y Constitución S.A. es una de las mayores empresas forestales de América Latina en términos de superficie y rendimiento de sus plantaciones, fabricación de celulosa kraft de mercado y producción de madera aserrada y paneles. Está organizada en cuatro áreas estratégicas de negocios: Forestal, Celulosa, Madera Aserrada y Paneles. Sus centros operativos en Chile, Argentina y Brasil, sus oficinas comerciales en América, Europa y Asia, y su amplia red de agentes a nivel mundial permiten comercializar sus productos en más de 50 países.

En particular, planta Arauco comienza a operar de 1972 hasta la fecha, la cual tiene una capacidad de producción anual de más de 3 millones de toneladas de celulosa.

En planta Arauco se produce celulosa blanqueada de eucaliptus (800 Ton/día) y celulosa blanqueada de pino radiata (1410 Ton/día), ambas se utilizan como materia prima en la fabricación de papeles de impresión, escritura y en la elaboración de papeles sanitarios, industriales y de envolver de alta calidad.

Área Secado y Líneas de Embalaje:

Área que tiene por objeto remover el agua de la pulpa de celulosa obtenida en blanqueo, produciendo fardos de celulosa con un alto seco (98% seco) lo cual facilita su almacenamiento y transporte.

Durante el proceso se alimenta la pulpa blanca a un equipo denominado Fourdrinier donde parte del agua es drenada por gravedad y vacío, formando una hoja continua. Luego esta hoja es prensada y secada con aire caliente, para finalmente ser cortada y aplicada en fardos para su comercialización.

Línea Final 3:

Es una de las líneas de embalaje en la cual los fardos de celulosa recién cortados son embalados en un proceso continuo y automatizado, controlado por operadores de planta quienes en caso de ser necesario manejan el proceso por medio de paneles de operación.

Una vez embalados los fardos son llevados a bodega y cargados a los carros de trenes.

Planteamiento del problema:

Celulosa Arauco y Constitución S.A., Planta Arauco, en la búsqueda constante de nuevas tecnologías para la optimización de sus procesos y mejorar la calidad de su celulosa, desea reemplazar su sistema de control en la Línea Final – Área Secado y Líneas de Embalaje – por lo que solicita la reducción y modernización de tarjetas E/S en el rack del tipo PLC2 marca Allen-Bradley, esto debido al gran espacio que estas utilizan, el estado de obsolescencia del sistema actual y los numerosos cables conectados.

Cabe mencionar que la obsolescencia del sistema se justifica en: la dificultad de encontrar repuestos lo cual conlleva a un aumento de los costos, una carencia de especialistas que solucionen las probables fallas y las “pobres” herramientas de diagnóstico que estas presentan.

Anteriormente se detectó una falla, en una de las tarjetas de salida, la cual cambio el estado lógico de una de sus salidas. El diagnóstico ha sido que el condensador de 0.05F/ 500V asociado a esta salida, ha degradado su capacidad originando una mayor circulación de corriente lo cual ha recalentado una resistencia de 100 ohm del circuito y esto hace que la salida no cumpla con la lógica del proceso, generando acciones consecuentes en forma errónea. Lo cual produjo una detención de la línea de producción durante seis horas.

Es por esto que se desea mejorar la “confiabilidad y disponibilidad del sistema”, mediante el empleo de diseños y tecnologías adecuadas, existentes en el mercado, con lo cual disminuirán los costos de mantención del sistema, y también los tiempos perdidos por fallas.

Para lograr este objetivo se tiene a disposición toda la tecnología con la cual se cuenta en esta planta.

Restricciones:

- Tiempo de cambio del sistema: máximo 4 días (sensores) y/o en servicio (paneles).
- La comunicación entre los dispositivos y el PLC debe ser por medio de cables.
- Las paradas de emergencia debe estar alimentada, alambrada y debe ser cableado por separado, es decir, que no dependan de los sistemas electrónicos de estado sólido (en el caso de utilizar buses de campo).

1. CAPITULO I: SISTEMA ACTUAL EN LINEA FINAL 3

1.1 Descripción:

A continuación se especifica cómo está distribuido el sistema actual de la línea final 3:

Dentro de la Sala Eléctrica Líneas Finales 2 y 3 se encuentra el computador que contiene el software necesario para el monitoreo y modificación del proceso de empaquetado del producto. Este está conectado por medio de la red Ethernet de planta al PLC (Fig. N°1) de la Línea 1 el que se conecta a los PLC de la Línea 2 y 3 por medio de una red DH+.



Fig. N°1: PLC ControlLogix 5550, Allen-Bradley

A su vez, el PLC ControlLogix de la Línea 3 se comunica con las tarjetas de entrada y salida del tipo PLC2 Allen Bradley por medio de una red RIO (Remote I/O), como se muestra en la figura N°2.

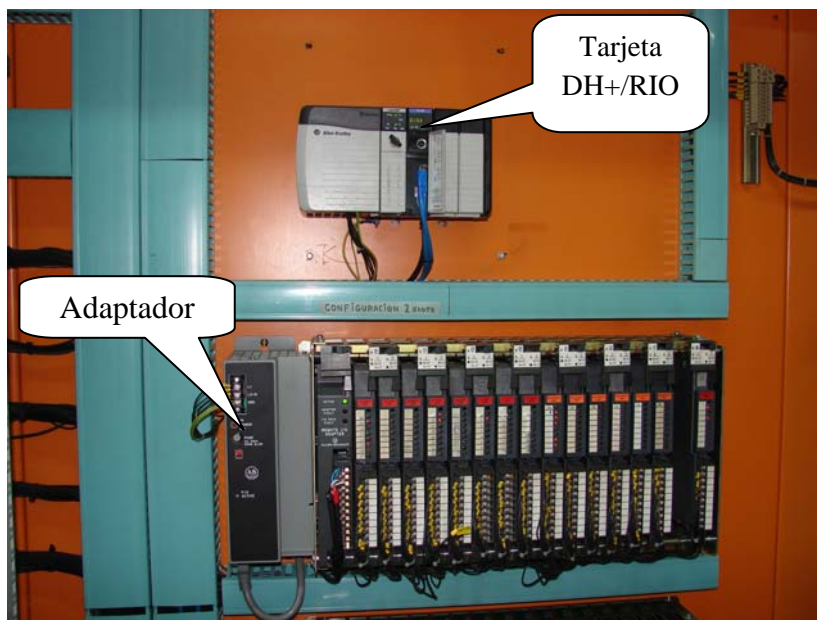


Fig. N°2: Comunicación entre ControlLogix y PLC2

El chasis consta de 7 Rack, cada uno se divide en 8 grupos y cada grupo tiene 2 tarjetas de 8 bit, como se muestra en las figuras N°3 y N°4. Estas tarjetas son de entrada o de salida las cuales están conectadas a los paneles de control, sensores, electroválvulas y a los MCC. En total se encuentran operativas 62 tarjetas de entrada y 36 tarjetas de salida, ya que hay algunos rack con slot sin utilizar.



Fig. N°3



Fig. N°4

1.2 PANELES DE OPERACIÓN

En terreno se encuentran los paneles de operación que utilizan los operadores cuando existe un problema con el proceso normal de embalaje. En caso contrario, lo dejan en función “Automático”. A continuación se muestran en detalle cada máquina con su panel de operación:



Fig. N°5: Transportador antes de la Prensa de Fardo



Fig. N°6: CP 20, control de cadenas transportadoras anteriores a la prensa de fardo.



Fig. N°7: CP 20 (interior)



Fig. N°8: Colocadora de tapas

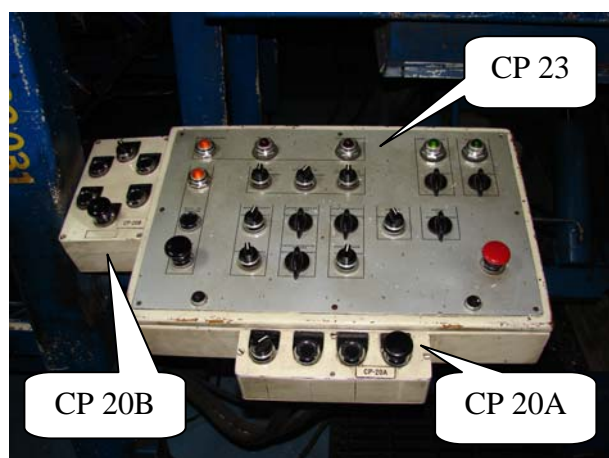


Fig. N°9:

CP20A: control de cadena del transportador 817 después de la prensa.

CP20B: controla carro y cadenas del transportador de tapas 866.

CP23: controla colocadora de Tapas.



Fig. N°10: CP23 (interior)

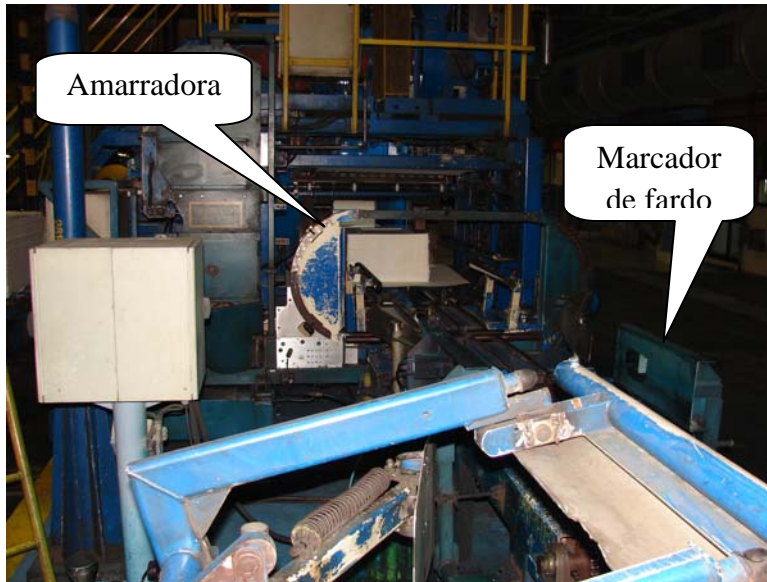


Fig. N°11: Amarradora #1 y Marcador de Fardos.



Fig. N°12: CP 24, control de Transportador 819 después de amarradora #1.



Fig. N°13: CP 27A, control de transportador 820 y marcador de fardos.

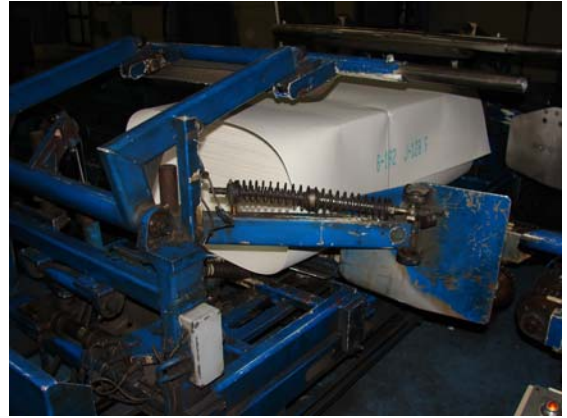


Fig. N°14: Plegadora



Fig. N°15: CP 25, control cadena transportador 822 y plegadora



Fig. N°16: CP 26, control cadena transportador 823 y amarradora #2.



Fig. N°17: Apilador de Fardos.



Fig. N° 18: CP 27, control de transportador 936, transportador 824, horquilla y ajustadores.

2. CAPITULO II: ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACION.

Para resolver el problema propuesto se proponen dos opciones de mejora, las cuales son: reemplazar tarjetas de entrada y salida del tipo PLC2 por ControlLogix, o utilizar la tecnología de buses de campo. A continuación se describe cada una de ellas.

2.1 Solución 1: Tarjeta por tarjeta

Una de las posibles soluciones de modernización del sistema es cambiar las tarjetas I/O PLC2 de Allen Bradley por tarjetas de I/O ControlLogix. Esta solución se fundamenta en que actualmente se cuenta con un PLC ControlLogix (modelo Logix 5550) que se comunica con tarjetas de I/O PLC2 mediante una red RIO, por lo tanto, para aprovechar el procesador existente se propone sólo cambiar tarjetas de I/O. Esto trae como consecuencia las ventajas y desventajas que se enumeran a continuación:

Ventajas:

- Modernización del sistema.
- Se disminuye el espacio dentro del chasis (ControlLogix es más compacto).
- Compatibilidad de software (RSLogix).
- No se necesita hacer un nuevo cableado.

Desventajas:

- No se reduce cableado.
- No se reduce el número de tarjetas de I/O.
- Los problemas inductivos producidos por las líneas trifásicas (380 v) que acompañan el cableado (comparte la canalización subterránea) no se soluciona.

2.2 Solución 2: Buses de campo.

Los buses de campo se usan en la actualidad de forma prioritaria como un sistema de comunicación para el intercambio de información entre sistemas de automatización y sistemas de campo distribuidos. Miles de pruebas satisfactorias han demostrado de manera impresionante que el uso de la tecnología de los buses de campo puede ahorrar un 40% en costos por cableado, mantenimiento, etc. si se compara con las tecnologías tradicionales. Solamente se usan dos líneas para transmitir toda la información relevante (es decir, datos de entrada y salida, parámetros, diagnósticos, programas y modos de operación para distintos dispositivos de campo). En el pasado era muy normal la utilización de buses de campo incompatibles entre marcas. Afortunadamente en la actualidad todos los sistemas responden a unas características estándar. Por tanto, el usuario no está “atado” a un único vendedor y es capaz de seleccionar el producto que mejor se adapte a sus necesidades dentro de una amplia gama.

Algunas de las ventajas y desventajas de los buses de campos son:

Ventajas

- Reducción de costos de instalación, mantenimiento y mejoras del funcionamiento del sistema.
- Reducción significativa del cableado.
- Reducción costos del cableado.
- Reducción en el número de horas para su instalación y puesta en marcha.
- Reducción del mantenimiento.
- Mayor flexibilidad en el diseño del sistema.
- Simple obtención de datos y fallas por medio del operador, lo que disminuye el tiempo de parada de la planta.

Desventajas

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

A continuación, se muestra la comparación de las soluciones propuestas según exigencias del estudio:

Tabla N°1: Comparación de soluciones

	Exigencias	Cambio de Tarjetas	Buses de campo
1	Modernización del sistema	SI	SI
2	Reducción de chasis	SI	SI
3	Reducción del número de tarjetas I/O	NO	SI
4	Reducción del cableado	NO	SI
5	Reducción de fallas por ruido	NO	SI
6	Compatibilidad con ControlLogix	SI	SI

3. CAPITULO III: BUSES DE CAMPO.

3.1 Introducción a los sistemas automatizados.

Un sistema automatizado se define como una secuencia programada de procesos. Un sistema automatizado es el funcionamiento automático de máquinas y plantas de fabricación [1]. Los primeros sistemas automatizados eran simples dispositivos mecánicos. Posteriormente estos sistemas se convirtieron en sistemas electromagnéticos con el empleo de relés. Era el origen de la tecnología de la automatización. En las últimas décadas se han ido substituyendo los elementos electromagnéticos por una tecnología programada, y especialmente, por autómatas programables, también llamados PLC. Los primeros autómatas programables no podían comunicarse entre ellos. Se trataba de autómatas programables aislados que controlaban un proceso totalmente aislado del resto de procesos que formaban el sistema. Hasta hace algunos años se empezó a conectar PLC entre sí, intercambiando información y controlando procesos relacionados entre ellos. Las entradas y salidas son la expresión física de un control de procesos, son la frontera entre el mundo lógico (el programa desarrollado en los controladores) y el mundo real (motores, válvulas, conectores, etc.). Los PLC realizan tareas de control. Para realizar esta labor necesitan de las señales de entrada, salida y de la comunicación con otros controladores que forman parte del proceso. Es entonces cuando nace el concepto de red industrial. Se llama red porque enlaza diferentes elementos e industrial porque está fundamentalmente pensada para ambientes industriales.

Con la aparición de las redes industriales, se creó un modelo de comunicación donde se definían unos niveles o capas. La mayoría de los fabricantes hablaban de cinco niveles, y casi todos coincidían en los nombres. Estos eran nivel de dispositivos, estación, célula, centro y planta. Es lo que se conoce como modelo piramidal.

Actualmente únicamente se definen tres niveles de comunicación. Nivel de información, control y dispositivos.

3.1.1 Clasificación de las redes.

Para adaptarse a los diferentes requisitos de automatización, se ofrecen distintas redes de comunicación, como se ejemplifica a continuación:

1. Industrial Ethernet
2. PROFIBUS
3. AS-Interface
4. DeviceNet

Existen cuatro niveles de automatización claramente descritos en la figura N°19:

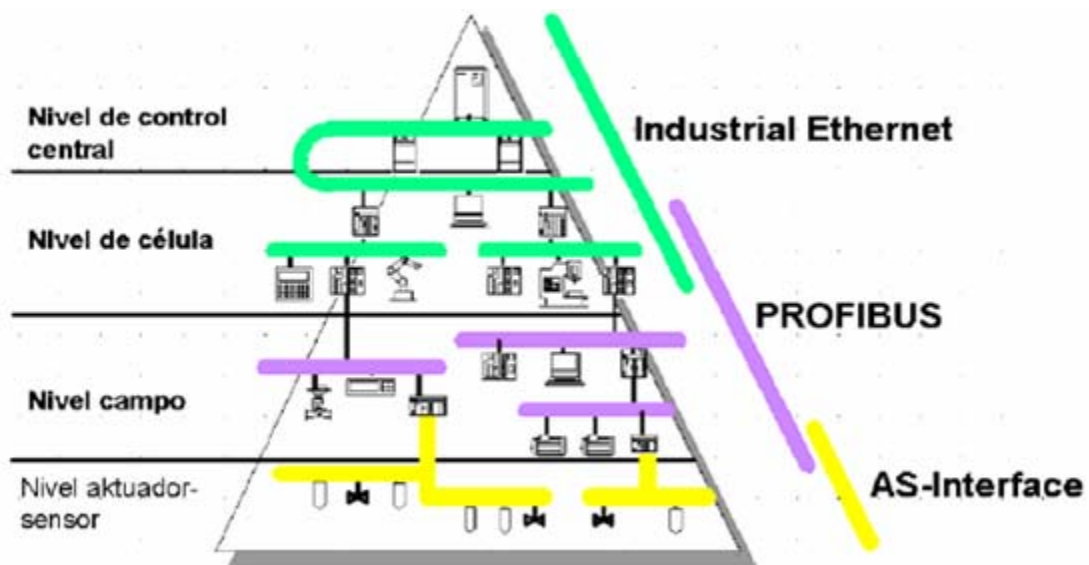


Fig. N°19: Niveles de Automatización.

Nivel de control central

En este nivel se procesan tareas de generales que conciernen a toda la empresa (funciones de gestión). Entre ellas figuran la memorización de valores del proceso y funciones de procesamiento para optimizar y como analizador, así como su presentación en forma de listados. Los datos necesarios se recolectan y procesan para toda la empresa, con independencia del lugar de emplazamiento. Desde el nivel de control central puede accederse igualmente a otros niveles.

La cantidad de estaciones puede ser superior a 1.000.

Nivel de célula

En el nivel de célula se procesan autónomamente todas las tareas de automatización y optimización. En este nivel están interconectados los autómatas, PCs y los equipos para el funcionamiento y la observación.

Nivel de campo

El nivel de campo es el nexo entre las instalaciones y los autómatas programables. Los dispositivos de campo miden, señalizan y retransmiten a las instalaciones las órdenes recibidas del nivel de célula. En general se transmiten pequeñas cantidades de datos. En este caso es típica una comunicación jerarquizada, es decir varios dispositivos de campo se comunican con un maestro.

Nivel de actuadores-sensores

En este nivel, un maestro se comunica con los actuadores y sensores conectados a su subred. Son característicos aquí tiempos de respuesta rápida y un número reducido de bits de datos.

3.1.2 Tendencias en la Automatización Industrial.

La tendencia más importante en la automatización industrial durante los últimos años ha sido la introducción de redes abiertas de comunicación para enlazar dispositivos de diferentes fabricantes (Fig. N°20). Otra tendencia es el reducir el cableado y el costo de la conexión a la red de cualquier dispositivo. El rápido desarrollo de los semiconductores y los grandes volúmenes de fabricación permiten que el costo del interfaz sea cada vez menor. La tendencia actual del mercado es hacia el control distribuido, es decir hacia una clara conexión de los dispositivos directamente a la red, ya que estos incorporan cada vez más inteligencia, ofreciendo más diagnósticos y reduciendo considerablemente los costos de automatización.

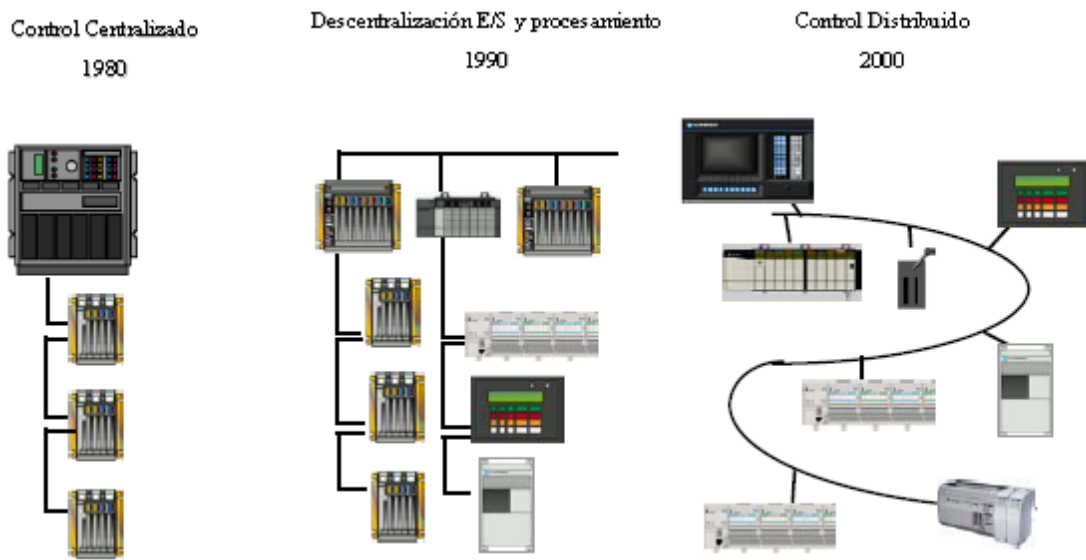


Fig. N°20: Tendencia de la Automatización Industrial

3.1.3 Modelo de comunicación

3.1.3.1 Modelos de acceso a la red.

El acceso a una red se puede realizar mediante el modelo Cliente/Servidor (Fig. N°21) o por Productor/Consumidor (Fig. N°22).

3.1.3.1.1 Modelo Cliente/Servidor (Origen/Destino).

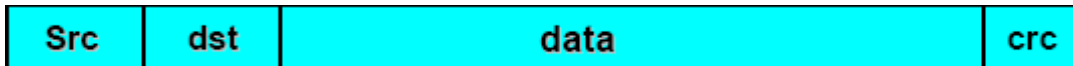


Fig. N°21: Modelo Cliente/Servidor

El nodo *Originador* envía los datos individualmente a cada nodo *Destinatario*. Para enviar la misma información varias veces a diferentes destinos hay que enviar el paquete de datos cada vez. La sincronización entre los nodos es compleja ya que los datos llegan a cada nodo en instantes diferentes.

- Por ejemplo, si se quiere comunicar la fecha y la hora actual en una sala con 20 personas mediante el modelo Origen/Destino :
 - Una persona (*Originador*) informa a cada persona individualmente (*Destinatarios*) en la sala, de la fecha y la hora actual.
 - Algunas personas pueden estar predispuestas a escuchar, otras pueden ignorar el mensaje.
 - El tiempo transcurre mientras el *Originador* comunica los datos uno a uno. Los datos comunicados habrán perdido validez (precisión) después de completada la transferencia a la primera persona, los datos estarán obsoletos. Serán necesarios reajustes por parte del *Originador* ó por parte de cada *Destinatario* para conseguir la sincronización entre las 20 personas.
 - Los tiempos de entrega variarán en función del número de personas en la sala.

3.1.3.1.2 Modelo Productor/Consumidor (Multicast).



Fig. N°22: Modelo Productor/Consumidor

El modelo productor/consumidor, este modelo pone la información accesible a todos los componentes de la red simultáneamente. Esto provoca que múltiples nodos puedan consumir información simultáneamente y que la sincronización de nodos sea fácil.

Siguiendo con el ejemplo anterior para comunicar la fecha y hora actual a una sala con 20 personas mediante el modelo Productor/Consumidor:

- Una persona establece (Produce) la fecha y hora (Datos) una sola vez.
- Las 20 personas oyen los datos simultáneamente, algunas personas pueden escoger escuchar (Consumir) los datos y otras pueden escoger ignorar (no consumir) los datos.
- Muy eficiente, datos producidos una sola vez, no son necesarios los reajustes de los datos ni por parte del productor ni de los consumidores.
- Altamente determinístico, el tiempo de entrega se mantendrá constante aun cuando entrasen en la sala 30 personas más, o saliesen 5.

3.1.4 Modos de trabajo.

3.1.4.1 Maestro/Esclavo: Un maestro, múltiples esclavos. Los dispositivos esclavos únicamente intercambian información con el dispositivo maestro (Fig. N°23).

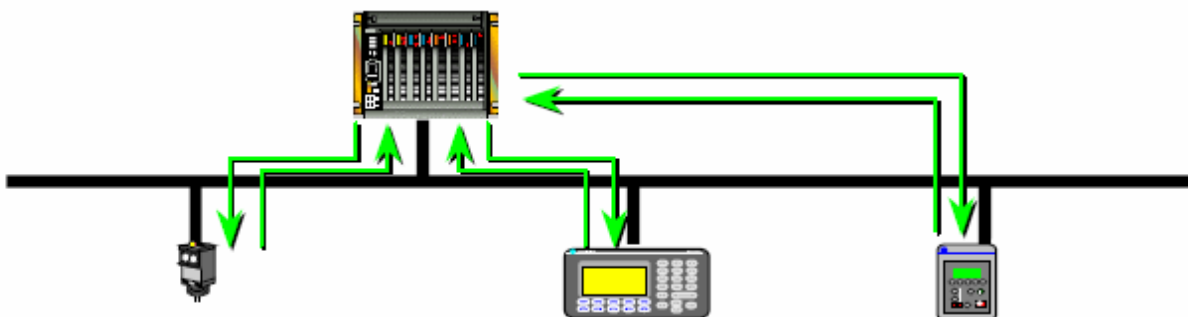


Fig. N°23: Modo Maestro/Esclavo

Cuando se habla de conexiones Maestro/Esclavo se está haciendo referencia a aquel conjunto de conexiones, donde los nodos que intervienen no son libres para escoger el tipo de conexión, simplemente quiere decir que la conexión está predefinida.

3.1.4.2 Multimaestro: Más de un maestro en el mismo sistema, cada maestro tiene su grupo de esclavos. Los dispositivos esclavos únicamente intercambian información con sus maestros (Fig. N°24).

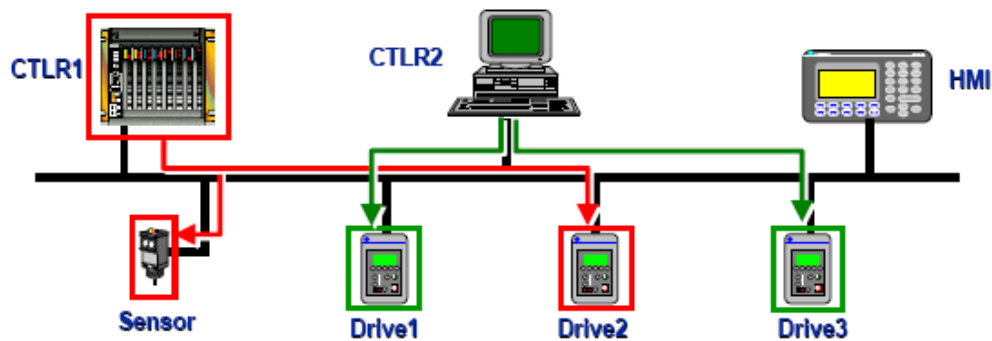


Fig. N°24: Modo Multimaestro

El modelo Master/Slave permite trabajar con los siguientes modelos:

- a) *Modo Poll*: Cuando el dispositivo recibe información (normalmente las salidas), responde inmediatamente enviando su información (normalmente las entradas).

Envío de un mensaje Poll: el mensaje se dirige hacia un dispositivo esclavo únicamente, el dispositivo master debe transmitir para cada uno de los dispositivos esclavos.

Respuesta de un mensaje Poll: El dispositivo esclavo enviará los datos de entrada.

- b) *Modo Strobe* (Fig. N°25): En un mismo ciclo se envía/recibe todos los datos de E/S de todos los dispositivos de la red.



Fig. N°25: Formato de transmisión Strobe

Importante: En Strobe, los mensajes son enviados con el inicio de un ciclo de scan, mientras que en poll no es necesario.

3.1.4.3 Cambio de estado: Los dispositivos producen información únicamente cuando cambia su estado (Fig. N°26).

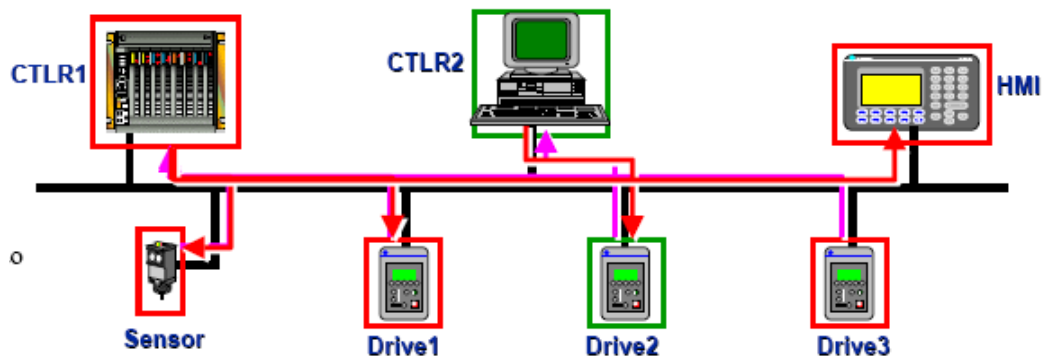


Fig N°26: Modo Change of State

El método de trabajo es eficiente porque reduce considerablemente el tráfico en la red, los dispositivos no desperdician recursos procesando información antigua.

3.1.4.4 Cíclico: Los dispositivos producen información a frecuencia determinada por el usuario (Fig. N°27). La producción cíclica es eficiente porque la información se actualiza a la frecuencia apropiada para dispositivo y aplicación.

Se reserva ancho de banda para dispositivos con cambios muy rápidos y la información muestreada a intervalos fijos proporciona un mejor determinismo.

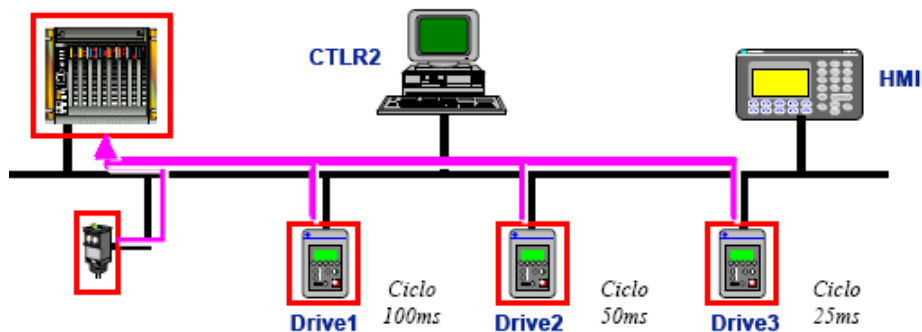


Fig N° 27: Modo Cyclic

3.1.4.5 Peer-to-Peer (entre iguales): Los dispositivos se tratan como iguales, libres de intercambiar información con cualquier dispositivo cuando lo necesiten (Fig. N°28). Mayoritariamente utilizada con la mensajería explícita.

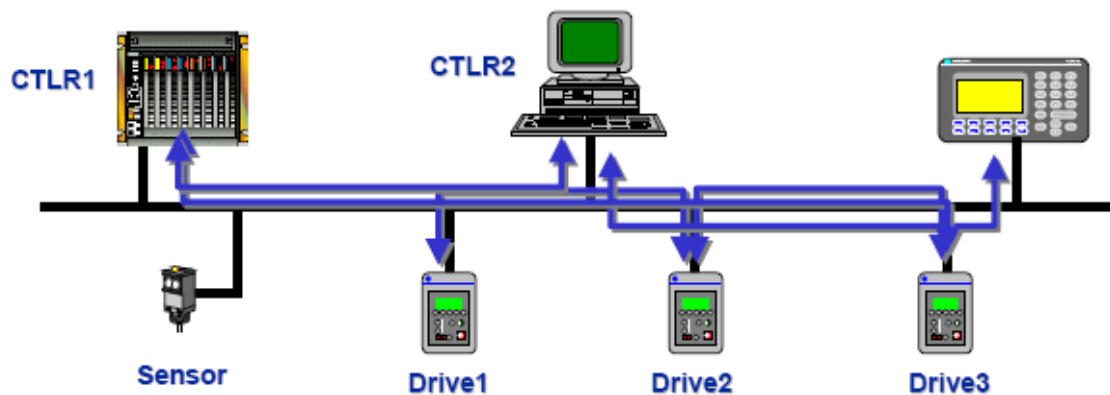


Fig. N°28: Modo Peer -to- Peer

3.1.5 MODELO OSI

ESTÁNDAR DE REFERENCIA PARA COMUNICACIONES DE DATOS

A continuación, en la Fig. N°29, se muestra un esquema de todas las capas de modelo OSI

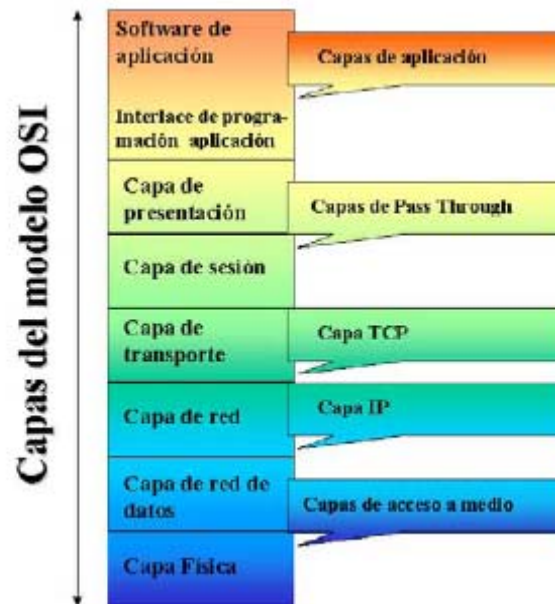


Fig. N°29: Capas de modelo OSI

Capa física

- Se encarga del transporte de los bits de un extremo al otro del medio de comunicación.
 - Debe asegurarse de que cuando un extremo envía un “0” el otro extremo distante reciba efectivamente un “0”.
- Se especifican cosas tales como:
 - Medio de transmisión
 - Voltajes o potencias
 - Codificación

Capa de enlace

- Se encarga de brindar una comunicación adecuada entre los extremos de un canal de comunicación
- Principales funciones
 - Armado y separación en tramas
 - Detección de errores
 - Control de flujo
 - Adecuación para acceso al medio

Capa de red

- Se encarga que la información llegue a destino
 - Para esto puede ser necesario pasar por varias maquinas intermedias
- Se clasifican en:
 - Orientadas a conexión: la capa de red establece circuitos virtuales en el proceso de conexión.
 - No orientada a conexión: los paquetes enviados se llaman normalmente “datagramas”.

Capa de transporte

- Su función principales proporcionar un transporte de datos confiable y económico de la máquina de origen a la máquina de destino, independientemente de la red o redes físicas en uso.
- Es la primera capa en la que los corresponsales son directamente los extremos
- Debe corregir o simular las limitaciones, defectos y problemas de la capa de red.
- Se clasifican en:
 - Orientadas a conexión (TCP): proporciona flujos de información seguros y confiables
 - No orientados a conexión (UDP): muy sencillo (básicamente el paquete mas un encabezado), y no seguro.

Capa de sesión

- Recibe el servicio virtual de mensajes extremo a extremo de la capa de transporte.
- Se encarga de la gestión de directorios, los derechos de acceso, las funciones de registros, etc.

Capa de presentación

- Realiza la conversión del código de caracteres, la encriptación, compresión de datos, etc.

Capa de aplicación

- Es donde se encuentran las aplicaciones de los usuarios
- Las capas por debajo de la aplicación existen únicamente para brindar un transporte confiable a las aplicaciones residentes en la capa de aplicación.
- En la capa de aplicación se implementan los temas de seguridad, presentación de la información y cualquier aplicación útil para los usuarios (correo electrónico, world wide web, etc.)

3.1.6 Conexión a red

El Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet (TCP/IP) es un protocolo de capa de transporte (TCP) y un protocolo de capa de red (IP) generalmente usado para comunicarse al interior de las redes y entre redes. BOOTP es un protocolo de nivel bajo que proporciona información de configuración (tal como dirección IP) a otros nodos en una red TCP/IP. Para poder configurar un cliente BOOTP debe existir un servidor BOOTP en la red Ethernet. El servidor es una computadora (una computadora personal, sistema VAX, o UNIX)) con el software de servidor BOOTP instalado. El Protocolo de Administración de Red Simple (SNMP) es estándar para la administración de redes dentro de entornos TCP/IP. Se ha implementado el agente SNMP en los procesadores Ethernet PLC-5 y el Gateway Ethernet. Esto permite que las aplicaciones del cliente monitoricen y manejen información de la red en computadoras principales y gateways. Los administradores de red ejecutan programas que usan SNMP para manejar sus redes.

Componentes

El sistema básico Ethernet TCP/IP está formado por unidades de conexión de media (MAU), también llamadas transceivers, interfaces de unidades de conexión de media (AUI), también llamados cables de derivación de transceivers. La siguiente figura (Fig. N°30) muestra los componentes tradicionales de la red Ethernet y sus conexiones.

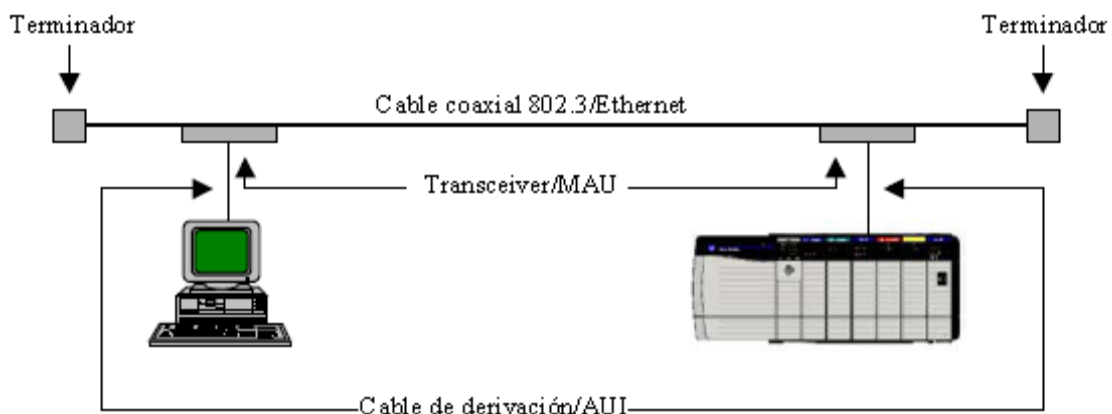


Fig. N°30: Red Ethernet y sus conexiones

3.1.7 Redes de Control

El nivel de control se encuentra dentro de las plantas, a diferencia con el nivel de información que tiene que enlazar las plantas de producción con las oficinas.

En el nivel de control las necesidades que se tienen que cubrir son:

- Tiempo de respuesta rápido.
- Conectividad de E/S, PCs, PLCs, etc.
- Determinismo.
- Repetibilidad.
- Enclavamiento entre procesadores.
- Diagnósticos.
- Tecnología Abierta.

Dentro del nivel de control hay básicamente tres tipos de redes:

Tabla N°2: Descripción redes DH+, RIO y ControlNet

Red	Descripción
Data-Highway Plus	Permiten comunicaciones entre iguales (MSG), comunicaciones con ordenadores de gestión de planta, comunicaciones con ordenadores de mantenimiento, programación remota.
Remote I/O	Interlocks o enclavamiento entre iguales
ControlNet	Red de comunicaciones que integra la funcionalidad de las anteriores ofreciendo además unas elevadas prestaciones frente a ellas.

3.1.7.1 Data-Highway

Los sistemas DH y DH+ son redes de área local (LAN). Mediante estas redes se conectan controladores programables, ordenadores y otros dispositivos para que puedan comunicarse e intercambiar datos entre ellos.

3.1.7.2 Comunicación en DH

Una red DH usa comunicación entre dispositivos semejantes a través de un esquema de paso del testigo llamado maestro flotante. El maestro controla el acceso a la red y puede iniciar mensajes en cualquier momento. Con este modo de operar, los nodos tienen la maestría temporal en base a su necesidad de enviar información. De esta forma, cada nodo tiene el mismo acceso para convertirse en el maestro.

A diferencia de una relación de maestro/esclavo, una relación de maestro flotante no requiere que el maestro actual llame a cada nodo para otorgar permiso para transmitir la información. El resultado es menos espacio por transacción y una red más eficiente. En el sistema DH, los módulos interfaces controlan el acceso a la red localmente. Esto significa que si un módulo tiene un fallo, los otros módulos continúan comunicándose en la red.

3.1.7.3 Comunicación en DH+

La red DH+ usa el protocolo de paso del testigo para permitir que los nodos en la red transmitan mensajes por el cable. Con el protocolo de paso del testigo, sólo el nodo que posee el testigo puede transmitir mensajes. Un nodo es el maestro durante todo el tiempo que posee el testigo. Así es como rotan los nodos para tener la maestría de la red. Cuando un nodo ha enviado todos sus mensajes o usado todo su tiempo de mantención del testigo, pasa el testigo al nodo con la siguiente dirección más alta. El paso del testigo continúa de esta manera hasta que el testigo es pasado al nodo con la dirección más baja. Cuando el nodo con la dirección más baja ha terminado con el testigo, el ciclo vuelve a empezar.

3.1.7.4 Componentes de una red DH

Si se tiene una red DH, se ha de construir usando conectores de estación y cables de derivación. Si se tiene una red DH+, se tiene que usar conectores de estación y cables de derivación, o cadenas de margaritas para conectar los dispositivos a la red como se describe en la figura N°31:

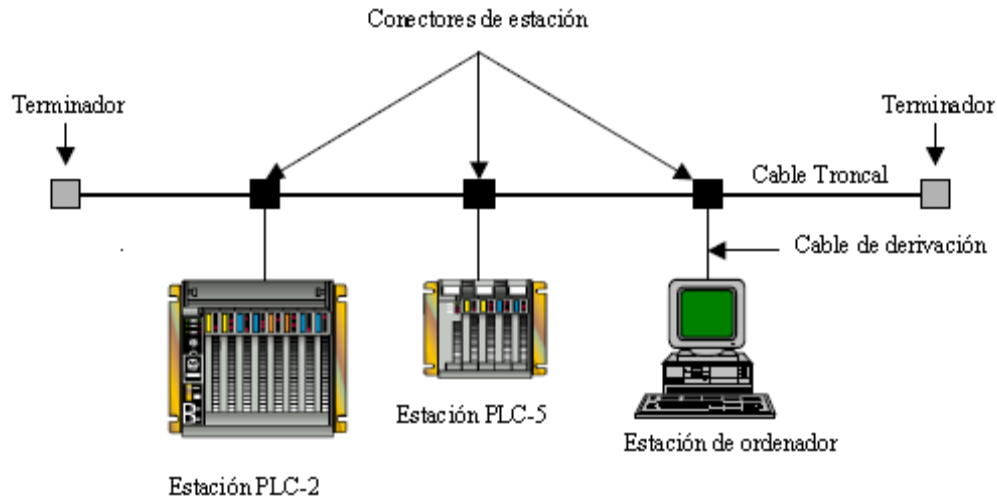


Fig. N°31: Conexión de dispositivos DH+

Tabla N°3: Tipos de Cable utilizados en una red DH

Componente	Descripción
Cable Troncal	El cable troncal es el bus, o la parte central del sistema de cables de la red. La longitud del cable troncal depende de la ubicación de los nodos en su red, sin embargo, la longitud máxima para el cable troncal es 3050 metros.
Cable de derivación	Los cable de derivación conectan los nodos al cable de derivación depende de las necesidades específicas de la red, sin embargo, cada cable de derivación no debe tener más de 30.5 metros de largo. Si es posible, mantener los cables de derivación a una longitud mayor de 3.0 metros
Conectores de estación	Los conectores de estación conectan los cables de derivación al cable troncal y también unen a los segmentos del cable troncal. Una red DH o DH+ no puede tener más de 64 nodos. Cada conector de estación en el cable troncal cuenta como uno de esos nodos, aunque no haya un cable de derivación o dispositivo conectado a ese conector de estación.

3.2 Introducción a los Buses de Campo

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción. El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20mA. Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs, transductores, actuadores y sensores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un costo bajo. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus. El objetivo es reemplazar los sistemas de control centralizados por redes de control distribuido mediante el cual permita mejorar la calidad del producto, reducir los costos y mejorar la eficiencia. Para ello se basa en que la información que envían y/o reciben los dispositivos de campo es digital, lo que resulta mucho más preciso que si se recurre a métodos analógicos. Además, cada dispositivo de campo es un dispositivo inteligente y puede llevar a cabo funciones propias de control, mantenimiento y diagnóstico. De esta forma, cada nodo de la red puede informar en caso de fallo del dispositivo asociado, y en general sobre cualquier anomalía asociada al dispositivo. Esta monitorización permite aumentar la eficiencia del sistema y reducir la cantidad de horas de mantenimiento necesarias.

3.2.1 Ventajas de los Buses de Campo

La principal ventaja que ofrecen los buses de campo, y la que los hace más atractivos a los usuarios finales, es la reducción de costos. El ahorro proviene fundamentalmente de tres fuentes: ahorro en costo de instalación, ahorro en el costo de mantenimiento y ahorros derivados de la mejora del funcionamiento del sistema. Una de las principales características de los buses de campo es su significativa reducción en el cableado necesario para el control de una instalación.

Cada componente sólo requiere un cable para la conexión de los diversos nodos. Se estima que puede ofrecer una reducción de 5 a 1 en los costos de cableado. En comparación con otros tipos de redes, dispone de herramientas de administración del bus que permiten la reducción del número de horas necesarias para la instalación y puesta en marcha.

El hecho de que los buses de campo sean más sencillos que otras redes de uso industrial como por ejemplo MAP, hace que las necesidades de mantenimiento de la red sean menores, de modo que la fiabilidad del sistema a largo plazo aumenta. Además, los buses de campo permiten a los operadores monitorizar todos los dispositivos que integran el sistema e interpretar fácilmente las interacciones entre ellos. De esta forma, la detección de las fuentes de problemas en la planta y su corrección resulta mucho más sencilla, reduciendo los costos de mantenimiento y el tiempo de parada de la planta. Los buses de campo ofrecen mayor flexibilidad al usuario en el diseño del sistema.

Algunos algoritmos y procedimientos de control que con sistemas de comunicación tradicionales debían incluirse en los propios algoritmos de control, radican ahora en los propios dispositivos de campo, simplificando el sistema de control y sus posibles ampliaciones. También hay que tener en cuenta que las prestaciones del sistema mejoran con el uso de la tecnología de los buses de campo debido a la simplificación en la forma de obtener información de la planta desde los distintos sensores. Las mediciones de los distintos elementos de la red están disponibles para todos los demás dispositivos. La simplificación en la obtención de datos permitirá el diseño de sistemas de control más eficientes. Con la tecnología de los buses de campo, se permite la comunicación bidireccional entre los dispositivos de campo y los sistemas de control, pero también entre los propios dispositivos de campo.

Otra ventaja de los buses de campo es que sólo incluyen 3 capas (Física, Enlace y Aplicación), y un conjunto de servicios de administración. El usuario no tiene que preocuparse de las capas de enlace o de aplicación. Sólo necesita saber cual es funcionalidad. Al usuario sólo se le exige tener un conocimiento mínimo de los servicios de administración de la red, ya que parte de la información generada por dichos servicios puede ser necesaria para la reparación de averías en el sistema. De hecho, prácticamente, el usuario sólo debe preocuparse de la capa física y la capa de usuario.

3.2.2 Buses de Campo existentes

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

Buses de alta velocidad y baja funcionalidad

Están diseñados para integrar dispositivos simples como finales de carrera, fotocélulas, relés y actuadores simples, funcionando en aplicaciones de tiempo real, y agrupados en una pequeña zona de la planta, típicamente una máquina. Básicamente comprenden las capas física y de enlace del modelo OSI, es decir, señales físicas y patrones de bits de las tramas.

Algunos ejemplos son:

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

Buses de alta velocidad y funcionalidad media

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

- DeviceNet: Desarrollado por Allen-Bradley, utiliza como base el bus CAN, e incorpora una capa de aplicación orientada a objetos.
- LONWorks: Red desarrollada por Echelon.
- InterBus-S: Bus de campo alemán de uso común en aplicaciones medias.

3.3 PROFIBUS

¿Qué es Profibus?

PROFIBUS es un bus de campo estándar que acoge un amplio rango de aplicaciones en fabricación, procesamiento y automatización. La independencia de los vendedores está garantizada por la norma EN 50170. Con PROFIBUS los componentes de distintos fabricantes pueden comunicarse sin necesidad de ajustes especiales de interfaces. PROFIBUS puede ser usado para transmisión crítica en el tiempo de datos a alta velocidad y para tareas de comunicación extensas y complejas. Esta versatilidad viene dada por las tres versiones compatibles que componen la familia PROFIBUS, detalladas esquemáticamente en la figura N°32.

- **Profibus PA:**

- Diseñado para automatización de procesos.
- Permite la conexión de sensores y actuadores a una línea de bus común incluso en áreas especialmente protegidas.

- **Profibus DP:**

- Optimizado para alta velocidad.
- Conexiones sencillas y baratas.
- Diseñada especialmente para la comunicación entre los sistemas de control de automatismos y las entradas/salidas distribuidas.

- **Profibus FMS:**

- Solución general para tareas de comunicación a nivel de célula.
- Gran rango de aplicaciones y flexibilidad.
- Posibilidad de uso en tareas de comunicaciones complejas y extensas.

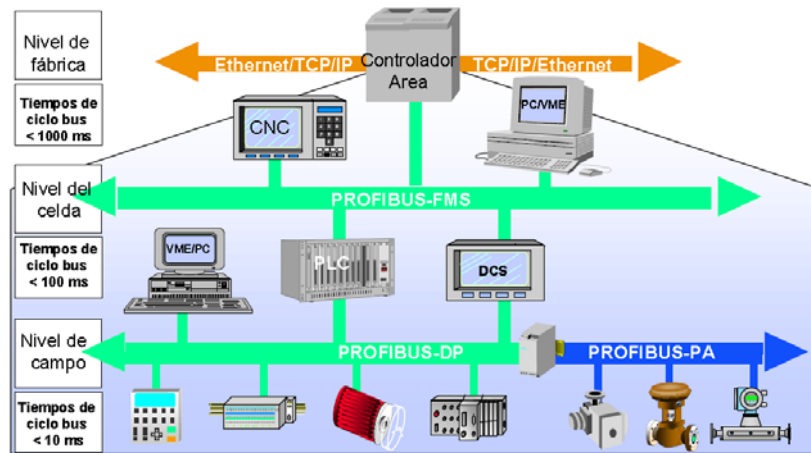


Fig. N°32: Diagrama esquemático familia Profibus

3.3.2 Ventajas de Profibus

Reducción de costos

- Reducción al mínimo del Total Cost of Ownership (costo total de propiedad) a través de la comunicación homogénea por bus de campo:
 - Para todos los sectores de la industria de producción, la industria de procesos y la industria híbrida.
 - En todos los ámbitos del proceso de producción.
 - Cubriendo todo el ciclo de vida de la instalación.
- Menores gastos de planificación y de ingeniería, así como gastos de puesta en marcha más reducidos en comparación con la transmisión convencional de señales a través de conexiones punto a punto en paralelo.
- La conexión directa de dispositivos de proceso, especialmente en la zona Ex, permite ahorrar en cableado y componentes mecánicos para la interconexión, la distribución, la alimentación y el montaje.
- Sistema de seguridad integrado con comunicación de seguridad vía PROFIBUS como alternativa económica a los sistemas de seguridad separados.
- Gestión eficiente de activos con previsión de vidas residuales y planificación del mantenimiento preventivo.

Disponibilidad y rendimiento aumentados

- Redundancia y amplio diagnóstico online
- Parametrización central y mantenimiento proactivo con sistemas / herramientas de gestión eficientes sin necesidad de realizar una calibración regular de los dispositivos de campo
- Comunicación rápida y segura, así como precisión de medición elevada

Protección de personas y máquinas

- Integración continuada de la comunicación de seguridad con PROFIsafe en lugar de un bus de seguridad separado
- Alto contenido informativo y comunicación bidireccional para funciones avanzadas de diagnóstico para la detección y la eliminación más rápida y precisa de fallos

Instalación sencilla

- Los dispositivos con certificación FISCO permiten la conexión "Plug and Play" en la zona Ex. No es necesario realizar cálculos complicados para determinar la seguridad intrínseca.

3.3.3 Estructura de red.

Medio físico.

La tecnología de transmisión más usada es la RS 485, conocida habitualmente como H2. Su área de aplicación comprende aquellas aplicaciones donde prima su simplicidad, la velocidad de transmisión y lo barato de la instalación. Se usa un par diferencial con cable trenzado, previsto para comunicación semi-duplex, aunque también puede implementarse con fibra óptica y enlaces con estaciones remotas vía módem o vía radio. La velocidad de transmisión varía entre 9.6Kbits/s y 12Mbits/s, dependiendo del medio físico.

3.3.4 Elementos del bus.

El elemento esencial del bus es el nodo. PROFIBUS prevé la existencia de dos tipos de nodos:

- *Activos*: son nodos que pueden actuar como maestro del bus, tomando enteramente el control del bus.
- *Pasivos*: son nodos que únicamente pueden actuar como esclavos y, por tanto, no tienen capacidad para controlar el bus. Estos nodos pueden dialogar con los nodos activos mediante un simple mecanismo de pregunta-respuesta, pero no pueden dialogar directamente entre sí.

Aparte de estos dos tipos de nodos, existen otros dos bloques esenciales en la arquitectura del bus:

- *Expansiones E/S*: este tipo de bloques constituyen la interfaz con las señales de proceso y pueden estar integrados tanto en un nodo activo como en un nodo pasivo.
- *Repetidores*: los repetidores ejecutan el papel de simples transceptores bidireccionables para regenerar la señal. Su diferencia esencial con los estudiados en el caso del BITBUS es que no se requieren señales de control (RTS+, RTS-) para conmutar el sentido de la línea de datos, ya que el sistema de codificación en PROFIBUS es del tipo NRZ (por niveles) y las velocidades son más bajas.

3.3.5 Topología

La topología puede ser simplemente en forma de bus lineal (Fig. N°33) o en forma de árbol, en el que los repetidores constituyen el nudo de partida de una expansión del bus

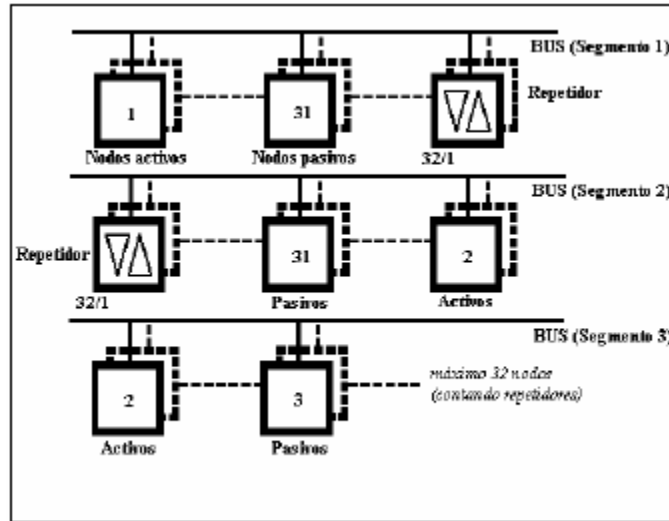


Fig. N°33: Topología de bus lineal

En este caso, la estructura en árbol es puramente una impresión de dibujo, ya que, como se verá, el PROFIBUS admite una estructura lógica de maestro flotante y una estación activa, ejerciendo el papel de maestro, que puede estar físicamente conectada a lo que se pudiera considerar una expansión del bus. Por tanto, incluso en caso de ramificaciones debe considerarse como un bus único.

El número máximo de nodos conectables a cada tramo del bus, sin necesidad de repetidores son 32. A efectos de esta limitación los propios repetidores cuentan como un nodo. El número máximo de nodos del bus es de 127, de los cuales un máximo de 32 pueden ser nodos activos.

No existe ninguna limitación en cuanto a poder configurar una estructura con buses anidados (un esclavo puede ser, a su vez, maestro de otro bus de nivel inferior), aunque deben considerarse como buses independientes, dado que el protocolo no permite direccionar desde arriba las estaciones de niveles inferiores.

3.3.6 Características y normas generales

Clasificación y características

En la industria de procesos la transmisión convencional de señales entre los sensores/actuadores instalados en el campo y los módulos de E/S del sistema de control se realiza mediante conexiones de cable de cobre punto a punto en paralelo. Por regla general las señales analógicas se transmiten con un nivel de 4 a 20 mA.

En contraposición, los sistemas de bus de campo como PROFIBUS permiten establecer la comunicación entre el sistema de automatización (controlador) y los dispositivos instalados en campo a través de un único cable con comunicación serie. Esta comunicación se caracteriza por regla general por la transferencia cíclica de datos de proceso y la transmisión acíclica de alarmas, parámetros y datos de diagnóstico. La reducción de gastos en cuanto al cableado y al hardware de E/S representa un potencial enorme de ahorro. La transmisión digital de datos ofrece un contenido informativo considerablemente mayor que redonda en ventajas significativas de costos tanto en el servicio como en el mantenimiento de las plantas:

- Comunicación direccional (especificación de consignas y respuesta de la posición actual de una válvula)
- Información amplia de diagnóstico para la gestión de activos
- Alta precisión (resolución de 32 bits)

El PROFIBUS presenta una estructura simple, robusta y fiable, puede ampliarse online y es aplicable tanto en entornos no críticos como en zonas con atmósferas explosivas.

Además de estas propiedades, para la automatización del proceso son importantes las siguientes funciones PROFIBUS:

- Integración de dispositivos HART ya instalados
- Redundancia
- Comunicación de seguridad con PROFIsafe
- Sincronización horaria
- Etiquetado con fecha/hora

El PROFIBUS es un bus de campo abierto y universal que permite:

- La comunicación rápida con los dispositivos periféricos descentralizados inteligentes (PROFIBUS con física DP)
- La comunicación y alimentación simultánea de transmisores y actuadores (PROFIBUS PA)

Gracias a su concepción modular con tecnologías de transmisión complementarias, un protocolo de comunicación unificado y múltiples perfiles de aplicación (por ejemplo: PA Devices, PROFIsafe, PROFIdrive, E/S remotas para PA, sistemas de identificación o dosificación/pesaje), PROFIBUS es el único bus de campo que puede aplicarse tanto en la industria manufacturera como en la industria de procesos.

Hay dos métodos de acceso a la red, según si se quiere acceder a estaciones activas (método de paso de testigo), o a estaciones pasivas (método maestro-esclavo).

Paso de Testigo (Token Bus)

Las estaciones activas del bus conectadas a PROFIBUS constituyen un anillo lógico de paso de testigo en orden numérico ascendente según su dirección de PROFIBUS (Fig. N°34). Este orden lógico es independiente de la disposición física de las estaciones. Por anillo paso de testigo se entiende una organización de estaciones (maestros) en la que se pasa un testigo siempre de una estación a la próxima.

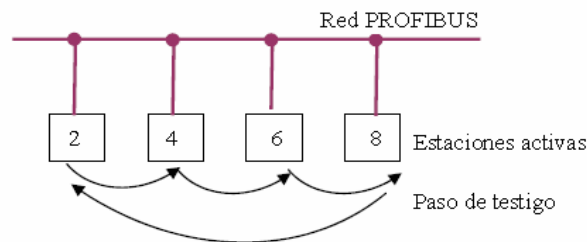


Fig. N°34: Sistema de transmisión de datos Token Bus

Maestro-Esclavo

Si un anillo lógico consta de una sola estación activa y en el bus hay varias estaciones pasivas, esto es un sistema Maestro-Esclavo.

El método maestro-esclavo permite al maestro (estación activa) que posee entonces el derecho de emisión (tiene el testigo) tener acceso a los esclavos (estaciones pasivas) que tiene asignados, como se muestra en la figura N°35.

Entonces, el maestro tiene la posibilidad de enviar mensajes a los esclavos o de recibir los procedentes de éstos. La configuración de PROFIBUS-DP estándar se basa en este método de acceso al bus. Una estación activa (maestro DP) intercambia datos de forma cíclica con las estaciones pasivas (esclavos DP).

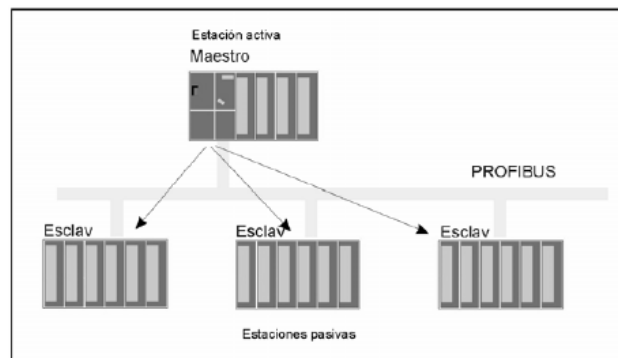


Fig. N°35: Sistema de transmisión de datos Maestro/Esclavo

3.3.7 Protocolo

PROFIBUS especifica las características técnicas y funcionales de un sistema de buses de campo serie con el cual controladores digitales descentralizados pueden trabajar juntos en red desde el nivel de campo hasta el nivel de célula. Esto lo hace distinguiendo entre elementos Maestro y elementos Esclavo.

Los dispositivos Maestro determinan la comunicación de datos en el bus. Un Maestro puede enviar mensajes sin una petición externa cuando mantiene el derecho de acceso al bus (llamado de forma común “testigo”).

Los dispositivos Esclavo son dispositivos periféricos. Algunos de ellos son las entradas y salidas, las válvulas y los transmisores de medida. No tienen derecho de acceso al bus y sólo pueden reconocer mensajes recibidos o enviar mensajes al Maestro cuando este se lo ordena (por lo que se les llama

estaciones pasivas). Su implementación es especialmente económica ya que sólo requieren una pequeña parte del bus.

3.3.8 Arquitectura protocolar

PROFIBUS está basado en normas internacionalmente reconocidas. La arquitectura protocolar está orientada al sistema OSI (Open System Interconnection), modelo de referencia de acuerdo con la norma internacional SO 7498. En este modelo cada capa de la transmisión realiza tareas definidas de forma precisa descrita en la siguiente figura (Fig. N°36)

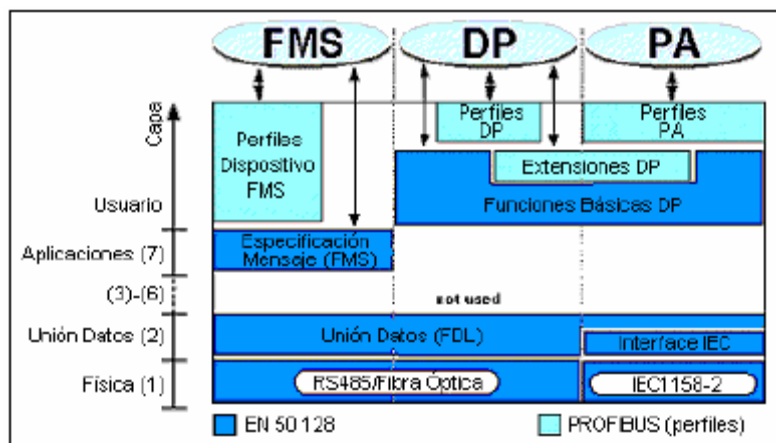


Fig. N°36: Modelo de capas de transmisión Profibus

- La *Capa 1 o Capa física* define las características de la transmisión.
- La *Capa 2 o Capa de Enlace (FDL – Fieldbus Data Link)* define el protocolo de acceso al bus y se encarga de establecer el orden de circulación del testigo una vez inicializado el bus, adjudicando el testigo en el arranque, en caso de pérdida del mismo, o en caso de adición o eliminación de estaciones activas.
- La *Capa 7 o Capa de aplicación* define las funciones de aplicación.

PROFIBUS DP:

- Usa las capas 1 y 2 y el interfaz de usuario, mientras que no define de las capas 3 a 7.
- Asegura una transmisión de datos rápida y eficiente.
- El *DDL*M (*Direct Data Link Mapper*) proporciona al interfaz de usuario un fácil acceso a la capa 2.
- Las funciones de aplicación disponibles por el usuario así como el comportamiento del sistema se especifican en el interfaz de usuario.
- Se permite una comunicación RS-485 o por fibra óptica.

PROFIBUS FMS:

- Define las capas 1, 2 y 7.
- La capa de aplicación está formada por las subcapas *FMS* (*Fieldbus Message Specification*) y *LLI* (*Lower Layer Interface*).
- *FMS* contiene el protocolo de aplicación y proporciona al usuario una amplia selección de potentes servicios de comunicación.
- *LLI* implementa varias relaciones de comunicación y proporciona a *FMS* un acceso independiente a la capa 2.
- La capa 2 (capa de unión de datos) ofrece el control de acceso al bus y garantiza la seguridad de los datos.

PROFIBUS PA:

- Utiliza el protocolo DP extendido para la transmisión de datos.
- Usa un indicador que define el comportamiento de los dispositivos de campo.
- La tecnología de transmisión permite un alto grado de seguridad y deja que los elementos de campo sean conectados al bus.
- Pueden ser integrados de una forma fácil en redes de trabajo PROFIBUS DP.

Nota:

PROFIBUS DP y **PROFIBUS FMS** utilizan la misma tecnología de transmisión y un protocolo de acceso al bus uniforme. Por tanto, ambos pueden operar simultáneamente en un mismo cable.

El protocolo PROFIBUS establece las reglas de comunicación desde el nivel de enlace hasta el nivel de aplicación. En una estructura de bus basada sólo en tres niveles (1, 2 y 7 del modelo OSI, como se muestra en la figura N°37) y que desea integrar en redes de rango superior que utilizan el modelo OSI completo, se precisa una adaptación entre los niveles 2 y 7. Esta adaptación se hace mediante la anteriormente citada subcapa LLI (subcapa del nivel 7), mediante el enlace con los servicios de los niveles inferiores mediante una interfaz de protocolo conocida como *FMA (Fieldbus Management)*

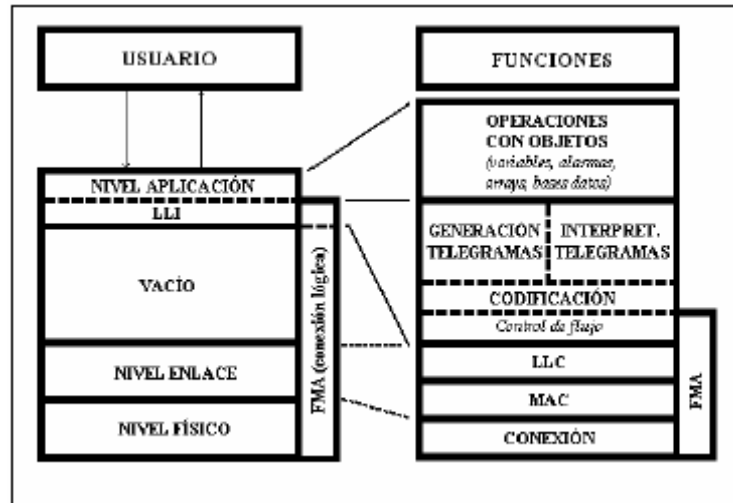


Fig. N°37: Organización del protocolo basado en una estructura de 3 niveles

3.3.9 Versiones de la familia PROFIBUS

3.3.9.1 PROFIBUS-PA.

PROFIBUS-PA es la solución PROFIBUS a los procesos de automatización. PA conecta los sistemas de automatización y los sistemas de control de procesos con los dispositivos de campo, como son los transmisores de presión, temperatura y nivel. PA puede ser usado como sustituto para la tecnología analógica de 4 a 20 mA. Los logros del PROFIBUS-PA producen un ahorro del 40% en proyecto, cableado y mantenimiento, y ofrece un incremento significativo en funcionalidad y seguridad.

Cuando se usa el método convencional de cableado (Fig. N°38), cada línea individual de señal debe estar conectada al módulo I/O del sistema de control del proceso. Para cada aparato se requiere una fuente de energía distinta.

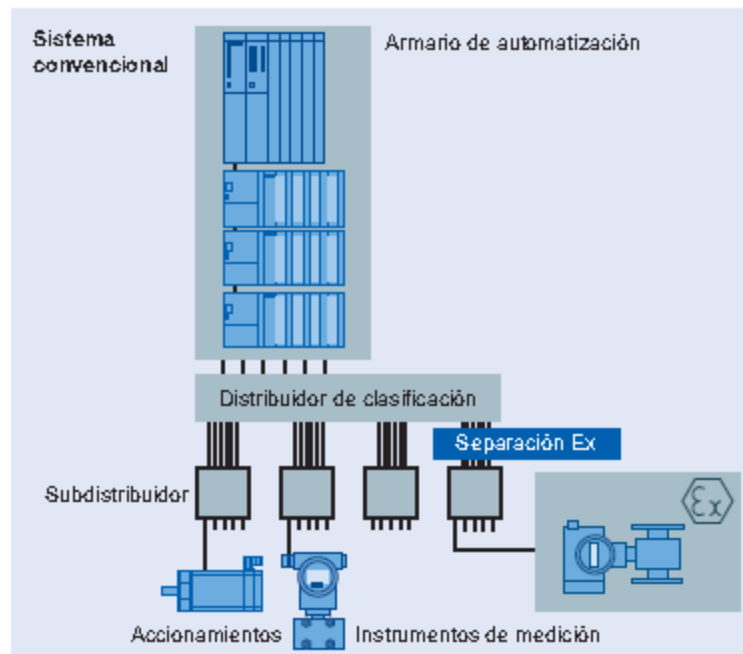


Fig. N°38: Sistema Convencional de control de proceso

Como contraste, cuando se usa PROFIBUS-PA, sólo se necesita una línea de dos cables para transmitir toda la información y la energía a los dispositivos de campo (Fig. N°39). Esto no solo produce ahorro en el cableado, sino que reduce el número de módulos I/O requeridos en los sistemas de control de procesos.

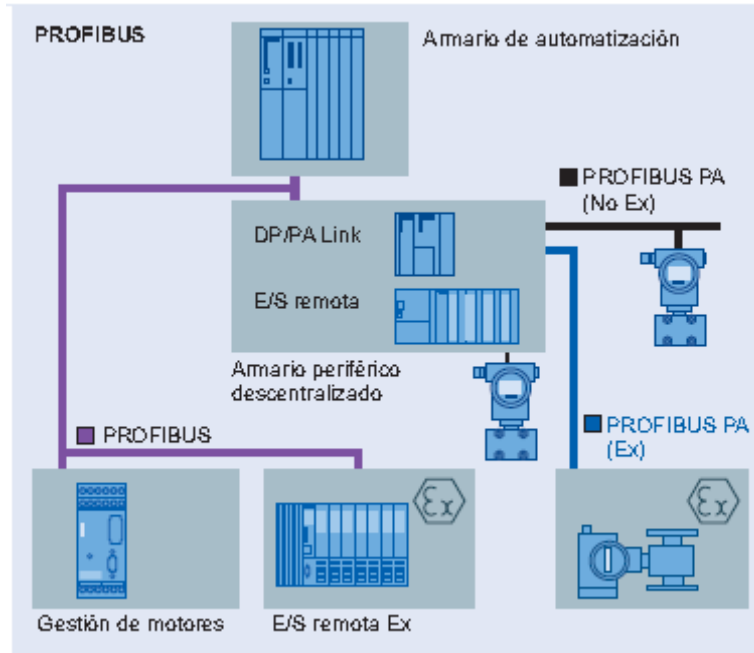


Fig. N°39: Sistema Profibus PA

PROFIBUS-PA permite medir, controlar y regular mediante una línea simple de dos cables. También permite la alimentación de los dispositivos de campo incluso en áreas intrínsecas de seguridad. Permite el mantenimiento y la conexión/desconexión de los aparatos durante la operación sin afectar a otras estaciones, incluso en áreas potenciales de explosión. PROFIBUS-PA ha desarrollado los requisitos especiales de esta área de aplicación en estrecha cooperación con los usuarios en el proceso industrial (NAMUR):

- Perfiles de aplicación únicos para el proceso de automatización y la capacidad de cambio de los dispositivos de campo para diferentes proveedores.
- La adición o sustracción de estaciones del bus incluso en áreas intrínsecas de seguridad sin influencia en otras estaciones.
- Comunicación transparente por medio de parejas de segmentos entre los segmentos del PROFIBUS-PA en procesos de automatización de la fabricación.

- Alimentación a distancia y transmisión de datos a lo largo de los mismos dos cables basándose en la tecnología IEC 1158-2.
- Uso en áreas potenciales de explosión con protección a explosión tipo “intrínseca de seguridad” o “no intrínseca de seguridad”.

3.3.9.2 PROFIBUS DP

PROFIBUS-DP está diseñado para la comunicación de datos a alta velocidad a nivel de dispositivo (Fig. N°40). Los controladores centrales (PLCs/PCs) se comunican con los dispositivos de campo distribuidos por medio de un enlace serie de alta velocidad. La mayoría de las comunicaciones de datos con estos dispositivos periféricos es realizada de una forma cíclica según la norma EN 50 170. Además de las funciones cíclicas, se requieren otras de tipo acíclico para dispositivos de campo inteligentes para permitir la configuración, diagnóstico y manejo de alarmas.

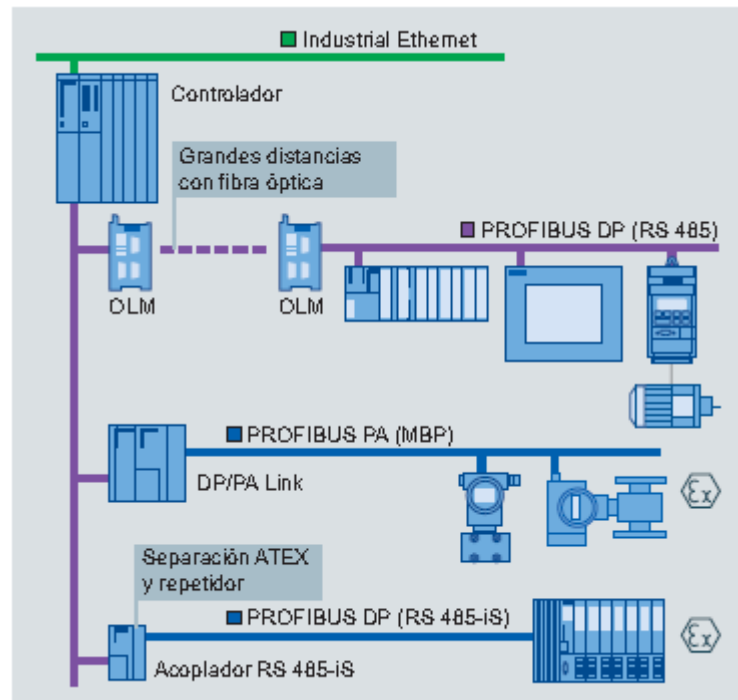


Fig. N°40: Sistema Profibus PA

3.3.9.2.1 Características básicas de PROFIBUS DP.

El controlador central (maestro) lee de forma cíclica la información procedente de los esclavos y escribe la información de salida en los esclavos. El tiempo de ciclo del bus debe ser más pequeño que el tiempo de ciclo del programa del PLC central (para la mayoría de aplicaciones es de 10 mseg.). Además PROFIBUS DP proporciona funciones poderosas para diagnósticos y configuración en las transmisiones de datos de usuario cíclicas. La comunicación de datos es monitorizada mediante la monitorización de las funciones tanto en el maestro como en el esclavo.

Tecnología de transmisión

- RS-485, par trenzado, dos líneas de cable o fibra óptica.
- Velocidad en baudios: de 9.6 Kbit/seg. a 12 Mbit/seg.

Acceso al bus

- El procedimiento entre maestros se realiza mediante el paso del testigo y entre esclavos mediante la jerarquía maestro-esclavo.
- Posibilidad de sistemas monomaestro y multimaestro.
- Máximo de 126 estaciones en un bus (entre maestros y esclavos).

Comunicación

- Peer to peer (transmisión de datos de usuario) o Multicast (comandos de control).
- Transmisión cíclica de datos entre maestro-esclavo y transmisión acíclica entre maestros.

Modos de operación

- Operate: Transmisión cíclica de datos de entrada y salida.
- Clear: Se leen las entradas manteniendo las salidas en estado de seguridad.
- Stop: Sólo se permite la transmisión de datos entre maestros.

Velocidad

- Se necesita sólo 1 mseg. para transmitir 512 bits de datos de entrada y 512 bits de datos de salida distribuidos en 32 estaciones a una velocidad de 12 Mbit/seg.

Sincronización

- Los comandos de control permiten la sincronización de entradas y salidas.

Modo Sync: Sincroniza salidas.

Modo Freeze: Sincroniza entradas.

Funcionalidad

- Transmisión de datos de usuario cíclica entre el maestro y el(los) esclavo(s).
- Activación o desactivación dinámica de DP esclavos de forma individual.
- Chequeo de la configuración del DP esclavo.
- Poderosas funciones de diagnóstico, con 3 niveles jerárquicos de mensajes.
- Sincronización de las entradas y/o salidas.
- Asignación de direcciones sobre el bus de los DP esclavos.
- Configuración del DP maestro (clase 1) sobre el bus.
- Máximo de 244 bytes de entradas y salidas de datos por DP esclavo.

Funciones de diagnóstico

- Permiten una rápida localización de los errores.
- Los mensajes de diagnóstico se transmiten por el bus y se recogen en el maestro, dividiéndose en tres niveles jerarquizados de menor a mayor especialización: relativos a *estaciones* (se refieren al estado general del dispositivo), relativos a *módulos* (se refieren a errores en rangos específicos de entrada/salida) y relativos a *canales* (se refieren a errores en bits individuales de entrada/salida).

Funciones de seguridad y protección

- Todos los mensajes se transmiten con una distancia Hamming $HD=4$
- Temporizador guardián en DP esclavo.
- Protección de acceso para las entradas/salidas de los DP esclavos.
- Monitorización de los datos de usuario con un temporizador configurable en el maestro.

Tipos de dispositivos

- DP maestro clase 2(DPM2): dispositivos de diagnóstico/programación/configuración.
- DP maestro clase 1(DPM1): controladores programables centrales como PLCs y PCs.
- DP esclavo: dispositivos con entradas/salidas binarias o analógicas, esclavos, etc.

3.3.10 Solución y diagrama con red Profibus

El sistema implementado con red Profibus está dispuesto de la siguiente manera:

El PLC ControlLogix se encuentra comunicado vía Ethernet con un PC en el cual se ejecuta RS-Logix para realizar el monitoreo y edición del proceso.

Por otra parte para comunicar los dispositivos de campo, se cuenta la tarjeta Profibus para ControlLogix “Profibus DPV1”.

Para realizar la comunicación de los sensores y paneles de operación al bus es necesario utiliza el módulo de I/O (ET-200). Estos sensores son inductivos, fotoeléctricos e interruptores de posición. Cabe señalar que los sensores de nivel, presión y temperatura son acondicionamientos mecánicos.

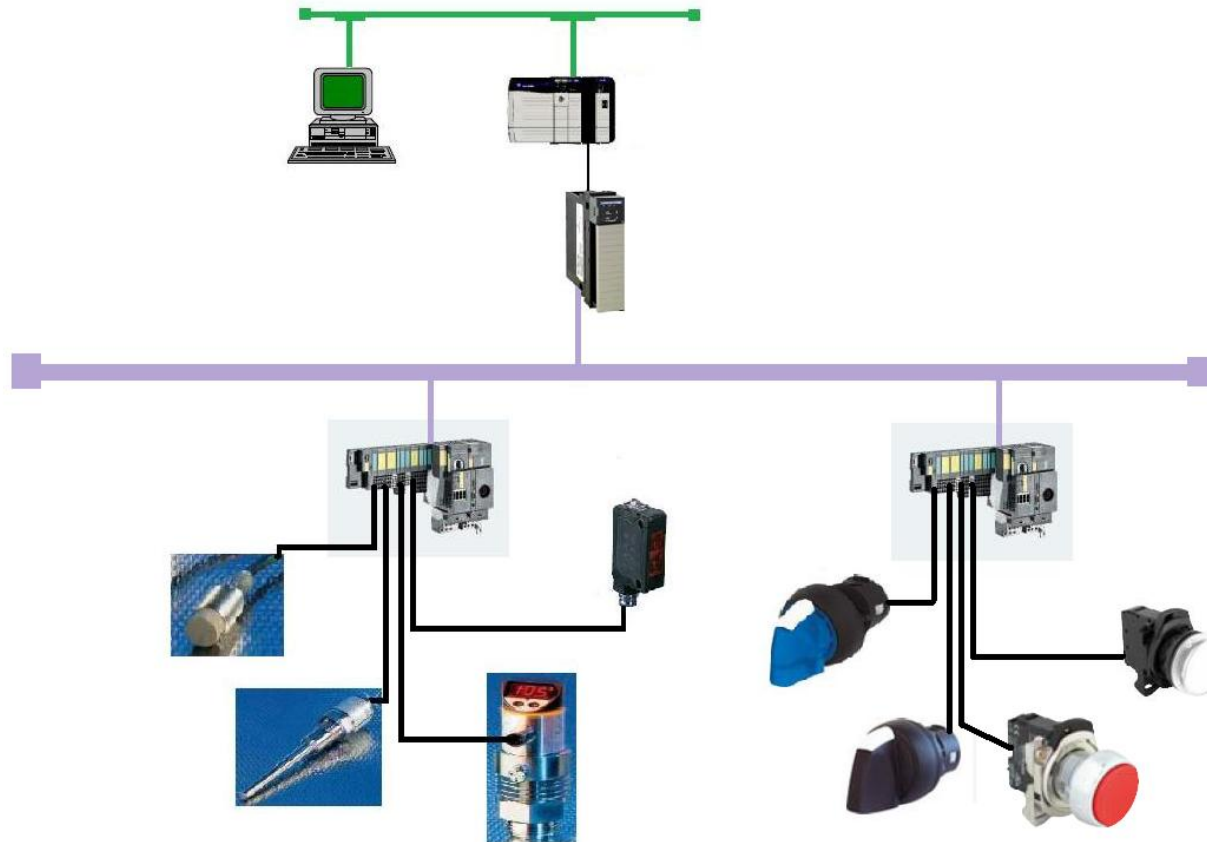


Fig. N°41: Esquema de conexión de solución en Profibus

3.4 DEVICENET

3.4.1 ¿Qué es DeviceNet?

Como su nombre indica, DeviceNet es un bus de campo estándar para comunicación entre controladores industriales y dispositivos I/O (Fig. N°42). Además de ser una red de sensores, también permite integrar un amplio rango de dispositivos que van desde Variadores de Frecuencia hasta botoneras y desde PLCs hasta dispositivos neumáticos.

De hecho, para poder conseguir este rango de dispositivos, en muchos casos se debería utilizar dos buses de campo con diferentes protocolos con la finalidad de igualar esta capacidad. Cada dispositivo y/o controlador es un nodo en la red.

Debido a que DeviceNet está basado en el modelo Productor/Consumidor, ofrece opciones de funcionamiento basadas en eventos de tiempo (las cuales incrementan el rendimiento de la red en general), ya que soporta múltiples jerarquías de comunicación y priorización de mensajes.

DeviceNet permite configurar en tiempo real una serie de dispositivos en red. Los parámetros de la configuración pueden ser guardados en la memoria del computador para posteriormente transferir la información en caso de ser necesario reemplazar algún dispositivo, también es posible reemplazar dispositivos conectados a la red en funcionamiento sin afectar las comunicaciones.

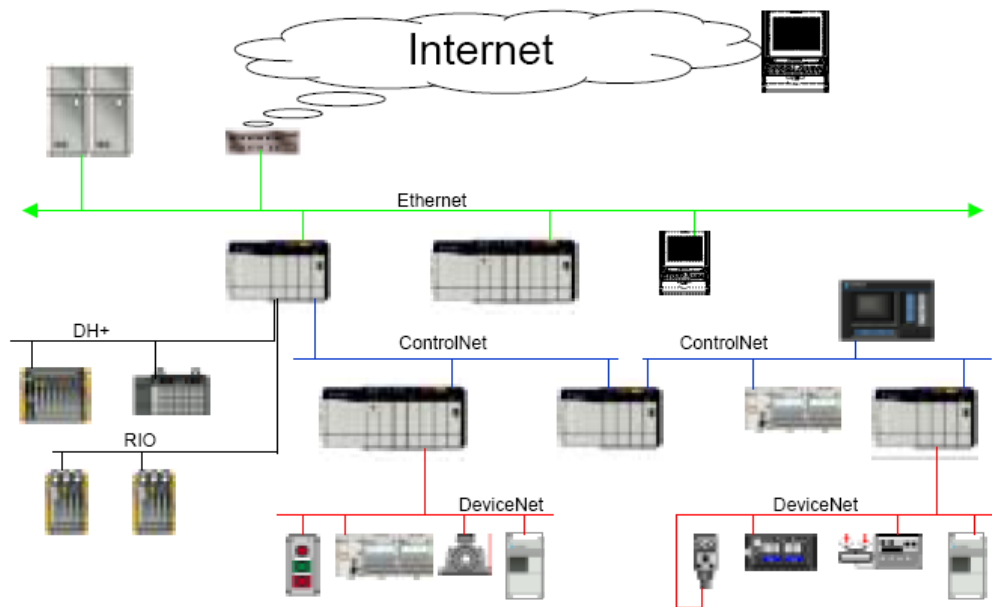


Fig. N°42: Esquema de una red DeviceNet

3.4.2 Ventajas

- Reducción del costo de instalación.
- Reducción del tiempo de puesta en marcha.
- Reducción de los tiempos de paro, los diagnósticos de dispositivos permiten diseñar estrategias de mantenimiento preventivo.
- Mayor productividad y calidad en los productos, los dispositivos pueden proporcionar más información, con mayor precisión y fiabilidad.
- Proporciona una instalación simple y flexible que no requiere unas herramientas especiales.
- Integración de un amplio rango de dispositivos.

3.4.3 Medio Físico

3.4.3.1 El Cableado

El sistema de cableado comienza en el punto de conexión de un dispositivo a la red. Este utiliza una topología de línea troncal y línea de derivación.

Los dispositivos se pueden conectar mediante tres tipos de cable:

Tabla N°4: Tipos de Cables de conexión DeviceNet

Utilizar este cable	Para
Cable Redondo grueso (Round thick)	Se utiliza generalmente como línea troncal, tiene un diámetro exterior de 12.2 mm. También se puede utilizar como línea de derivación.
Cable redondo delgado (Round Thin)	Se utiliza generalmente como línea de derivación, tiene un diámetro exterior de 6.9 mm. Cable mucho más pequeño y flexible que el cable grueso. También se puede utilizar como línea troncal.
Cable Plano (Flat) <ul style="list-style-type: none"> • Clase 1: Soporta hasta 8 A. • Clase 2: No superar los 4 A. 	Con unas dimensiones de 19.3 mm x 5.3 mm. Este cable se utiliza generalmente como línea troncal, no tiene longitudes predeterminadas y es posible poner conexiones libremente donde se necesitan.
Cable Derivación KwikLink (KwikLink drop Line)	Cable de derivación de 4 conductores no blindado para uso exclusivo de sistemas KwikLink.

Cable redondo grueso

Dimensionado para 8 A con un diámetro exterior de 12.2mm (Fig. N°43), utilizado generalmente como cable troncal en una red DeviceNet, también puede ser utilizado como cable de derivación para conectar dispositivos a la línea troncal.

El cable redondo grueso contienen cinco conductores: un par trenzado (rojo y negro) para 24 Vdc de alimentación, un par trenzado (azul y blanco) para señal y una malla.

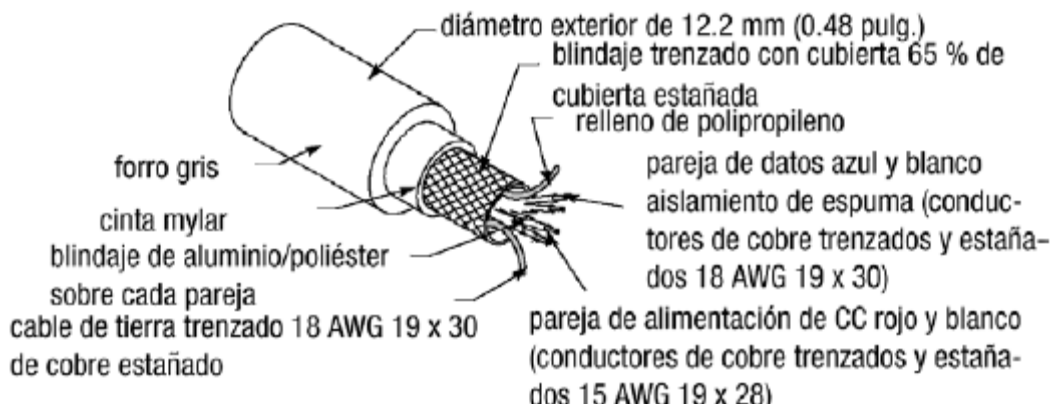


Fig. N°43: Cable Grueso redondo DeviceNet

Cable plano

Tiene una guía física para evitar fallos de conexión. Las tres variaciones del cable KwikLink no disponen de blindaje y contienen cuatro conductores (Fig. N°44). El cable plano de usa exclusivamente para la línea troncal.

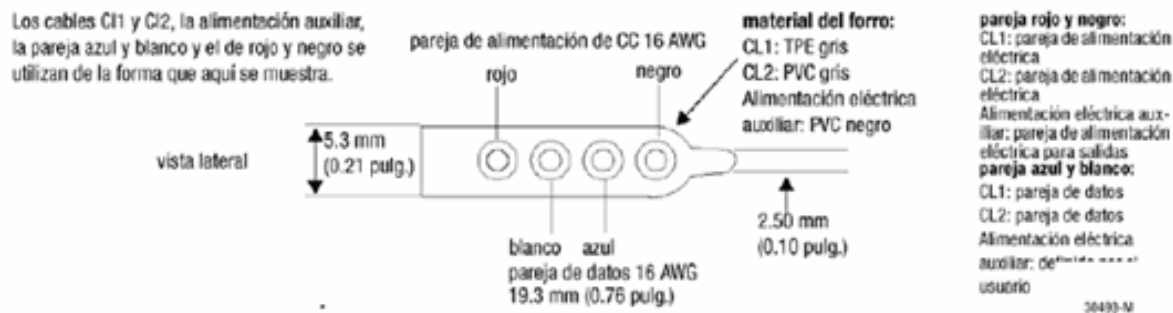


Fig. N°44: Cable Plano DeviceNet

- Clase 1 (CL1): Por las especificaciones del NEC, la fuente de energía tiene que tener una salida clasificada de menos 30 V y 1000 VA. De acuerdo con el tamaño de los conductores del cable plano, la corriente no ha de superar los 8 A.
- Clase 2 (CL2): Por las especificaciones del NEC, la fuente de energía tiene que tener una salida clasificada de menos de 30V y 100 VA. La corriente no ha de superar los 4A.
Mucho más flexible que el cable CL1.

El cable plano contiene cuatro conductores: un par (rojo y negro) para 24 Vdc de alimentación y un par (azul y blanco) para señal, como se muestra en la tabla N°5. El cable de derivación para sistemas KwikLink es un cable gris de 4 conductores sin blindaje. Solo se utiliza con sistemas de cable plano KwikLink.

Tabla N°5: Identificación de cables por colores

Color cable	Identificación cable	Cable redondo	Cable Plano
Blanco	CAN H	Señal	Señal
Azul	CAN L	Señal	Señal
Desnudo	Drenaje	Blindaje	
Negro	V-	Alimentación	Alimentación
Rojo	V+	Alimentación	Alimentación

Cálculo de la longitud máxima de la línea troncal

La distancia entre dos puntos no puede sobrepasar nunca la distancia máxima permitida por la velocidad de transmisión, estas pueden calcularse según las especificaciones de la tabla N°6.

Tabla N°6: Calculo de distancias máximas del Bus DeviceNet

Velocidad de Transmisión	Máxima distancia (cable plano)	Máxima distancia (cable grueso)	Máxima distancia (cable delgado)
125K bit/s	420m	500m	100m
250K bit/s	200m	250m	100m
500K bit/s	75m	100m	100m

Para una mejor comprensión a continuación se expone un ejemplo esquematizado en la figura N°45:

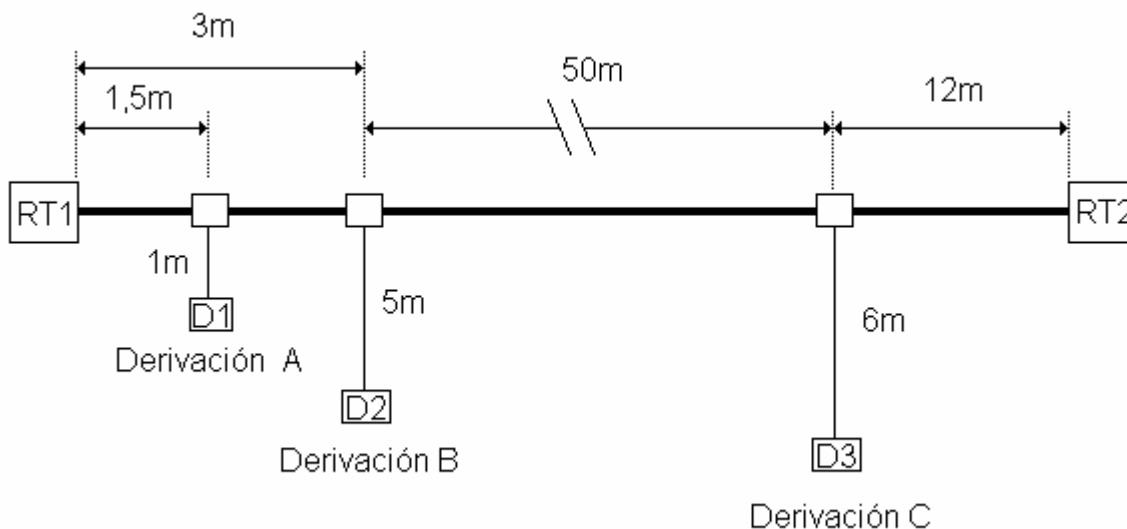


Fig. N°45: Ejemplo de cálculo de Distancias

La distancia máxima de la red es de **67m** ($5 + 50 + 12$). La derivación se tiene que considerar en el cálculo de la distancia. A continuación se explica cada una de las derivaciones en la tabla N°7:

Tabla N°7: Ejemplo de cálculo de distancias

A	No está incluida en el cálculo de la longitud máxima de la red, porque la distancia de la línea troncal desde la toma hasta la resistencia terminadora (RT1) es mayor que la longitud de la línea de derivación.	1.5m > 1m
B	Está incluida en el cálculo de la longitud máxima de la red, porque la distancia de la línea troncal desde la toma hasta la resistencia (RT1) es menor que la longitud de la línea de derivación.	3m < 5m
C	No está incluida en el cálculo de la longitud máxima de la red, porque la distancia de la línea troncal desde la toma hasta la resistencia terminadora (RT2) es mayor que la longitud de la línea de derivación.	12m > 6m

3.4.4 Características físicas

- Topología de bus lineal, compuesta por una línea troncal y derivaciones.
- Número máximo de nodos = 64.
- La longitud máxima de la línea troncal está directamente relacionada con la velocidad de transmisión y del tipo de cable.
- La longitud máxima de la línea de derivación únicamente depende de la velocidad de transmisión.
- Se pueden realizar conexiones directas a dispositivos en la línea troncal, únicamente si al extraer el dispositivo no se provocan perturbaciones en la red.
- Configuración de dispositivos en tiempo real.
- Extracción y sustitución de dispositivos de la red en tensión.
- Paquetes de datos de 8 bytes.
- Alimentación y señal de comunicación en el mismo cable.

3.4.5 Niveles de Automatización

3.4.5.1 Capa de enlace de datos

La Capa de enlace de datos de DeviceNet esta definida por la especificación CAN y por la implementación de circuitos controladores CAN. La especificación CAN define dos estados del bus llamados dominante (0 lógico) y recesivo (1 lógico). Cualquier transmisor puede conducir el bus a un estado dominante. El bus sólo puede estar en el estado recesivo cuando ningún transmisor está en el estado dominante. Este hecho entra en juego en el esquema de arbitraje del bus empleado por CAN.

Varios tipos de frame (bloques) son definidos por CAN:

- Frame de datos
- Frame remoto
- Frame de sobrecarga
- Frame de error

El dato es movido por DeviceNet usando el frame de dato. Los otros frames son cualquiera no usado por DeviceNet o son para manejo de excepción.

El formato del frame de datos de DeviceNet se muestra a continuación en la figura N°46:

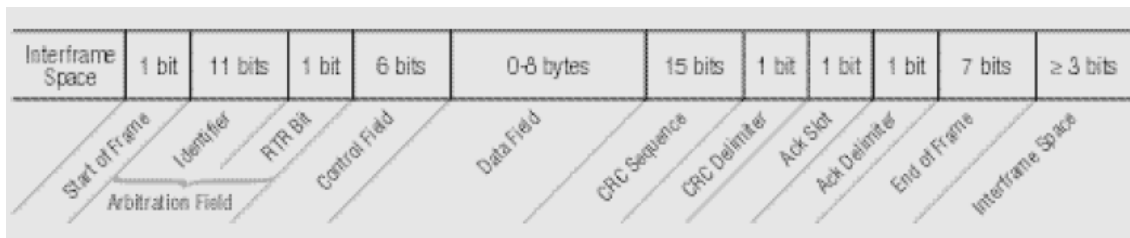


Fig. N°46: Frame de datos de DeviceNet

CAN es una red carrier sense. Cualquier nodo puede intentar transmitir un mensaje cuando otros nodos no están transmitiendo. Esta característica proporciona la capacidad medular del peer to peer. Si dos o más nodos CAN intentan acceder a la red simultáneamente, uno no destructivo, el mecanismo de arbitraje del bit-discreto resuelve el conflicto potencial sin pérdida de datos o Ancho de Banda. Todos los receptores de una red CAN se sincronizan para la transición desde recesivo a dominante representado por el inicio del frame de bit. El identificador y el bit RTR (Remote Transmisión Request - petición de transmisión remota- no usada por DeviceNet) forman el campo de Arbitraje. El Campo de Arbitraje es usado para facilitar la prioridad de acceso al medio. Cuando un dispositivo transmite, también monitorea (recibe) cada bit que envía asegurándose que sea el mismo. Esto permite detección de transmisión simultánea. Si un nodo transmitiendo un bit recesivo recibe un bit dominante al enviar al campo de arbitraje, este deja de transmitir. El ganador del arbitraje entre todos los nodos que están transmitiendo simultáneamente es el de más bajo identificador de 11 bit numerado.

El Campo Control contiene dos bits fijos y un campo de longitud de 4 bits. La longitud puede ser cualquier número del 0 al 8 representando el número de bytes en el Campo de Datos. El tamaño de 0-8 del byte es ideal para dispositivos de bajo nivel con poca cantidad de datos I/O que deben ser intercambiados frecuentemente. Con ocho bytes, hay bastante flexibilidad para dispositivos simples para enviar datos de diagnóstico, o enviar una referencia de velocidad y una respuesta a un impulso. DeviceNet define también una fragmentación de protocolo que proporciona una forma de transmitir a los nodos cantidades más grandes de datos con un mínimo de protocolos de niveles superiores.

El campo de CRC es una palabra de comprobación de redundancia cíclica que es usada por los controladores CAN para descubrir errores de frame. Esto es calculado desde los bits que vienen

antes. Un bit dominante en la ranura ACK significa al menos un receptor, además del transmisor escuchando la transmisión.

CAN esta provisto de un chequeo de errores muy robusto y el confinamiento de falla utilizando varios tipos de detección de error y métodos de confinamiento de falla incluyendo CRC y los nuevos intentos automáticos. Estos métodos, que son en su mayoría transparentes para la aplicación, impiden que un nodo defectuoso perturbe la red.

3.4.5.2 Capas de red y transporte

Una de las principales características de DeviceNet es la utilización abstracta para definir los elementos (Tabla N°8). Esta notación sirve para describir la relación entre los elementos que integran DeviceNet.

Un objeto representa una representación abstracta de un determinado componente de un dispositivo.

Un modelo de objeto permite representar:

- El conjunto de servicios de comunicaciones disponibles.
- El comportamiento visible desde el exterior de un nodo.
- El esquema estándar que utilizan los dispositivos para comunicarse

Tabla N°8: Descripción modelo de objetos.

Definición	Descripción
Clase (class)	Conjunto de objetos, los cuales representan una misma tipología de componente de sistema.
Instancia de un objeto (Object Instante)	Representación actual de un objeto de una clase. Cada instancia tiene el mismo número de atributos. Pero cada instancia tiene su propio conjunto de valores de atributo.
Atributos (Attribute)	Características de un objeto de una clase de objeto. Proporcionan información del estado o control de la operativa de un objeto.
Servicios (Service)	Son llamados para que un objeto o clase realice una tarea determinada. El comportamiento de un objeto indica como responde este ante un evento determinado.
Evento (Event)	Recibir peticiones de servicio o detectar un error interno.

Direccionamiento Objetos

La siguiente tabla (Tabla N°9) proporciona los conceptos básicos para realizar un direccionamiento lógico de los objetos.

Tabla N°9: Descripción de direccionamiento de objetos

Nombre	Descripción
MAC ID (Media Access Identifier)	Valor entero que se asigna a cada nodo de la red DeviceNet, y lo distingue del resto de nodos.
Class ID (Class Identifier)	Valor entero asignado a cada clase de objeto accesible a la red.
Instance ID (Instance Identifier)	Valor entero asignado a una instancia de objeto para identificarla entre todas las instancias posibles dentro de una misma clase.
Attribute ID (Attribute Identifier)	Valor entero asignado a un atributo de una instancia I/O clase.
Service Code	Valor entero para identificar una instancia de objeto I/O función de clase de objeto

Este direccionamiento se explica gráficamente en la figura N°47.

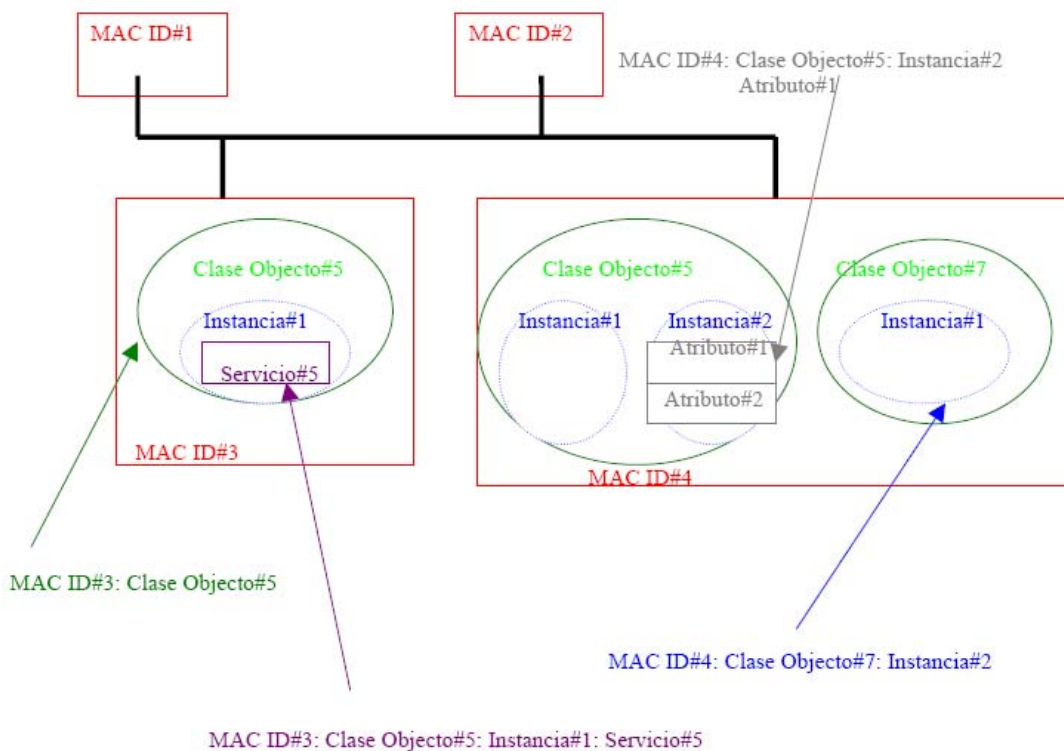


Fig. N°47: Direccionamiento modelo de objetos

DeviceNet requiere que se establezca primero una conexión entre los dispositivos que van a intercambiar información. Para eso se usan los mensajes UCMM o UP. Una vez establecida la conexión, esta es utilizada para transferir información entre nodos. Una vez que se ha establecido la conexión, el protocolo de DeviceNet se transporta dentro de los 11 bit del campo identificación de CAN, esto es una ventaja porque no ocupa lugar en el campo de datos CAN. A continuación muestra el formato DeviceNet encapsulado dentro de CAN.

Tabla N°10: Formato DeviceNet encapsulado dentro de CAN

Identificador de Bits											Rango (HEX)	Uso de Identidad
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
0	Grupo I Mensaje ID				Fuente MAC ID						000 – 3ff	Mensaje grupo 1
1	0	MAC ID					Grupo 2 Mensaje ID				400 – 5ff	Mensaje grupo 2
1	1	Grupo 3 Mensaje ID			Fuente MAC ID						600 – 7bf	Mensaje grupo 3
1	1	1	1	1	Grupo 4 Mensaje ID (0 – 2f)						7c0 – 7ef	Mensaje grupo 4
1	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	7f0 – 7ff	Identificación CAN Invalida

El identificador contiene los siguientes campos:

- *Message ID*: Identifica un mensaje dentro de un grupo. El mensaje ID facilita el establecimiento de múltiples conexiones dentro de un grupo de mensajes.
- *Source MAC ID*: es el MAC ID asignado a un nodo transmisor. Los grupos 1 y 3 requieren el MAC ID del nodo transmisor, dentro del Campo Identificador.

- *Destination MAC ID*: es el MAC ID asignado a un nodo receptor. Los mensajes del grupo 2 permiten la especificación del MAC del emisor y del receptor.

La creación de los Message Groups fue diseñada para presentar una solución en la que la prioridad de acceso al bus no esté basada únicamente en el MAC ID, y que esté tan distribuida como sea posible.

- *Message Group 1*: La prioridad de acceso al bus, dentro del Grupo 1, está distribuida por igual entre todos los nodos de la red. Cuando dos o más mensajes del grupo 1 intentan acceder al bus, el sistema de arbitraje de CAN hará que gane el que tenga el Message ID menor. En caso de tener el mismo Message ID, ganará el MAC ID menor.
- *Message Group 2*: Dentro del grupo 2 hay hasta 8 mensajes diferentes. De estos, hay dos con un significado especial, y corresponden a los valores de Message ID 6 y 7.
El Message ID 6 define un conjunto de conexiones para facilitar la comunicación de aplicaciones que siguen el modelo Master/Slave. El Message ID 7, está reservado para el uso en la detección de nodos que tienen asignado el mismo ID.
El grupo 2, el MAD ID puede ser tanto del nodo transmisor (Source) como del receptor (Destination). La prioridad de acceso al bus es igual que en el grupo 1.
- *Message Group 3*: Dentro del grupo 3 hay 8 mensajes diferentes. De estos, hay tres con un significado especial y corresponde a los valores de Message ID 5,6 y 7.
 - El Message ID 5, está asociado a enviar requerimientos usando un *Unconnected Explicit Messaging*.
 - Message ID 6, está asociado a enviar respuestas usando *Unconnected Explicit Messaging*.
 - Message ID 7, no se utiliza.

El campo de identificación está dividido en: un MAC ID que identifica la conexión y un Message ID que identifica el mensaje (junto con su prioridad) dentro de la conexión.

Los distintos dispositivos pueden ser clientes, servidores o ambos y a su vez cualquiera puede ser productor y/o consumidor.

Cada nodo a su vez es el responsable de manejar sus identificaciones (MAC ID) y la identificación de sus mensajes. La ventaja de esto es que no se requiere de un registro centralizado de nodos, los cuales a su vez pueden ser agregados o descartados sin necesidad de actualizaciones. Además existe un algoritmo encargado de controlar que no existan MAC's ID repetidas.

3.4.6 Capas superiores – CIP

CIP ocupa las capas de sesión, presentación y aplicación en DeviceNet (Fig. N°48).

Es un protocolo de mensajería (intercambio de mensajes), orientado a conexión donde a cada conexión se le asigna una identificación (CID), en el caso de ser unidireccional, o dos identificaciones en el caso de ser bidireccional.

Cada nodo se modela como una colección de objetos. Cada objeto pertenece a una clase (Ej. Drivers, Sensores de temperatura, etc.) y se identifica cada uno por su instancia dentro de la clase. Un objeto/instancia o toda una clase poseen atributos o variables que los describen; servicios o comandos y conductas o reacciones que se especifican ante determinados eventos.

Además de la gestión de las conexiones, CIP se encarga de intercambiar mensajes entre los diversos objetos. Los mensajes pueden ser:

- Implícitos: entre una o más aplicaciones consumidoras y un productor (unidireccional). Está especialmente pensado para datos de control cuyos tiempos son críticos.
- Explícitos: provee una conexión punto a punto, bidireccional. Es más lenta que la anterior, un extremo debe solicitarle al otro los datos que necesita.

CIP en la capa de aplicación:

Le presenta al usuario una lista de los nodos, con sus objetos y a su vez la clase, los servicios, los atributos y las distintas reacciones de estos últimos.

CIP en la capa de presentación:

Se encarga de “traducir” los datos ingresados por el usuario en datos que pueda entender la capa inferior.

CIP en la capa de sesión:

Lleva un control de las conexiones abiertas, además se encarga de rutear los datos. En esta capa se colocan la MAC ID del nodo en el que se encuentra el objeto, el número de clase e instancia y el servicio requerido, de modo que la capa inferior (capa de transporte) pueda realizar el ruteo.

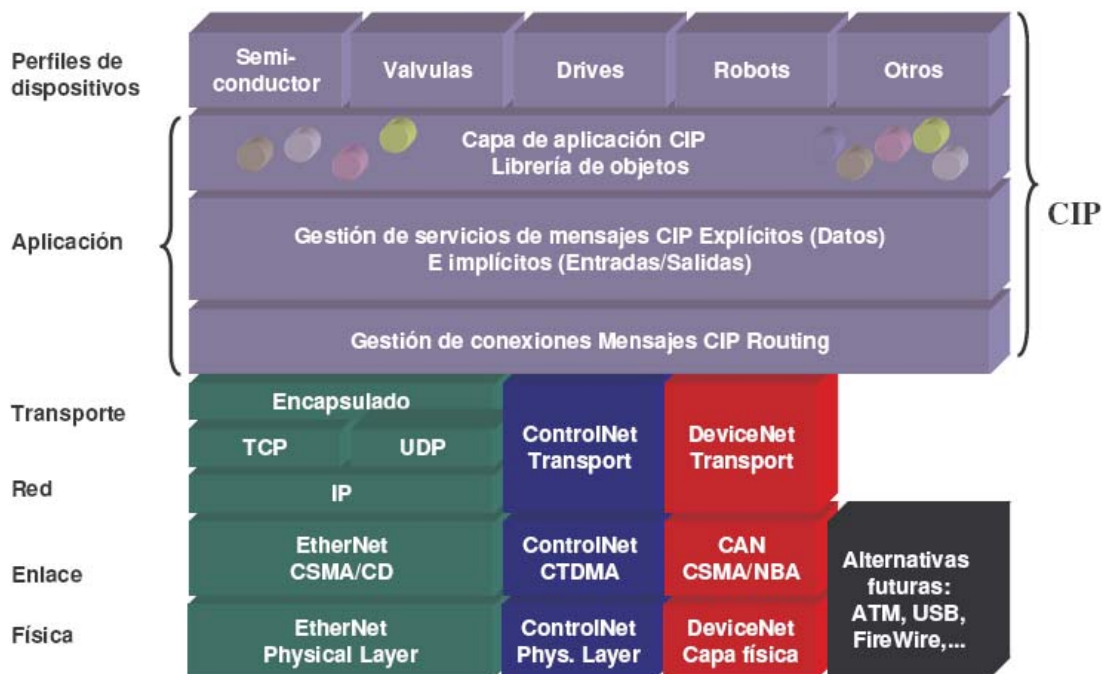


Fig N°48: Capas superiores CIP

Aunque se estudia CIP como protocolo adicional de DeviceNet, también se implementa sobre Ethernet-TCP/IP. Desde ya siguen siendo válidos todos los inconvenientes que presenta esta tecnología en el control industrial. No obstante, muestra lo similares que resultan ser las dos redes.

3.4.7 Modalidad Maestro-Esclavo

Además de la modalidad peer-to-peer o modelo de cooperación ya estudiada. DeviceNet permite la modalidad Maestro-Esclavo similar a la del Bus AS-I. Esto es útil cuando se sabe de antemano la frecuencia con la que va a transmitir un dispositivo.

Esta modalidad soporta 3 tipos de operación:

1. **Polled:** Cada esclavo espera recibir el “output data” del maestro y devolverle los datos (en unicast o multicast), en una secuencia de tiempo específica. Así la red presenta un comportamiento determinístico.
2. **Cíclico:** Cada dispositivo produce y envía de manera periódica sus datos.
3. **Change-of-State:** Los dispositivos envían datos ante un cambio de estado.

3.4.8 Solución y diagrama con red DeviceNet

El sistema implementado con red DeviceNet está dispuesto de la siguiente manera:

El PLC ControlLogix se encuentra comunicado vía Ethernet con un PC en el cual se ejecuta RSLogix para realizar el monitoreo y edición del proceso.

Por otra parte para comunicar los dispositivos de campo, se utiliza el módulo DeviceNet 1756-DNB.

Para realizar la comunicación de los sensores al bus es necesario utilizar el módulo de I/O ArmorBlock. Estos sensores son inductivos, fotoeléctricos e interruptores de posición. Cabe señalar que los sensores de nivel, presión y temperatura son acondicionamientos mecánicos.

En el caso de los paneles de operación la comunicación de los pulsadores, selectores y luces piloto se realiza mediante el módulo de I/O CompactBlock 1791-16BO

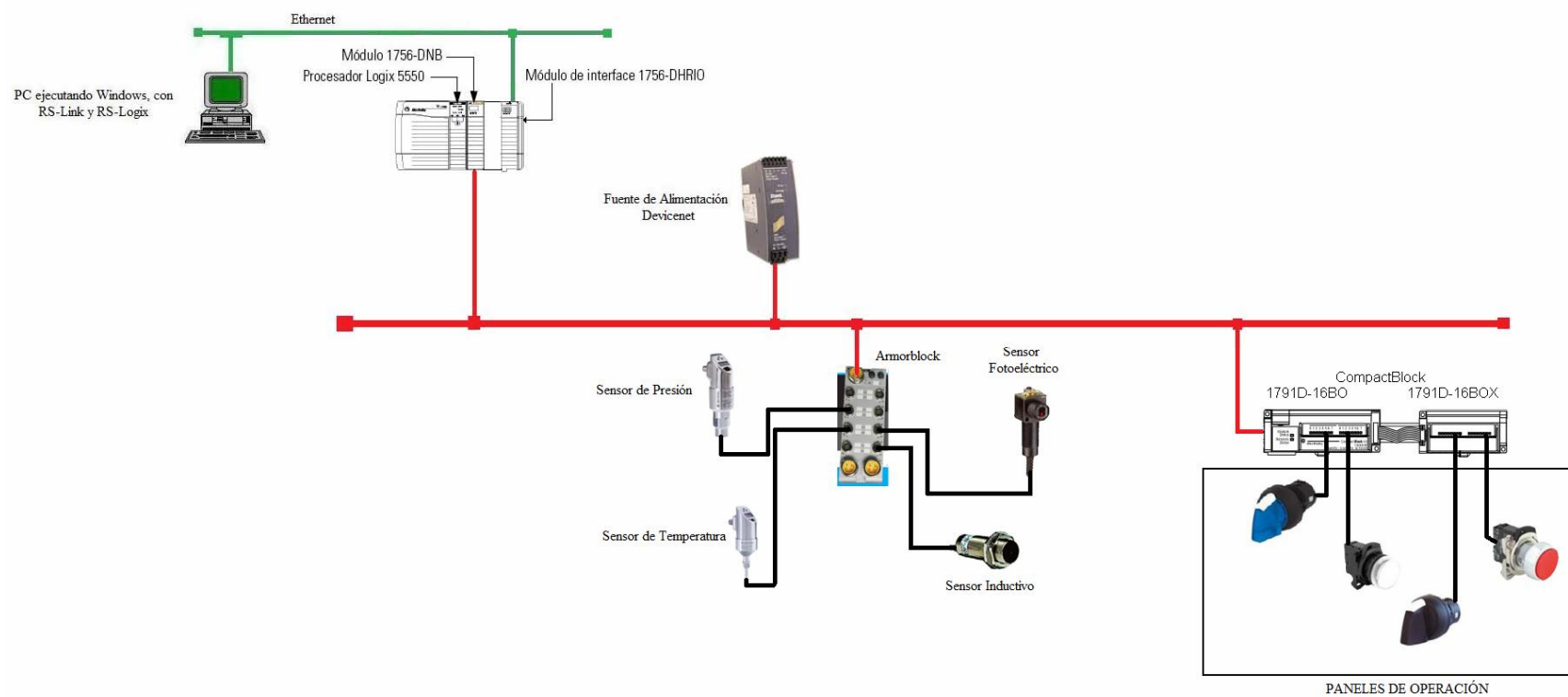


Fig. N°49: Esquema de conexión de solución en DeviceNet

3.5 AS-INTERFACE (AS-i)

3.5.1 ¿Qué es AS-Interface?

La interfaz actuador-sensor (AS-i) introduce nuevas bases tecnológicas en la concepción de las instalaciones y en la automatización. De este modo, tanto el fabricante como el usuario obtienen ventajas económicas en relación con el diseño, la puesta en marcha y el mantenimiento de sus máquinas. Al contrario que los habituales buses de campo, AS-i tiene una estructura que permite su integración hasta el *nivel de sensor*.

Con el sistema AS-i, el cableado se reduce drásticamente, ya que el conexionado paralelo convencional desde cada detector y/o actuador hasta el controlador ya no es necesario. De este modo, el usuario se ahorra un buen número de bornes, cajas de distribución, tarjetas de entrada y salida además de una gran aglomeración de cables.

Variedad de conexiones

Mediante sus conexiones de campo, AS-i proporciona un conexionado rentable de aparatos convencionales. Se pueden conectar hasta 248 detectores binarios y 186 actuadores por cada red de cable AS-i. Del mismo modo, los detectores aptos para bus se pueden integrar en el sistema en cualquier momento. Los detectores con AS-Interface integrado proporcionan más información al controlador sin que sea necesario un cableado adicional. Por este motivo, a esta nueva generación de detectores se les denomina también detectores inteligentes.

Suministro de tensión y transmisión de datos.

Tanto el suministro de tensión como la comunicación de datos de todos los detectores se llevan a cabo generalmente mediante un cable AS-i (amarillo). En algunos aparatos los actuadores también pueden ser suministrados a través de esta vía. En caso de que sean necesarias altas corrientes de salida o una desconexión de paro de emergencia, los actuadores reciben el suministro a través de un segundo cable plano negro con energía auxiliar independiente de 24 V.

3.5.2 AS-i en la pirámide de automatización

El sistema AS-Interface está establecido en la base de la pirámide, como lo muestra la figura N°50, de la técnica de automatización. Dentro de esta jerarquía se encuentra emplazada debajo de los buses de campo. Las ventajas de AS-i son la simplicidad, la velocidad, el cableado rápido y la relación precio/prestaciones, sobre todo como bus transportador para los buses de campo. Éstos, por el contrario, transmiten los datos, independiente del tiempo, a través de distancias más largas hasta el controlador principal.

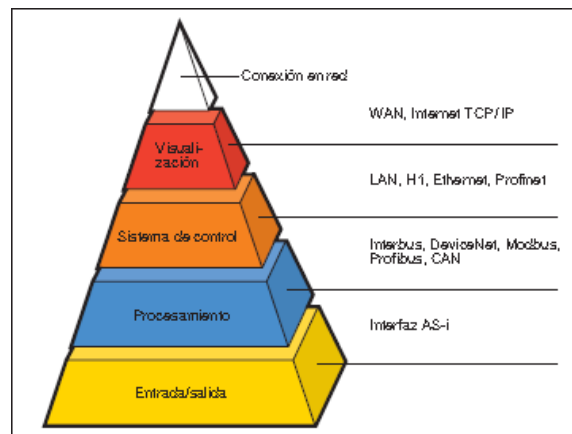


Fig. N°50: Pirámide de Niveles de Comunicación

3.5.3 Estructura de red

La red ASI puede ser configurada como cualquier instalación eléctrica convencional. Debido al principio robusto de funcionamiento detrás de la estructura, cualquier topología de la red puede ser usada. Árbol, bus, o la topología de estrella son posibles. Un máximo de 31 esclavos puede estar relacionado a un sistema estándar ASI, en el cuál cada esclavo puede tener hasta cuatro entradas y cuatro salidas (o sea un total de 124 aportes y 124 salidas). En un sistema ASI expandido según la especificación 2.1, hasta 62 esclavos A/B puede estar conectado. Cada uno de ellos tiene un máximo de 4 entradas y 3 salidas (o sea hasta 248 aportes y 186 salidas en un sistema ASI extendido). Los sensores inteligentes con chips integrados AS-I tienen su dirección de esclavo y son interpretados como esclavos "normales" por el maestro.

3.5.4 Cómo opera AS-interface

El AS-i opera sobre el fundamento del maestro/esclavo. Esto quiere decir que el maestro AS-i conectado al cable controla el intercambio de datos con el esclavo por medio de la interfaz.

La estructura mínima de un sistema AS-i (Fig. N°51) consta de un maestro, los esclavos y una alimentación AS-i. En caso necesario, el usuario puede instalar de forma adicional en la red AS-i monitores de seguridad, repetidores, y otras herramientas de diagnóstico.

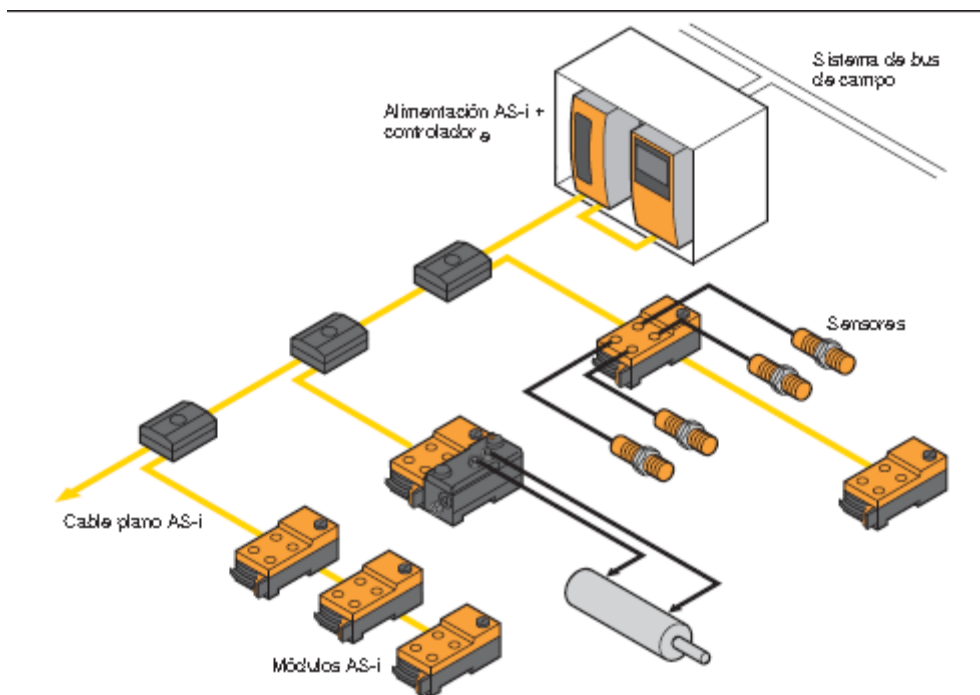


Fig. N°51: Estructura mínima de un sistema AS-i

3.5.4.1 Maestro AS-Interface

El maestro como parte central

El accionamiento del sistema AS-i, es decir, la comunicación con los esclavos, se controla y revisa permanentemente en el maestro. Al mismo tiempo, se proporciona la información binaria de los actuadores/detectores a través de una interfaz hacia los controladores superiores.

Los programas existentes se pueden seguir utilizando. También en este caso se ve reflejada la concepción práctica de AS-i. El usuario no percibe que, en lugar de los módulos de E/S, es el sistema AS-i el que proporciona las señales periféricas. Estas funciones de gestión se llevan a cabo directamente en el nivel de hardware del maestro, sin ningún tipo de gasto adicional para el usuario relacionado con las conexiones o la programación.

3.5.4.2 Estructura del maestro AS-i

El maestro AS-i se compone fundamentalmente de cuatro niveles. El nivel de comunicación más bajo corresponde a la parte analógica, responsable de la calidad de los telegramas de datos y de la forma de impulsos en el cable amarillo. A dicha parte analógica se le suministra corriente mediante el cable AS-i. Esta corriente de la parte analógica forma parte también del cálculo total del suministro de corriente de AS-i.

El nivel de transmisión se encarga del intercambio de telegramas con los esclavos. El maestro llama a todos los esclavos AS-i cíclicamente siguiendo las direcciones en orden ascendente. Este proceso tiene una duración de 5 ms en caso de que haya 31 esclavos, o como máximo 10 ms si hay 62. El usuario no puede cambiar este orden de llamadas.

El programador dispone de los datos a través del nivel del maestro (Fig. 52), normalmente en un área de memoria común (DP-RAM). Generalmente no son necesarias otras llamadas de software o bloques funcionales.

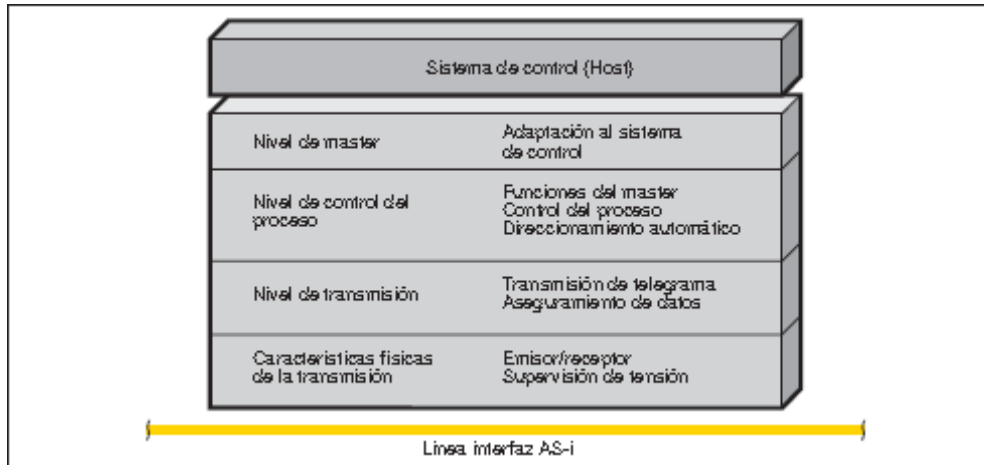


Fig. N°52: Estructura del Maestro AS-i

3.5.4.3 Sistema maestro único

AS-i utiliza un único maestro por cada sistema. Este maestro envía llamadas cíclicamente a todos los módulos del sistema. La situación física del maestro dentro del árbol AS-i es irrelevante, ya que cada módulo dispone de una dirección individual.

Esta dirección se almacena en cada esclavo de forma permanente en una memoria EEPROM. El sistema maestro único garantiza tiempos de ciclo permanentes y definidos. Estos tiempos dependen del número de módulos y en su máxima extensión tienen una duración de 5 ó 10 milisegundos.

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

3.5.4.3.1 Maestro PLC

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

3.5.4.3.2 Maestro AS-I como pasarela a sistemas superiores

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

3.5.4.3.3 El maestro para el PC

La tarjeta-maestro AS-i para el PC ofrece todas las funciones del PC (visualización, control de procesos, recopilación de datos) en combinación con la interfaz actuador-sensor. Gracias a su diseño industrial y a su bajo costo, los ordenadores se utilizan cada vez más para el control de las máquinas dentro del sector de la automatización. En estos casos, las ventajas de AS-i se integran directamente en el sistema. El usuario puede utilizar un lenguaje de programación de alto nivel, siempre y cuando utilice el driver específico de AS-i, ya que éste establece la comunicación con la tarjeta maestro.

3.5.4.3.4 Perfiles del maestro

El maestro AS-i puede tener un perfil u otro, dependiendo de cuáles sean sus prestaciones. Con el desarrollo de la funcionalidad del esclavo, también se han integrado las “nuevas” funciones en los perfiles del maestro. La siguiente tabla muestra la compatibilidad entre maestros y esclavos. Los perfiles del maestro se pueden consultar en cada ficha técnica.

Tabla N°11: Perfiles del Maestro AS-i

Perfil	Funcionalidad
M0	Intercambio cíclico de datos, solo datos binarios, sin modo de direccionamiento extendido
M1	Igual que M0, se añaden datos analógicos y parámetros AS-i aciclicos
M2	Intercambio cíclico de datos y parámetros de datos aciclicos
M3	Igual que M1, se completa con el modo de direccionamiento extendido (62 esclavos) y el protocolo analógico S-7.3x y S7.4x
M4	Igual que M3, se completa con el protocolo de datos de la transmisión de bytes

3.5.5 AS-Interface Versión 2.1

La AS-International Association realizó en 1999 algunos cambios importantes en el ya conocido estándar industrial AS-Interface. Estas ampliaciones están integradas dentro de la versión 2.1. Como se deduce de su propia designación, se trata de una ampliación compatible con las versiones anteriores. El usuario asegura así las inversiones que haya podido realizar, ya que todos los esclavos AS-i existentes pueden seguir utilizándose con la versión 2.1. La estructura física del bus y el protocolo no han sufrido ningún cambio desde 1992. A finales del 2004, se creó una nueva ampliación AS-i, la versión 3.0, también compatible con las versiones anteriores, que dispone de una nueva generación de esclavos con transmisión de datos en serie además de otras aplicaciones especiales. La especificación AS-i 3.0 contiene todas las anteriores especificaciones (2.0 y 2.1).

Ampliaciones más importantes de la versión 2.1:

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

Ampliaciones más importantes de la versión 3.0:

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

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

3.5.5.1 El maestro según la especificación AS-i 2.1

Aparte de los maestros ya conocidos con la especificación AS-i 2.0, existen actualmente otros maestros con la versión AS-i 2.1. La característica común más importante de las dos variantes es la total compatibilidad. Sin embargo, en la versión 2.1 se añadieron nuevas funciones AS-i que solamente se pueden llevar a cabo con esclavos de la versión 2.1. Todos los esclavos de la versión 2.0 funcionan correctamente con maestros de la versión 2.1. A la inversa, la comunicación de datos solamente es compatible de forma descendente. No obstante, todas las demás funciones no se pueden evaluar por maestros de la versión 2.0.

En la versión AS-i 2.0, el perfil del esclavo constaba de 2 partes (por ejemplo S-7.0), a las cuales se les añadieron códigos ID (por ejemplo S-7.A.E). Éstos, asimismo, sólo pueden ser evaluados por el maestro de la versión 2.1. En los esclavos más antiguos, la tercera parte que falta se completa con el valor “f” (hexadecimal).

En la siguiente tabla se muestra esta relación.

Tabla N°12: Compatibilidad entre maestros y esclavos

Especificación esclavo AS-i	Función	Maestro 2.0 Perfiles M0,M1,M2	Maestro 2.1 Perfil M3	Maestro 3.0 Perfil M4
2.0	Esclavo sin modo de direccionamiento extendido	31 esclavos	31 esclavos	31 esclavos
2.0	Esclavo analógico con perfil S-7.1 ó S-7.2	Con bloque funcional	Con bloque funcional	Con bloque funcional
2.1 + 3.0	Esclavos sin modo de direccionamiento extendido	31 esclavos	31 esclavos	31 esclavos
2.1 + 3.0	Esclavos sin modo de direccionamiento extendido	31 esclavos (Esclavos A)	62 esclavos (Esclavo A y B)	62 esclavos
2.1 + 3.0	Fallos de periféricos	No evaluados	Si	Si
2.1 + 3.0	Esclavo analógico con perfil S-7.3.x ó S-7.4.x	Probablemente con bloque funcional	Conexión directa sin bloque funcional	Conexión directa sin bloque funcional
3.0	Esclavos con funciones especiales, ejemplo: transmisión de datos en serie	Probablemente con bloque funcional	Probablemente con bloque funcional	Conexión directa sin bloque funcional

Puesta en marcha del maestro

El sistema AS-i ha sido diseñado para poder auto-configurarse, y por lo tanto, puede ponerse en marcha sin tener que utilizar software. Debido a que la cantidad de datos por esclavo AS-i está fijada en 4 bits, el maestro puede realizar una lectura de la red conectada y almacenarla permanentemente como configuración nominal (LPS, lista de esclavos configurados). Este proceso se puede llevar a cabo completamente sin software. Para ello, hay muchos maestros que disponen de

una sola tecla denominada “Config all” o un display fácil de manejar, con el cual también se pueden direccionar esclavos.

3.5.6 Esclavo AS-i

3.5.6.1 ¿Cómo funciona el esclavo AS-i?

Conectando al cable AS-i

El esclavo AS-i tiene un circuito integrado (chip AS-i) que proporciona el enlace de un dispositivo AS-i (sensor/actuador) al cable común del bus y de este, al maestro. El circuito integrado contiene los siguientes componentes:

- 4 entradas y salidas de datos configurables
- 4 salidas de parámetros

Los parámetros operativos, los datos de configuración con asignación de entrada y salida, los códigos de identificación y la dirección del esclavo se guardan en la memoria adicional (por ejemplo una EEPROM).

Datos de I/O

Los datos útiles para los componentes de automatización que fueron transferidos del maestro al esclavo están disponibles en los datos de salida. Los valores de los datos de entrada están disponibles cuando el esclavo es encuestado.

Parámetros

Usando los parámetros de salida del esclavo, el maestro puede transferir valores que no son interpretados como simples datos. Esos valores de parámetro pueden usarse para controlar y alternar entre los modos de operación internos de los sensores o los actuadores. Por ejemplo, eso es posible para actualizar un valor de calibración durante las diferentes fases de operación. Esta función es posible con esclavos con una conexión integrada de AS-I que soporte la función en cuestión.

La configuración

La configuración de entrada/salida (configuración I/O) indica cuáles líneas de datos de los esclavos AS-i son utilizados como entradas, salidas o como salidas bidireccionales. La configuración de entrada/salida (4 bits) puede ser encontrada en la descripción del esclavo de AS-I. Además de la configuración entrada/salida, el tipo del esclavo AS-I está descrito por un código de identificación, y con el esclavo más moderno por tres códigos de identificación (el código de ID, el código ID1, el código ID2).

Posibilidades de direccionamiento del esclavo

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

- A través de una toma mecánica de direccionamiento
- A través de una interfaz de direccionamiento por infrarrojos. De esta manera, se pueden preinstalar mecánicamente todos los componentes AS-i sin necesidad de conocimientos previos.

3.5.6.2 Perfil del esclavo AS-i

Fundamentalmente, los perfiles determinan la compatibilidad de los componentes AS-i. El perfil está formado por dos números separados a su vez por un punto. El primer número muestra la configuración de E/S, el segundo el código de identificación (código ID). Este perfil está reflejado en las fichas técnicas. Tanto la configuración como el código ID han sido almacenados permanentemente por el fabricante. Para ello están disponibles 4 bits respectivamente. Dichos bits se pueden seleccionar mediante los comandos adecuados.

Sería entonces factible asignar todas las 16 combinaciones posibles. Sin embargo, para que el sistema AS-i esté abierto a perfeccionamientos en el futuro, se intenta reducir el uso de tantas combinaciones. Lo importante es que no se restrinja el método de medición o el principio de acción cuando se determine la información. De este modo siempre será posible, por ejemplo, sustituir un detector de proximidad inductivo por una fotocelda.

La configuración de E/S indica el sentido de los bits de datos: de entrada, de salida, o bien bidireccional. Los perfiles se derivan de la configuración de E/S (en 1ª posición) y del código ID (2ª

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

En caso de que sea necesario, la asociación AS-i establece el contenido de los perfiles. De este modo, existe por ejemplo un perfil de detectores estándar (S-1.1) o un perfil de valores analógicos S-7.3. Con la introducción de la versión de AS-Interface 2.1, el perfil se amplió con una tercera posición: el código_ID_2. Éste muestra, por ejemplo, si un esclavo es compatible con el fallo de periféricos. Los perfiles AS-i 2.1 y 3.0 del tipo S-7.3.E hacen posible que el maestro pueda emplearse con dispositivos del mismo tipo en caso de que se tenga que realizar una sustitución de aparatos.

Tabla N°13: Configuración E/S(para códigos ID = 0)

E = Entrada A = Salida B = Bidireccional

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

3.5.7 Código ID

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

Tabla N°14: Código ID

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

3.5.8 Código ID extendido

Los perfiles de esclavo existentes, los cuales constan de código ID y de configuración de E/S, se mantienen. A estos perfiles se han añadido el código ID_1 y código ID_2, además de que se encuentran disponibles dos registros de 4 bits. En el código ID se codifica, por ejemplo, si se está utilizando un esclavo A/B o un módulo analógico. El registro ID_1 se puede adaptar a las necesidades del cliente, ya que el usuario puede, por ejemplo, codificar la corriente de los arrancadores de motores de tal manera que cuando se tenga que realizar una sustitución, se pueda hacer con el mismo tipo de dispositivos. El código ID_2 tiene distintos significados dependiendo del perfil de esclavo que tenga.

Tabla N°15: ejemplo del código ID_2 en esclavos analógicos

Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Significado
-	-	0	0	Esclavo de un canal
-	-	0	1	Esclavo de 2 canales
-	-	1	0	Esclavo de 4 canales
-	-	1	1	Esclavo de 4 canales (para esclavos sin código ID externo)
-	0	-	-	Intercambio de datos transparentes
-	1	-	-	Transmisión de valores analógicos
0	-	-	-	Esclavo de salida
1	-	-	-	Esclavo de entrada

62 módulos en la red AS-i

A partir de ahora, dos esclavos pueden compartir una sola dirección. Esto es perceptible en el código ID “A”. Los denominados esclavos A y B tienen entonces las direcciones, por ejemplo, 10A y 10B. En el primer ciclo AS-i se hace una llamada a todos los esclavos A, en la siguiente a los esclavos B. Para la elección de los esclavos B se utiliza el cuarto bit de datos, con el fin de que se puedan llevar a cabo las siguientes configuraciones de esclavos A/B: 4DI, 2DI / 2DO, 3DI / 1DO, 1DI / 3DO, 4DI / 3DO. Además, los “esclavos únicos” se pueden utilizar en un ámbito de dirección del 1 al 31. Un esclavo de la versión 2.1 puede ser programado por el usuario con la unidad manual de direccionamiento como esclavo A, B o esclavo único. La elección del esclavo la realiza el maestro a través de un bit de salida (de selección). Los esclavos de la versión 2.1 con modo de direccionamiento extendido pueden establecer conexión con maestros de la anterior versión 2.0, siempre y cuando estén programados como esclavos A.

3.5.9 Automatización descentralizada

Desde hace tiempo, las personas prácticas han sabido reconocer las ventajas de la automatización descentralizada (Fig. N°53). Mientras que hace algunos años se solían utilizar controladores cada vez más grandes, con un mayor rendimiento, y con un control centralizado de las instalaciones, ahora se tiende a soluciones más repartidas. En la misma instalación, se procesan funciones importantes en un controlador pequeño y descentralizado. Sólo una pequeña cantidad de información importante se transfiere a un ordenador central.

Las ventajas de este tipo de soluciones son obvias:

- Programas más cortos y sencillos, con lo cual también se hace más fácil la puesta en marcha de los distintos segmentos de una instalación.
- Reducción de los paros de máquinas, ya que si una unidad tiene una avería, la instalación sigue funcionando sin restricciones.
- Cableado más corto, intercambio de datos entre los controladores a través de sistemas de bus.
- Montaje sencillo y rápido, opciones de ampliación.
- Proyección y programación general mediante el estándar común “Automation Alliance”.

- Debido a su sencilla estructura, AS-i está predestinado para su empleo en el ámbito de los detectores / actuadores y en los controladores descentralizados.

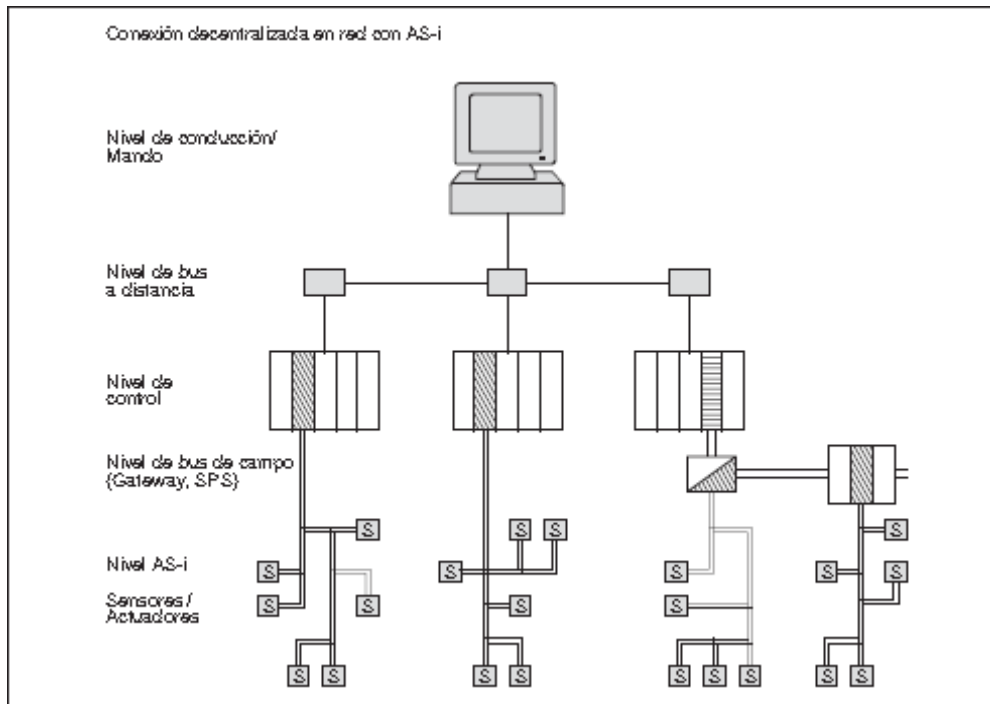


Fig. N°53: Conexión descentralizada en red AS-i

IMPORTANTE

Otra característica es que los módulos AS-Interface permiten la conexión de sensores y actuadores convencionales, como se muestra en la Fig. N° 54.

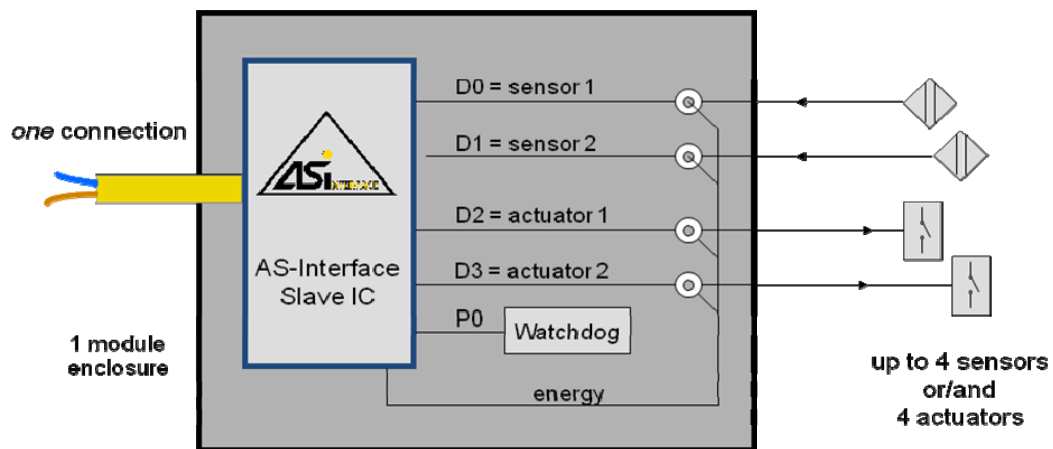


Fig. N°54: Conexión de Sensores y Actuadores convencionales

También está la posibilidad de utilizar esclavos integrados AS-Interface (Fig. N°55).

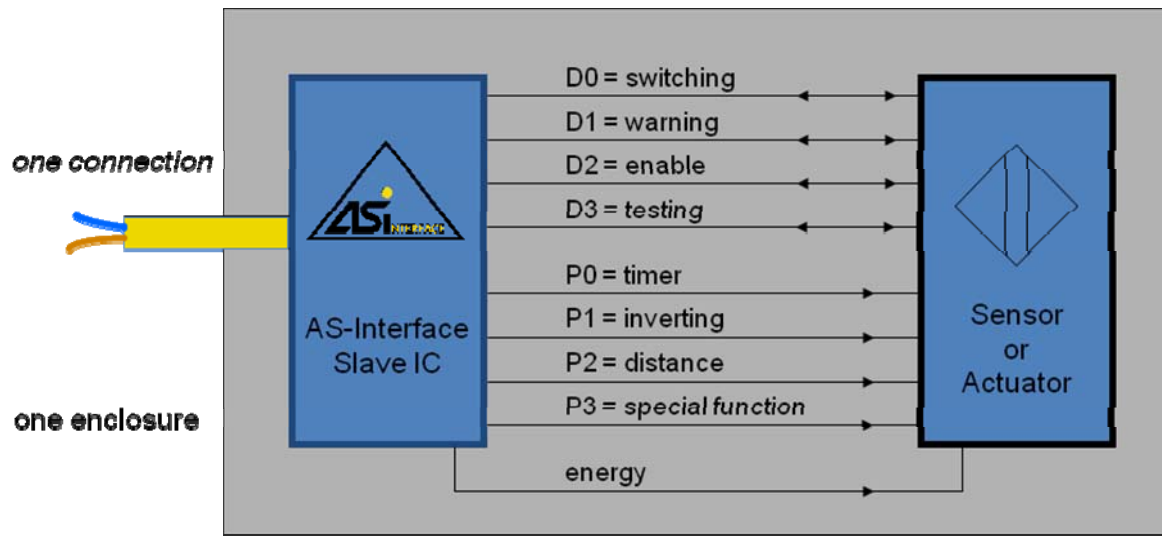


Fig. N°55: Esclavos integrados AS-Interface

En la siguiente figura (Fig. 56) se muestra una aplicación de AS-Interface en el movimiento de materiales.

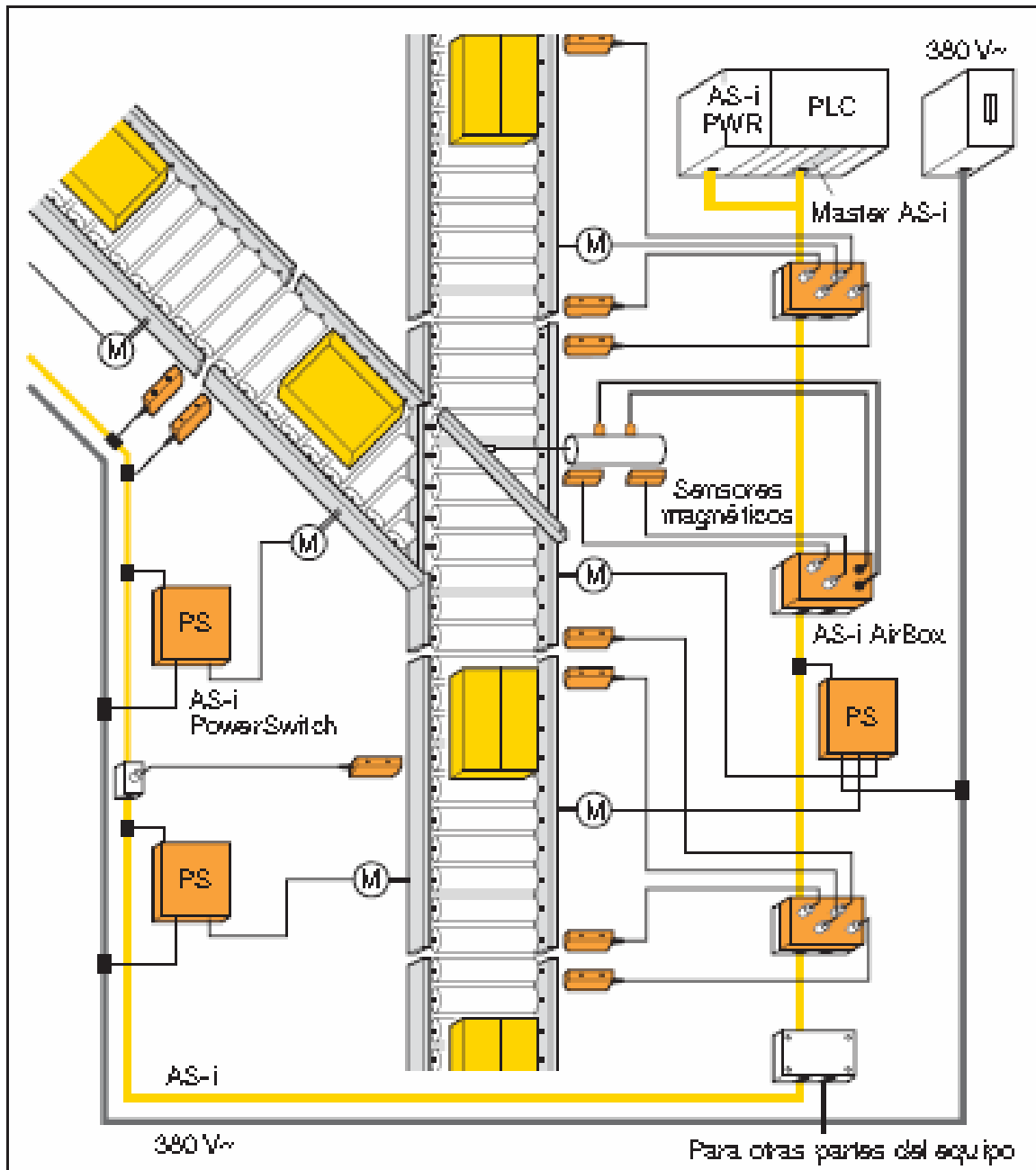


Fig. N°56: Aplicación AS-i en el movimiento de materiales

3.5.10 Transferencia de datos

Estructura información/datos

Antes de iniciar, es necesario un breve resumen de la estructura de la información del sistema del maestro/esclavo AS-I.

En el siguiente diagrama (Fig. N°57), los campos de datos y las listas del sistema son configurados en el siguiente diagrama.

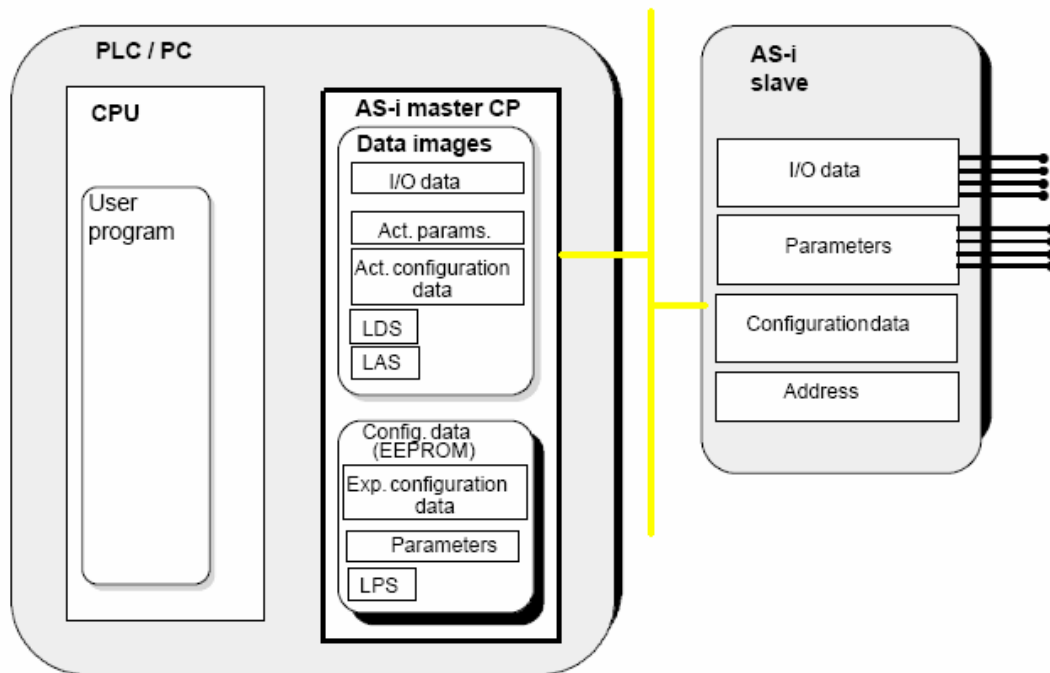


Fig. N°57: Estructura información/datos

Las siguientes estructuras son encontradas en el maestro AS-I:

- Imágenes de datos:

Estos contienen por ahora información almacenada:

- Los parámetros actuales

Los parámetros actuales son una imagen de los parámetros presentes en los esclavos AS-I.

- Los datos actuales de configuración

El campo de datos actuales de configuración contiene las configuraciones de las I/O y códigos ID de todos los esclavos conectados una vez que los datos han sido leídos desde estos.

- La lista de esclavos detectados (LDS)

El LDS especifica cuáles esclavos han sido detectados en el bus AS-I.

- La lista de los esclavos activados (LAS)

El LAS especifica cuantos esclavos han sido activados por el maestro AS-i. Los datos de I/O sólo son intercambiados con los esclavos activados.

- Datos de I/O

Los datos del proceso de entrada y salida.

- Configuración de Datos

Estos son datos no volátiles (ej. guardados en una EEPROM), los cuales están disponibles inalterablemente incluso después de una falla eléctrica.

- Configuración de datos esperada

Éstos son valores seleccionables de comparación que dejan los datos de configuración de los esclavos detectados de AS-I para ser chequeados.

- Lista de esclavos AS-i permanentes (LPS)

Esta lista especifica los esclavos AS-i esperados en el cable AS-i por el maestro AS-i. El maestro chequea continuamente si todos los esclavos especificados en la LPS existen y si sus datos de configuración corresponden a los datos de configuración esperados.

Los esclavos AS-i tienen las siguientes estructuras:

- **Datos I/O**
- **Parámetros**
- **Configuración de datos Actuales**

La configuración de datos incluye la configuración I/O y el código ID de los esclavos AS-i.

- **Direcciones**

Los esclavos AS-I tienen dirección "0" cuando son instalados. Para permitir un intercambio de datos, los esclavos AS-I deben ser programados con direcciones distintas de "0". La dirección "0" está reservada para funciones especiales.

3.5.11 Fases de Operación

El siguiente diagrama (Fig. N°58) ilustra la fase de operación individual:

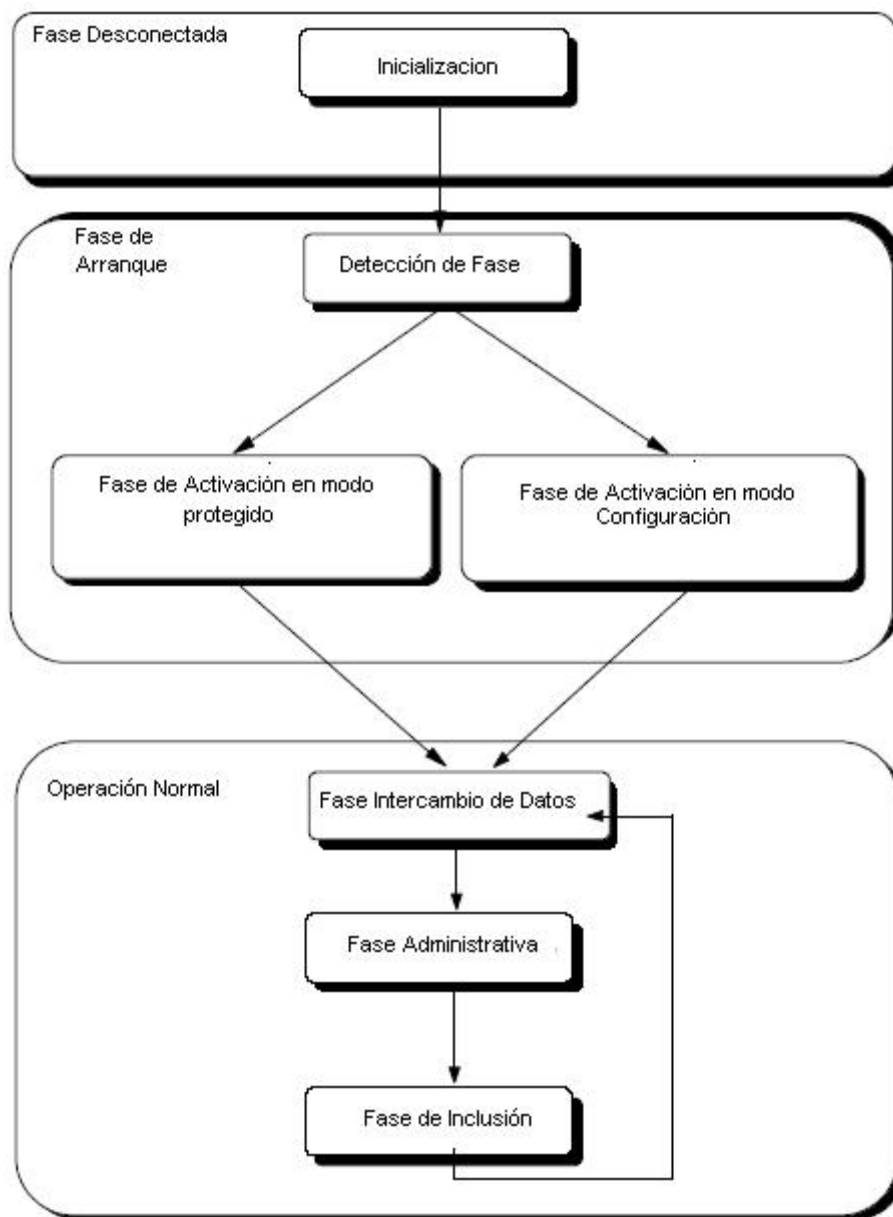


Fig. N°58: Fase de operación

El modo de inicialización

También conocido como fase desconectada, establece el estado básico del maestro. El módulo es inicializado después de conectar la fuente de poder o después de una restauración durante la operación. Durante la inicialización, las imágenes de todos los datos de entrada y salida del esclavo desde el punto de vista de la aplicación son colocados para el valor "0" (inactivo).

Después de conectar la fuente de poder, los parámetros configurados son copiados a los parámetros de campo a fin de que la subsiguiente activación use los parámetros preprogramados. Si el maestro AS-I es reiniciado durante la operación, los valores de los parámetros del campo que pudiesen haber cambiado en ese momento, son retenidos.

Fase de arranque

- *Fase de detección: Detección de los esclavos en la fase de arranque*

Durante el arranque o después del reinicio, el maestro AS-I examina rápidamente una fase de arranque durante la cual detecta cuáles esclavos están conectados al cable AS-i y de que tipo son estos esclavos. El "tipo" de los esclavos es especificado por los datos de configuración almacenados permanentemente en el esclavo AS-I cuando es fabricado y puede ser interrogado por el maestro. Los archivos de configuración contienen la asignación de las I/O del esclavo y el tipo del esclavo (código ID).

El maestro ingresa los esclavos detectados en la lista de esclavos detectados (LDS).

- *Fase de activación: Activando los esclavos AS-i*

Después que los esclavos son detectados, son activados por el maestro enviando una llamada especial. Al activar los esclavos individuales, una distinción es hecha entre dos modos en el maestro AS-i:

- Maestro en el modo Configuración:

Todas las estaciones detectadas (con excepción del esclavo con dirección "0") son activadas. En este modo, es posible leer variables actuales y guardarlas para una configuración (-> modo configuración)

- Maestro en modo Protegido:

Sólo las estaciones correspondientes a la configuración esperada guardada en el maestro AS-i son activadas.

Si la configuración actual encontrada en el cable AS-I difiere de la configuración esperada, el maestro AS-i lo indica.

El maestro ingresa los esclavos activados en la lista de esclavos activados (LAS).

Modo Normal

Al finalizar la fase de arranque, el maestro cambia al modo normal.

- *Fase de intercambio de datos*

En el modo normal, el maestro envía ciclos de datos (datos de salida) al esclavo individual y recibe sus mensajes de aceptación (datos de entrada). Si es detectado un error durante la transmisión, el maestro repite la encuesta apropiada.

- *Fase Administrativa*

Durante esta fase, todos los trabajos existentes de la aplicación de control son procesados y enviados. Los trabajos posibles son, por ejemplo, los siguientes:

Transferencia de Parámetros

Cuatro bits de parámetros (tres cuando el esclavo está con modo direccionamiento extendido) son transferidos al esclavo y son usados, por ejemplo, por un valor de umbral configurado.

Esclavo cambiando direcciones:

Esta función permite a las direcciones del esclavo ser cambiadas por el maestro, si es que el esclavo AS-i soporta esta función particular.

○ *Fase de Inclusión*

En la fase de inclusión, los esclavos recién agregados son incluidos en la lista de esclavos detectados proporcionando el modo de configuración escogido y si ellos están activos (con excepción de los esclavos con dirección “0”). Si el maestro esta en el modo Protegido, sólo los esclavos guardados en la configuración esperada del maestro son activados. Con este mecanismo, los esclavos que estaban temporalmente fuera de servicio son otra vez incluidos.

3.5.12 El telegrama AS-i

El maestro AS-i utiliza un telegrama (Fig. N°59) muy sencillo para la comunicación con los esclavos que están conectados. Gracias a un encabezamiento reducido al mínimo, AS-i obtiene tiempos de ciclo cortos, como por ejemplo 5 milisegundos para 248 entradas y salidas que tienen que ser escaneadas. El telegrama AS-i se repite 31 veces por ciclo, y en funcionamiento extendido se repite 62 veces.

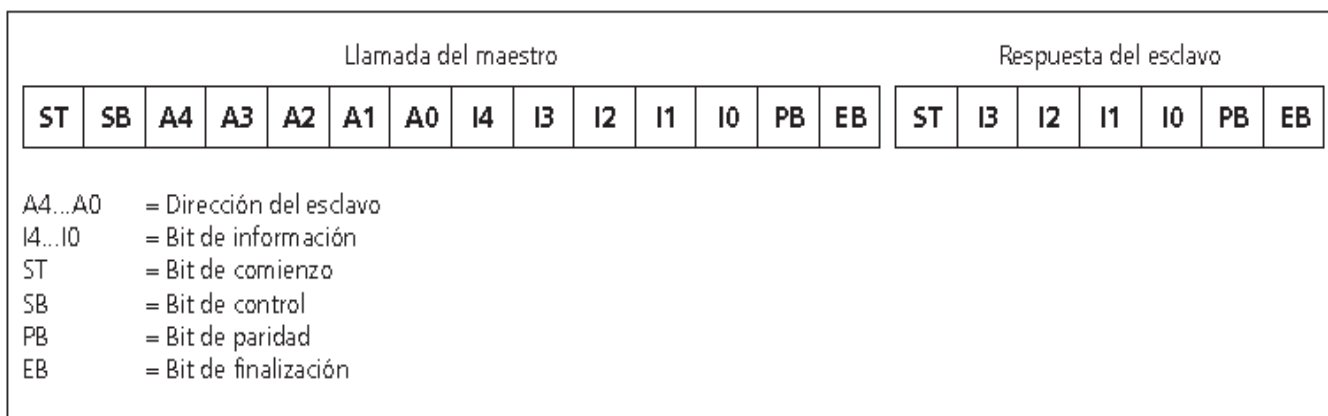


Fig. N°59: Telegrama AS-i

3.5.13 Funciones de la Interfaz

Para controlar la interacción maestro/esclavo desde el programa de diversas funciones disponibles en la interfase (Fig. N°60). Las posibilidades son explicadas basadas en la ilustración de abajo. Aquí, simplemente son ilustradas las operaciones posibles y la dirección de flujo de datos.

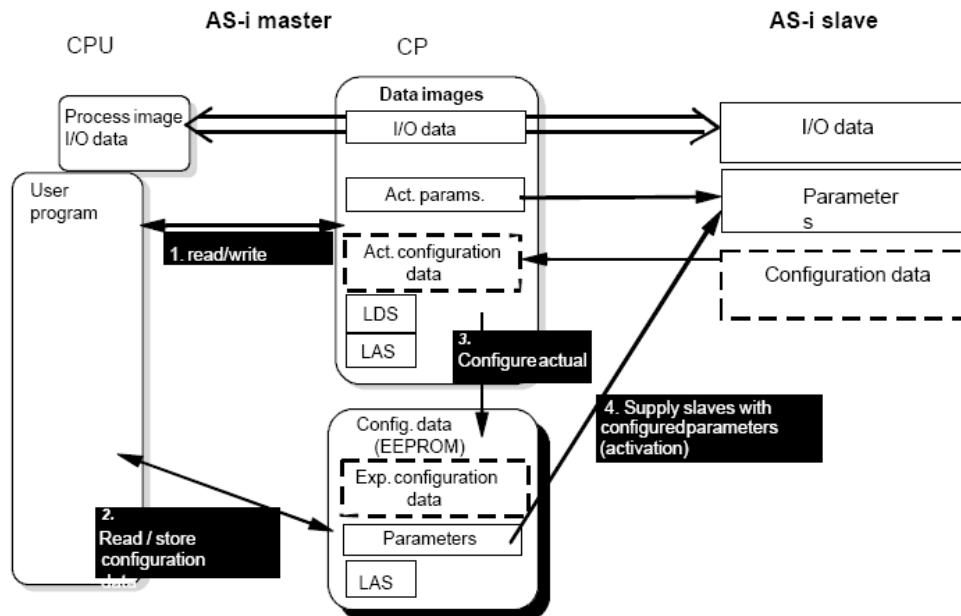


Fig. N°60: Funciones de la Interfaz

3.5.13.1 Read / write

Al escribir, los parámetros son transferidos al esclavo y las imágenes de parámetro hacia el CP; al leer, los parámetros son transferidos del esclavo o de la imagen de parámetro CP a la CPU.

3.5.13.2 Read and store (configured) configuration data

(Lea y guarde (configurados) los datos de configuración)

Los parámetros configurados o los datos de configuración son leídos de la memoria no volátil del CP.

3.5.13.3 Configure actual

Al leer, los parámetros y los datos de configuración son leídos del esclavo y se guardan permanentemente en el CP. Al escribir, los parámetros y los datos de configuración se guardan permanentemente en el CP.

3.5.13.4 Supply slaves with configured parameters

(Suministro de parámetros configurados hacia los esclavos)

Los parámetros configurados son transferidos del área no volátil del CP a los esclavos.

3.5.14 El concepto de cable plano AS-i

AS-i es el único sistema de bus que ha sido desarrollado para cables de dos hilos no apantallados (Fig. N°61). Gracias al cable plano amarillo estándar, la instalación se puede llevar a cabo sin necesidad de pelar o cortar el cable. Las derivaciones y ramificaciones son factibles en cualquier parte de la instalación, incluso después del montaje.

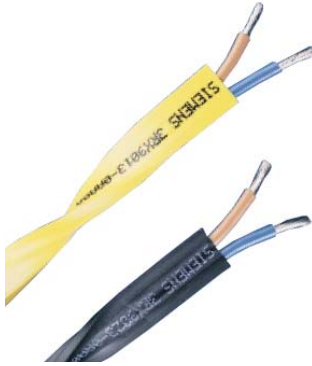


Fig. N°61: Cable Plano AS-i

El cable amarillo perfilado se ha vuelto sinónimo de ASI. Tiene una sección transversal geoméricamente definida y simultáneamente transmite datos y poder auxiliar para los sensores. Los cables perfilados de color diferente han sido especificados utilizando la misma tecnología de instalación.

Un cable negro perfilado es por consiguiente destinado para el voltaje auxiliar 24 VDC. El aislador de fondo usualmente consta de una mezcla de caucho (EPDM). Y para aplicaciones donde las demandas son mayores, por ejemplo la resistencia para productos químicos, TPE perfilado (el elastómero termoplástico) o cables PUR (el poliuretano) está disponible. Sin embargo, el conductor PE también puede ser utilizado como el cable de transmisión. La tecnología de transmisión obvia la necesidad de blindaje del cable.

Los cables de dos alambres simples sin escudar o el conductor PE se usan para llevar los datos y el poder auxiliar para los sensores de manera simultánea. El protocolo inteligente de datos está estructurado de tal manera que el sistema entero es sumamente resistente a interferencia. El blindaje es por consiguiente no necesario. El cable amarillo perfilado ASI se ha convertido en una

característica de ASI. Su innovador sistema de conexión (la tecnología de desplazamiento del aislador) lo hace simple y eficiente para unirse. Una red ASI, por supuesto, también puede ser configurada con conductores circulares estándar. Para las razones económicas, sin embargo, el cable redondo es la opción preferida.

3.5.15 La tecnología de perforación del aislador

Los cables perfilados pueden ser conectados a los esclavos en cualquier posición fácilmente y en forma segura. Esto se ha hecho posible gracias a la perforación del aislador (Fig. N°62).

Cómo es hecho: Las agujas de contacto atraviesan el aislador del cable y hacen contacto seguro con el conductor de cobre. Cuando las agujas son arrancadas otra vez para quitar a un esclavo, la capacidad autorregenerativa del cable quiere decir que las perforaciones cierran automáticamente, con tal que la aislación este completa otra vez (en el caso de cables EPDM). La geometría del cable quiere decir que el cambio de sentido de polaridad es muy improbable y no hay blindaje por el que preocuparse.

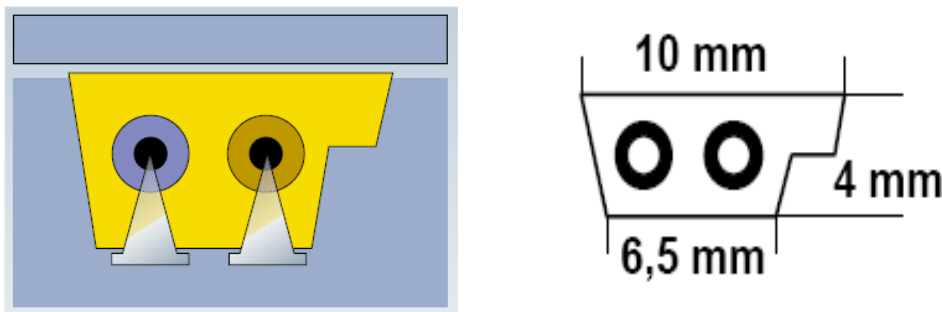


Fig. N°62: Tecnología de perforación del aislador

3.5.16 Los Módulos AS-i: Los Bloques de los esclavos AS-i

Dentro del sistema AS-i, los módulos pueden ser comparados con módulos de entrada y salida. Junto con los actuadores y sensores ellos crean los esclavos AS-i y se conectan al maestro AS-i. Los actuadores/sensores están conectados por conectores M12. Los módulos con dimensiones de aproximadamente 45 x 45 x 80 mm son usados localmente en la máquina misma. Están conectados por el cable AS-I y tienen el grado de protección IP67.

Módulos Activos y Pasivos

Los siguientes módulos deben ser distinguidos:

- El módulo **activo** de AS-I (Fig. N°63) con chip integrado AS-I.
Usando esto, los sensores convencionales y los actuadores pueden ser conectados. A cada actuador normal o cada sensor por consiguiente puede conectarse en red por AS-I.
- El módulo **pasivo** de AS-i
Esto no contiene su electrónica y permite la conexión de sensores AS-i y actuadores con circuito integrado AS-i.

Los módulos son diseñados de manera que pueda ser creada una interfaz electromecánica uniforme para el cable AS-i. Esto se logra con la sección inferior uniforme del módulo, la cuál es también conocida como módulo acoplador. La sección superior del módulo especialmente construido, también conocido como módulos de aplicación. Las variaciones en los componentes de módulo se extienden desde una simple cubierta para ramificar el cable AS-i para los módulos aplicativos con circuitos integrados AS-i para la conexión de accionadores o sensores convencionales.

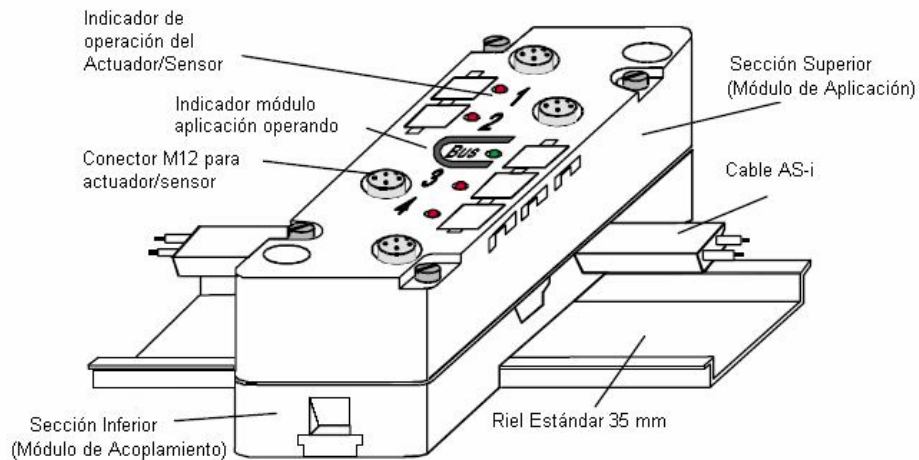


Fig. N°63: Modulo Activo AS-i

3.5.17 Fuentes de Alimentación

Las alimentaciones conmutadas AS-i son un componente esencial y necesario dentro de una red AS-Interface. Dichas alimentaciones generan, según la especificación AS-i, una tensión regular continua de salida entre 29,5 V y 31,6 V. Todas las alimentaciones cumplen los requisitos MBTP de las normas EN 50178 y EN 60204. (MBTP: “Muy Baja Tensión de Protección” del inglés PELV “Protective Extra Low Voltaje”, es una baja tensión funcional con separación segura). Las medidas de protección MBTP también incluyen la separación segura de la tensión continua de salida frente a la tensión de entrada. Por este motivo, no es necesario utilizar un conductor de protección (PE) en el circuito AS-i. Los circuitos auxiliares también se pueden ejecutar sin conductor de polietileno, siempre y cuando se utilice una alimentación MBTP para poder así cumplir los requisitos de protección de personal.

3.5.17.1 Funcionamiento

Gracias al desacoplo de datos integrado en la alimentación AS-i, se pueden transmitir tanto los datos como la tensión de suministro necesaria para los detectores a través de un sólo cable de dos hilos. La alimentación AS-i asume en este caso las funciones de provisión de energía, de desacoplo de datos y de equilibrado de ambos cables de salida (AS-i “+” y AS-i “-”) con respecto a la masa de la máquina (conexión de pantalla). La alimentación AS-i se emplea siempre como alimentación conmutada primaria por impulsos. Este tipo de alimentaciones tiene varias ventajas en comparación con los transformadores: poseen dimensiones bastante más reducidas, tienen un mejor ajuste y están protegidas electrónicamente contra sobrecargas.

Además, el rendimiento de una alimentación conmutada es mayor, con lo cual la generación de calor y la potencia perdida disminuyen de manera contundente. Un rendimiento de hasta 92 % es totalmente normal. Todas las alimentaciones están protegidas en la salida contra sobrecargas, cortocircuitos permanentes y para trabajar sin carga.

Para asegurar una óptima inmunidad a los ruidos contra el acoplamiento simétrico de interferencias, es necesario realizar un montaje bien equilibrado de la red AS-i.

3.5.17.2 Suministro de corriente para el cable AS-i amarillo

Las alimentaciones AS-i suministran a todos los módulos conectados al cable amarillo AS-i. Éstos son, por lo general, esclavos, detectores conectados, actuadores inteligentes, repetidores y la parte analógica del maestro. Ofrecen una tensión aumentada de aprox. 30 voltios, que los esclavos convierten en la tensión de 24 V requerida. AS-i es un sistema de bus no apantallado que transporta datos y energía de abastecimiento en el mismo par de conductores. Para garantizar el desacoplo entre los datos AS-i y el suministro, sólo se pueden emplear alimentaciones AS-i autorizadas.

En la alimentación AS-i también se genera la corriente de envío para la modulación de señales. Forma así la resistencia virtual de terminación de una red AS-i. La tensión AS-i es una tensión MBTP (“Muy Baja Tensión de Protección” del inglés PELV “Protective Extra Low Voltaje”) y, por motivos de simetría, no debe conectarse a tierra. Por el contrario, el borne Shield / GND sí debe conectarse a tierra.

Las alimentaciones habituales de 24 V no pueden utilizarse en lugar de las alimentaciones AS-i.

3.5.17.3 Alimentaciones conmutadas

Las alimentaciones primarias y por impulsos son una solución compacta y rentable de suministro de detectores, actuadores y componentes electrónicos sensibles. En contraposición a las alimentaciones habituales por transformador con tensión de salida regulada, con las alimentaciones primarias y por impulsos se puede prescindir por completo de los pesados transformadores de 50 Hz, con lo cual se producen menos pérdidas de hierro y cobre. Solamente se necesita un pequeño transmisor de potencia de alta frecuencia.

Las alimentaciones conmutadas garantizan una tensión de suministro estable entre la marcha sin carga y la de plena carga, con lo cual también se asegura la seguridad de funcionamiento incluso con una tensión de suministro variable. Las variaciones de red de hasta +/- 15 % y las averías se regulan y no se transmiten al dispositivo consumidor. Incluso se compensan los huecos de algunos milisegundos en la tensión de red.

Todos los tipos están protegidos electrónicamente contra sobretensión (OVP) y cortocircuito permanente.

3.5.18 Extensiones de cable

El bus AS-i clásico está pensando para utilizar cables de una longitud de 100 metros. Algunos usuarios experimentados han llegado a la conclusión de que a menudo se pueden emplear cables de hasta 130 metros, e incluso más, sin ningún tipo de problema. Sin embargo, no existe ninguna regla de instalación general válida para los cables de $100 + "x"$ metros, ya que AS-i dispone de una topología libre. En muchas ocasiones, los cables de gran longitud y no terminados provocan reflejos que causan interferencias en los telegramas AS-i e interrupciones en la repetición de estos telegramas.

Existen varias soluciones para remediar estos problemas y poder así instalar una extensión de otros 100 metros:

3.5.18.1 Terminación de Bus

La terminación de bus al final de un cable de gran longitud minimiza los reflejos.

Además, en caso de que haya pocos módulos se recomienda colocarlo al final del cable, ya que en ese punto la caída de tensión con la carga conectada será mayor. Otra de las ventajas de la terminación de bus es la mejora de la calidad de los telegramas AS-i con los cables de gran longitud.

3.5.18.2 Repetidores

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

El número de módulos que se pueden conectar se mantiene inalterable. Todos los repetidores poseen una separación galvánica que divide la red en dos segmentos. Cada segmento dispone de suministro de tensión propio. De este modo, la alimentación AS-i 1 suministra al segmento del maestro y la alimentación AS-i 2 abastece el área que se encuentra detrás del repetidor. De esta manera, se aumenta la corriente general por cada red AS-i y se mejora la caída de tensión.

Un repetidor también se puede emplear por razones de seguridad. Como por ejemplo, cuando es necesario garantizar que un cortocircuito en la parte secundaria de la red no tenga ninguna influencia negativa en la parte primaria. De este modo, las redes AS-i se pueden dividir en dos tramos con separación galvánica.

Cada repetidor dispone de un tiempo de circulación de la señal, que se van añadiendo durante la conexión en serie. Este hecho limita el número de repetidores que se van a utilizar.

3.5.18.3 Maestro Doble

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

3.5.18.4 Comparativa de las diversas extensiones de cable

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

Tabla N°16: Comparación entre Extensión de cables

Medida	Prolongación de bus	Aliment. Adicional	Separación galvánica	Caída de tensión	N° de esclavo máx.	Costo/rentabilidad por esclavo (posición)	observaciones
Repetidor	100m	Si	Si	No critica	62	6,2(4)	Max. 2 repetidores en serie y máx. 1 repetidor en safety work
Maestros dobles	100m	Si	Si	No critica	124	2,8(2)	El maestro se encuentra en el centro
Terminación de bus	100m	No	No	Critica	62	0,95(1)	Comprobar suministro total desde AS-i y calidad de los telegramas
Sintonizador	100...150m	No	No	Critica	62	6,13(3)	Comprobar suministro total desde AS-i y calidad de los telegramas

3.5.18.5 Ejemplos de Extensión de cable

Ejemplo AS-i 1: Extensión de cable con repetidor

Los repetidores AS-i se pueden instalar en los armarios eléctricos para poder prolongar la longitud del cable y aumentar el suministro total de corriente (Fig. N°64). No es posible establecer una conexión en paralelo de alimentaciones AS-i sin repetidores. Se pueden conectar hasta dos repetidores en serie.

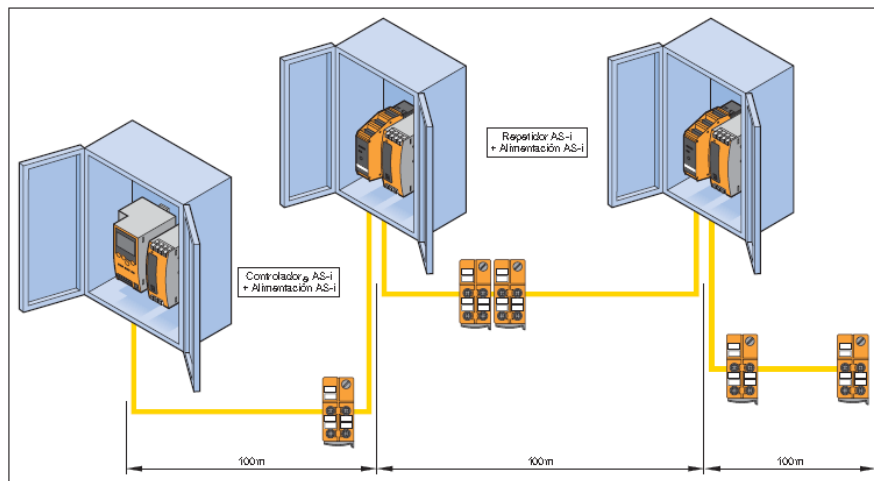


Fig. N°64: Extensión de cable con repetidor

Ejemplo AS-i 2: Extensión de cable con maestro doble

En lugar de utilizar repetidores, existe la posibilidad de montar un maestro doble AS-i en el centro del dispositivo (Fig. N°65) y, así, en un sentido se tiende un cable de 100 metros, y en el sentido opuesto se tiende otro cable de 100 metros. Otra ventaja de este método es que se puede conectar el doble de esclavos en comparación con la solución maestro único

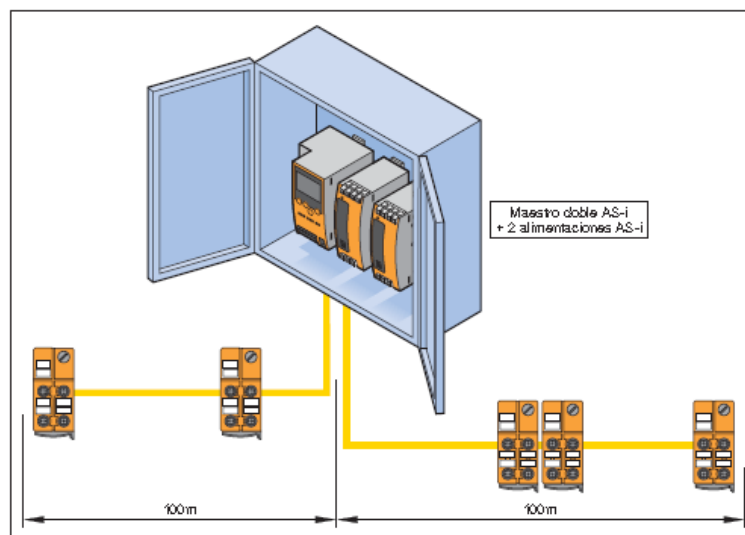


Fig. N°65: Extensión de cable con maestro doble

Ejemplo AS-i 3: Extensión de cable con terminación de bus

En el mejor de los casos, la terminación de bus duplica también el cable de bus AS-i (Fig. N°66). No obstante, antes y después del montaje hay que controlar el número de telegramas repetidos mediante un dispositivo apropiado. Sólo de esta manera se puede llevar un control de la mejora de la calidad de transmisión.

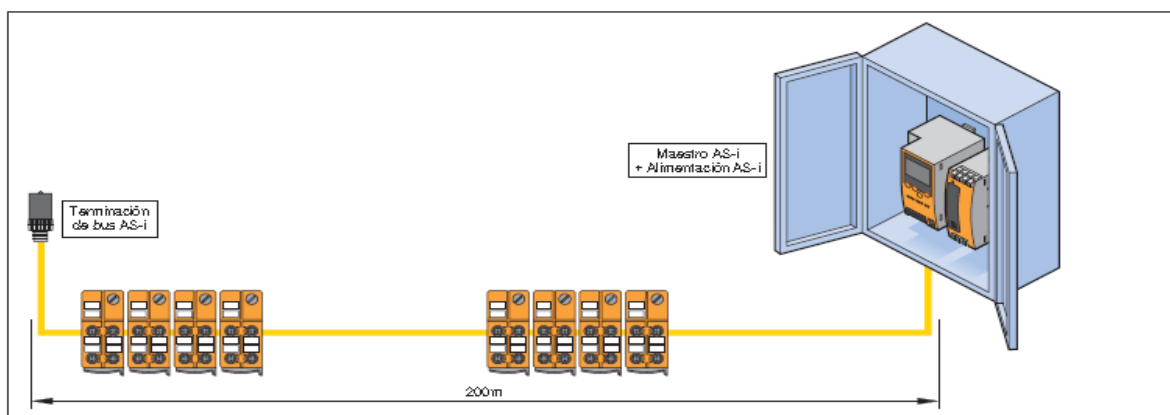


Fig. N°66: Extensión de cable con terminación de bus

Ejemplo AS-i 4: Extensión máxima posible con repetidores y terminación de bus

La longitud máxima del bus se alcanza empleando 2 repetidores y 2 terminaciones de bus (Fig. N°67). Puede darse el caso de limitaciones dependiendo del tipo de tendido del cable y de la topología. La configuración de la extensión de cable mencionada anteriormente no es apropiada para las aplicaciones de Safety at Work.

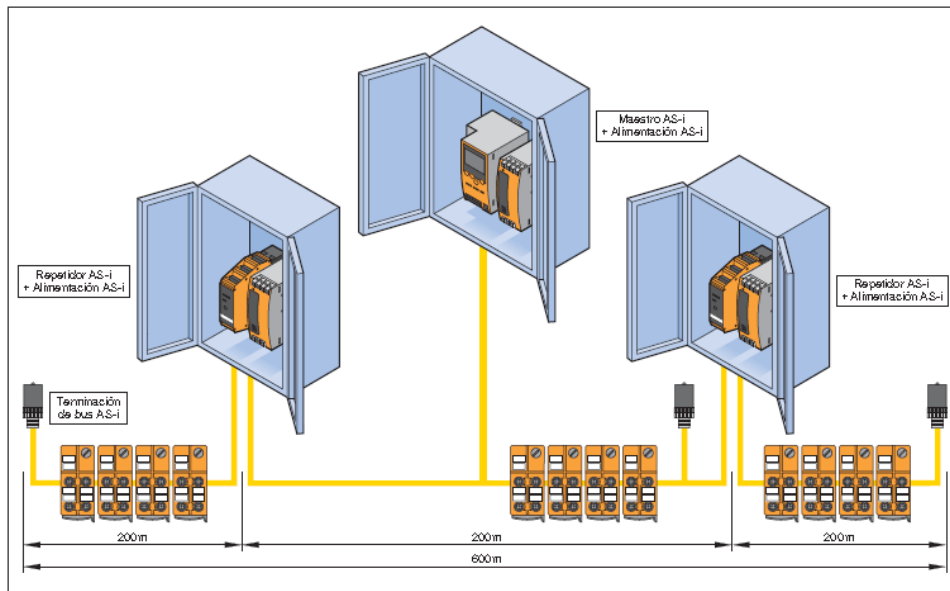


Fig. N°67: Extensión máxima posible con repetidores y terminación de bus

3.5.19 Resumen de algunas de las principales características de AS-i.

Tabla N°17: Características principales de AS-Interface

Características	AS-i
Topología (cableado)	Estructura de árbol , en línea, en línea con ramales derivados, de anillo, de estrella
Medio	Cable de dos hilos no apantallado
Señales	Datos y energía a través de un cable, max.8 A
Longitud del cable	100 m. prolongación posible mediante repetidor
Numero de esclavos por red	Hasta 62 esclavos
Datos útiles por esclavo	Datos de 4 bits (cíclicos), parámetros de bits (acíclicos)
Número de E/S binarias (acíclicas)	124 E/S (esclavo único) 248 E + 186 S (esclavos A/B)
Procesamiento del valor analógico	31 x 4 canales posibles mediante el perfil de esclavo S 7.3
Numero de E/S binarias (cíclicas)	124 palabras
Transmisión de datos, parametrización	Varios bytes, unidireccional/bidireccional
Número de maestros/redes	Opcional mediante multimaestro, controladores o pasarelas
Tiempo de ciclo	5.....10 ms
Tiempo de acceso	Interrogación secuencial cíclica, sistema de maestro único
Direccionamiento	Dirección inequívoca y fija en el esclavo
Detección de errores	Identificación y repetición de telegramas erróneos.

3.5.20 Solución y diagrama con red AS-Interface

El sistema implementado con red AS-Interface está dispuesto de la siguiente manera:

El PLC ControlLogix se encuentra comunicado vía Ethernet con un PC en el cual se ejecuta RS-Logix para realizar el monitoreo y edición del proceso.

Por otra parte para comunicar los dispositivos de campo, se cuenta la tarjeta Maestro/Escáner para ControlLogix BWU1488, cuyo manual se anexa a este documento. Esta tarjeta cuenta con la posibilidad de controlar dos redes independientes, lo cual se utilizara para separar los sensores de los paneles de operación.

Además cada máquina (transportador anterior a prensa, colocadora de tapa, amarradora 1 y 2, plegadora y apilador de fardos), tendrá su propio maestro, lo cual proporciona una mejor organización en terreno, que a su vez facilita la mantención.

Para realizar la comunicación de los sensores al bus es necesario utiliza el módulo de I/O K20. Estos sensores son inductivos, fotoeléctricos e interruptores de posición. Cabe señalar que los sensores de nivel, presión y temperatura son acondicionamientos mecánicos.

Debido a que el bus AS-I nos entrega una señal de salida de 24Vdc para las bobinas de las electroválvulas es necesario utilizar un optoacoplador que convierta esta señal de 24Vdc/220Vac.

En el caso de los paneles de operación la comunicación de los pulsadores, selectores y luces piloto se realiza mediante el cable para conexión de esclavos ASI_SL2B2AWG18 utilizando el sistema de conexión IDC (perforación de aislación). Y para realizar la comunicación de los paneles a la rama principal es necesario utilizar el derivador de cable plano LA9Z-SNTB.

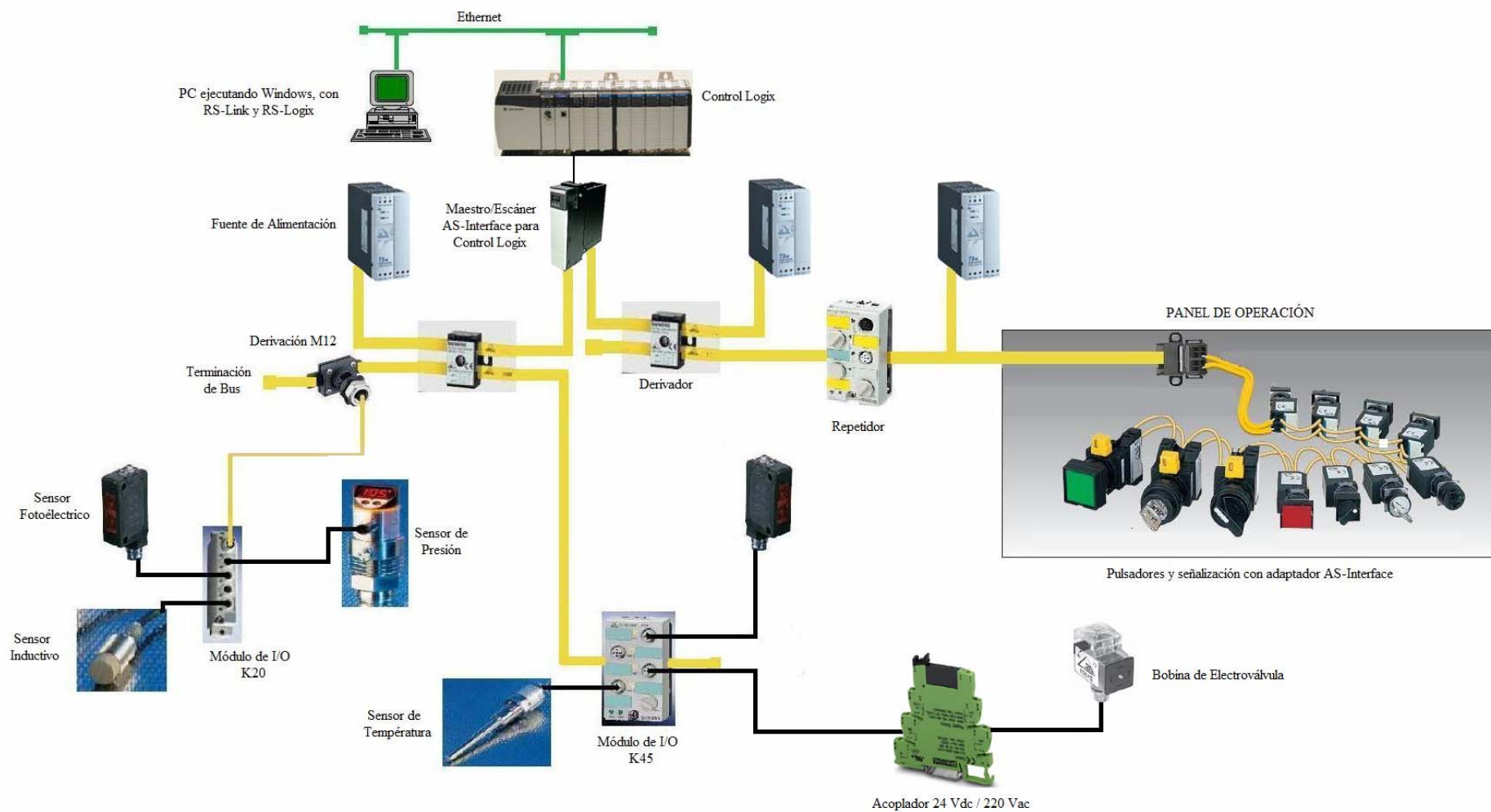


Fig. N°68: Esquema de conexión de solución en AS-Interface

3.6 Tablas comparativas de sistemas

Tabla N°18: Comparación entre los tres buses de campo estudiados

	AS-Interface	Profibus	DeviceNet
Norma	IEC - TG - 17B	EN 50170	EN 50323-2
Velocidad de transmisión	167Kbits/seg.	9,6Kbits/seg. – 12Mb/seg.	125Kbps – 500Kbps
N° de equipos	1 Maestro 31 Esclavos	127 estaciones (32 activas)	64 Nodos
Medio físico	Cable 2 hilos (Cable amarillo)	2 hilos apantallado, o fibra óptica de vidrio o plástico (Cable morado)	Cable 5 hilos grueso, plano o delgado (Cable Amarillo)
Extensión de la red	100m (300 m con repetidores)	10 km aprox. (medio eléctrico) 100 Km. (fibra óptica)	500 m. a 125 Kbps 100 m. a 500 Kbps
Método de acceso al bus (Protocolo)	Maestro/Esclavo	Profibus DP: Maestro/Esclavo FDL: Paso de testigo	CSMA/CD

Al revisar los tres tipos de buses de campo, los cuales se tomaron como alternativa de implementación, y adecuarlos a las necesidades del proyecto, se obtiene la siguiente tabla comparativa:

Tabla N°19: Comparativa de Buses de Campo con respecto al Proyecto

	AS-INTERFACE	DEVICENET	PROFIBUS
Modernización del sistema	SÍ	SÍ	SÍ
Reducción número de tarjetas de I/O en Chasis	SÍ	SÍ	SÍ
Compatibilidad con ControlLogix	SÍ	SÍ	SÍ
Reducción cableado en terreno	SÍ	SÍ	SÍ
Reducción cableado en paneles	SÍ	NO	NO
Disponibilidad de dispositivos para paneles de operación(conexión directa)	SÍ	NO	NO
Mejora en la organización del cableado y dispositivos	SÍ	SÍ	SÍ

3.7 INTERFAZ OPERADOR

PANTALLAS TÁCTILES (TOUCH SCREEN)

Dentro de las alternativas de modernización de los paneles de operación, esta la de cambiarlos por pantallas táctiles. Esto debido a que reduce considerablemente el número de cables y el número de esclavos en un bus de campo.

3.7.1 Tipos y Funcionamiento

Actualmente existen pantallas táctiles con varias tecnologías distintas: capacitiva, resistiva, infrarroja, de ondas acústicas, etc., aunque todas funcionan con el mismo principio (Fig. N°65): la alteración de un flujo de energía en algún punto de la pantalla, causado por un dedo, pluma, etc., para medir las coordenadas del punto tocado con relación a las esquinas de la pantalla, es necesario comparar las ventajas y desventajas de cada una para saber cuál es la mejor para cada aplicación en particular.

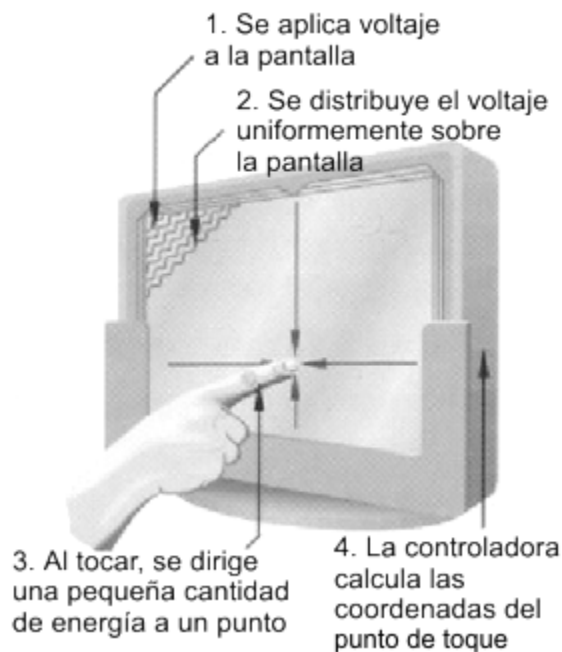


Fig. N°69: Principio de funcionamiento de las pantallas táctiles

Funcionamiento de una membrana Capacitiva

La siguiente es una buena referencia inicial para conocer las diversas tecnologías existentes en el mercado:

Capacitiva

Consiste de una membrana de vidrio con una delgada capa metálica sobre la superficie de la pantalla. Se aplica una ligera corriente eléctrica a la pantalla, la cual sólo se altera al ser tocada con un dedo, o bien, con un objeto conductor de electricidad.

Esta tecnología es excelente para todo tipo de aplicaciones destinadas a ambientes hostiles, como terminales industriales, restauranteras, kioscos informativos, etc. Aproximadamente el 80% de la base instalada a nivel mundial de pantallas touch screen utilizan esta tecnología.

Las membranas capacitivas funcionan tocando ligeramente, son resistentes a arañazos y su desempeño no se afecta por manchas de grasa, químicos, solventes, polvo o agua.

Resistiva

Se integra por una membrana de vidrio con una delgada capa metálica sobre la que se pone una hoja de poliéster y luego ésta es cubierta con una capa protectora. También se aplica una corriente eléctrica, pero ésta se interrumpe cuando la capa exterior de la membrana toca la capa de vidrio de la misma. Puede activarse con cualquier objeto (guantes, cualquier pluma, etc.), como se muestra en la figura N°70, sin embargo se recomienda sólo para ambientes controlados –con supervisión- pues la superficie de la pantalla podría ser dañada por malos tratos al ser de poliéster endurecido.



Fig. N°70: Pantalla táctil resistiva

Ondas Acústicas (SAW)

Se basa en la transmisión de ondas acústicas sobre la superficie de una membrana de vidrio puesta sobre la pantalla. Activada presionando con una pluma con punta suave, guante o dedo. Debe estar en un ambiente limpio, pues su desempeño se afecta cuando caen sobre la pantalla cantidades de polvo, líquidos u otros contaminantes.

Infrarroja

Compuesta de tableros cableados y un bisel infrarrojo transparente. Al tocar la pantalla se interrumpe el flujo de los rayos infrarrojos para determinar las coordenadas del toque. Puede activarse sin tocar la pantalla, lo cual podría hacer que registre toques “falsos”, además tiene muy baja resolución y requiere un costoso bisel diseñado a la medida de la aplicación. Por estas razones, la tecnología infrarroja está siendo desplazada del mercado por otras tecnologías

NFI

Se integra con un sensor con una capa conductora transparente sobre la que se genera un campo electroestático de baja potencia, y un dispositivo procesador de imágenes. En este caso, se monitorea la corriente eléctrica sobre la pantalla, como en el caso capacitivo, pero además el sensor procesador de imágenes determina de modo “inteligente” el punto de toque ignorando en base a las condiciones previas a éste cualquier estática, ruido, objetos grandes o lejanos y por ende toques “falsos”. Esta tecnología es muy resistente a daños físicos y a agentes químicos, no afectan su funcionamiento los contaminantes como polvo, agua, etc. Y funciona con casi cualquier tipo de guantes, por lo que se le augura una gran popularidad en un futuro cercano.

Las pantallas de Operación (Touch Screen) se pueden usar para una gran variedad de aplicaciones de control y monitoreo de equipos, pero no se debe usar un touch screen para paros de emergencia ni controles esenciales para la seguridad del personal o de los equipos. Se debe utilizar dispositivos de interfase de operador cableados por separado, es decir, que no dependan de sistemas electrónicos de estado sólido.

Descripción de procedimientos de funcionamiento que son comunes a la mayoría de las aplicaciones:

- Seguridad de la pantalla
- **Alarmas**
- **Funcionamiento de los botones pulsadores**
- Impresión
- Listas de control
- Fecha y hora
- Controles de entrada numérica
- Visualizadores de mensajes
- Controles de entrada ASCII
- Visualizadores de datos numéricos
- Selectores de pantallas
- Gráficos de barras
- Indicadores de lista
- Medidores analógicos
- Indicadores de estados múltiples

Los siguientes atributos son comunes para la mayoría de los botones pulsadores (táctil):

- Todos los botones pulsadores quedan momentáneamente inhabilitados (0.5 segundos) después de un cambio de pantalla. Esto evita que se presionen involuntariamente varios botones que se encuentran en la misma ubicación en pantallas diferentes.
- Todos los botones deben quedar liberados en una pantalla antes de que se presionen botones en una pantalla nueva.
- A los botones pulsadores momentáneos se les asigna un tiempo de retención. El tiempo de retención mantiene el estado de pulsación para que cada cambio de estado pueda ser leído por el controlador al menos una vez.

El tiempo de retención varía entre 0 y 1 segundo, en función de los parámetros de configuración

Las desventajas del sistema de pantallas son:

- El Operador antes de ejecutar la aplicación, debe conocer qué procesos serán controlados y monitoreados.
- No es posible presionar varios objetos de pantalla táctil simultáneamente. La pulsación simultánea de varios objetos puede provocar una operación no deseada

4. CAPITULO IV: DISEÑO FINAL

4.1 Diseño de paneles de Operación

Los nuevos paneles de operación propuestos en este estudio no tienen grandes diferencias visuales. El cambio es en el interior de los paneles, lo cual mejora la tecnología, pero no hace necesaria una capacitación para que los operadores conozcan y manipulen correctamente los paneles de operación. A continuación se muestran los diseños de cada panel de operación con la tecnología AS-Interface. En el caso del panel de control CP20 (Fig. N°71) la organización del cableado es notoria. El CP23 aumenta su tamaño ya que incluye al CP20A y CP20B como se muestra en la figura N°73 y N°74. El panel CP27 (Fig. N°81) reduce su tamaño notablemente.

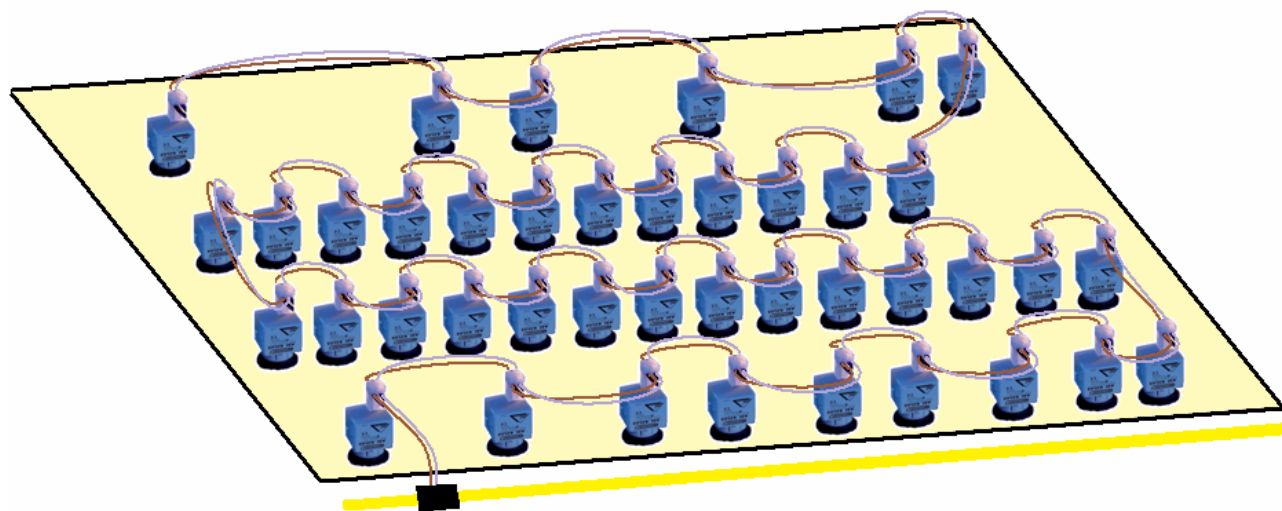


Fig. N°71: Esquema CP20 vista inferior tapa

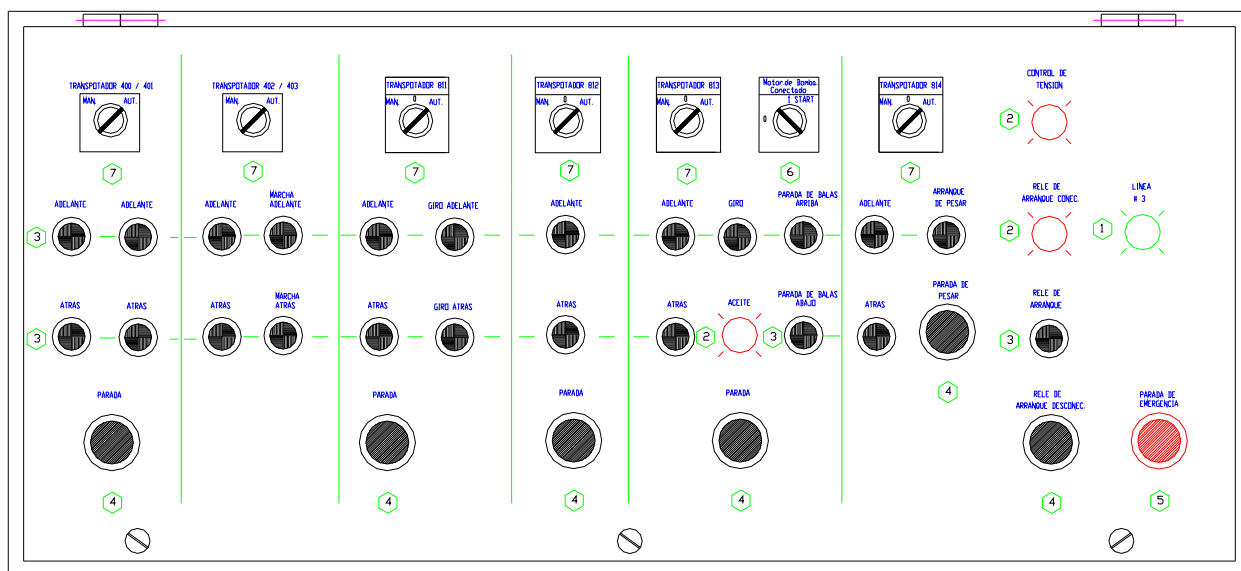


Fig. N°72: Esquema CP20 vista superior tapa

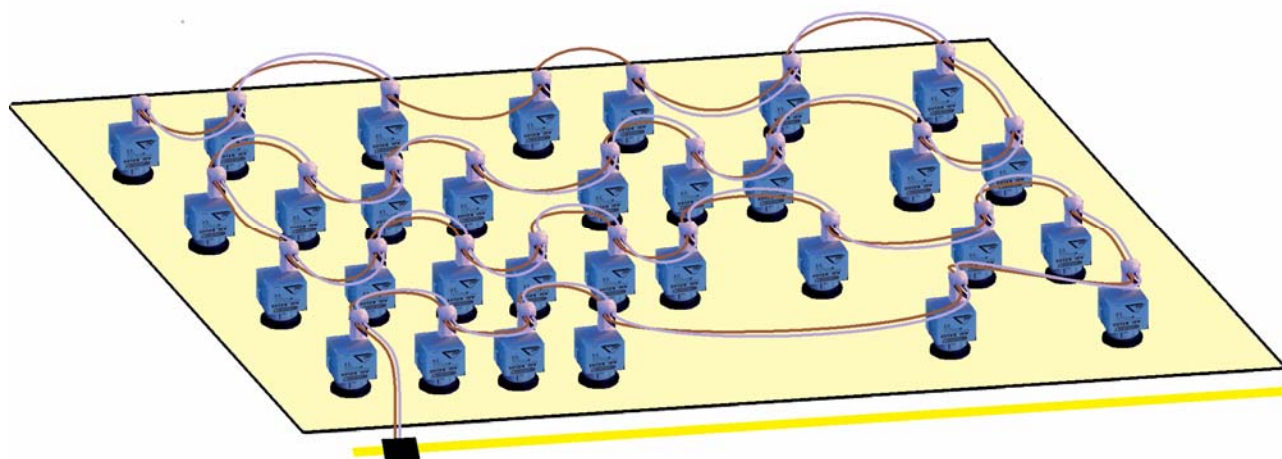


Fig. N°73: Esquema CP23 vista inferior tapa

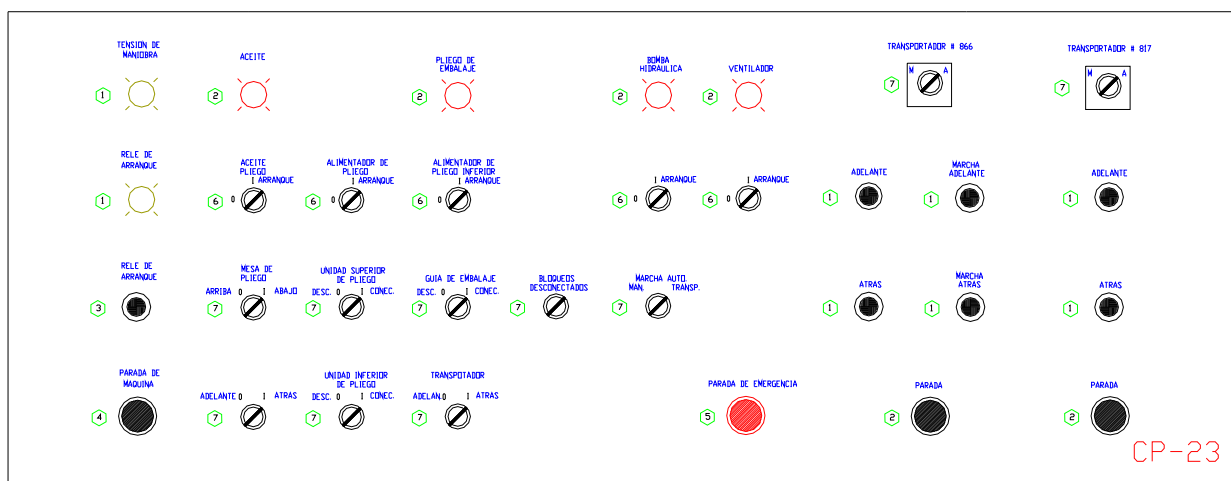


Fig. N°74: Esquema CP23 vista superior tapa

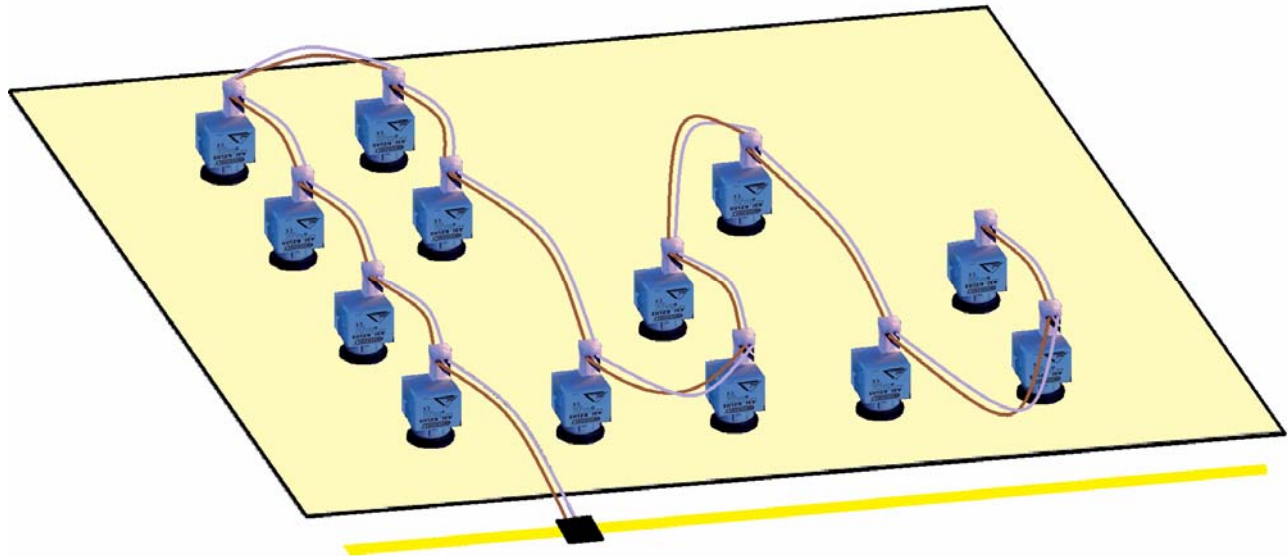


Fig. N°75: Esquema CP24 vista inferior tapa

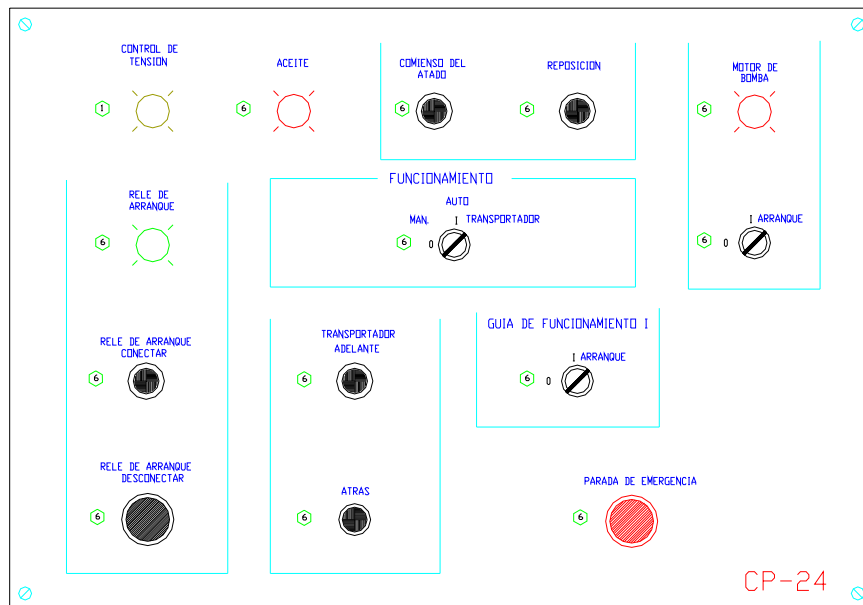


Fig. N°76: Esquema CP24 vista superior tapa

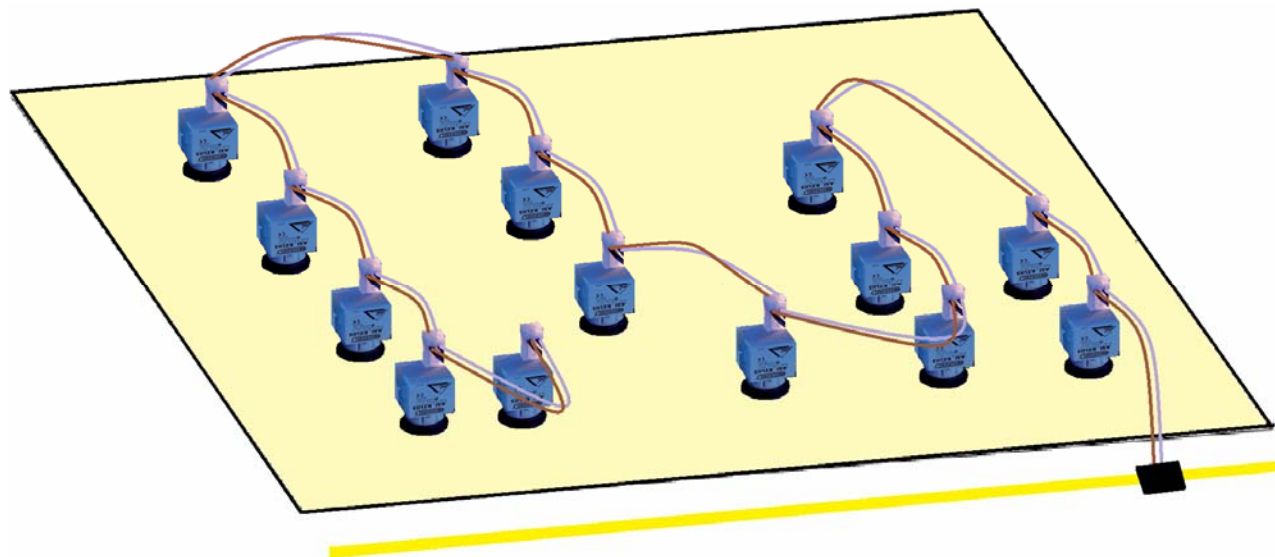


Fig. N°77: Esquema CP25 vista inferior tapa

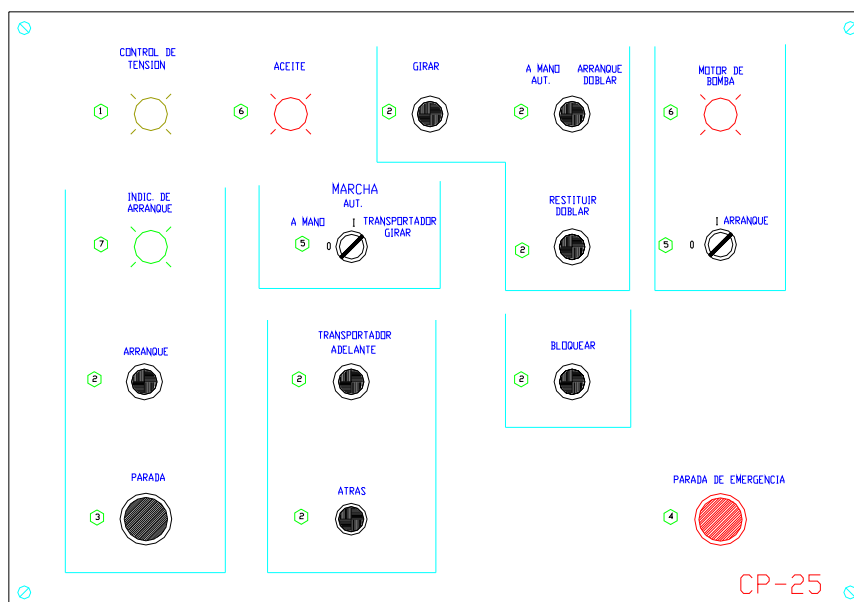


Fig. N°78: Esquema CP25 vista superior tapa

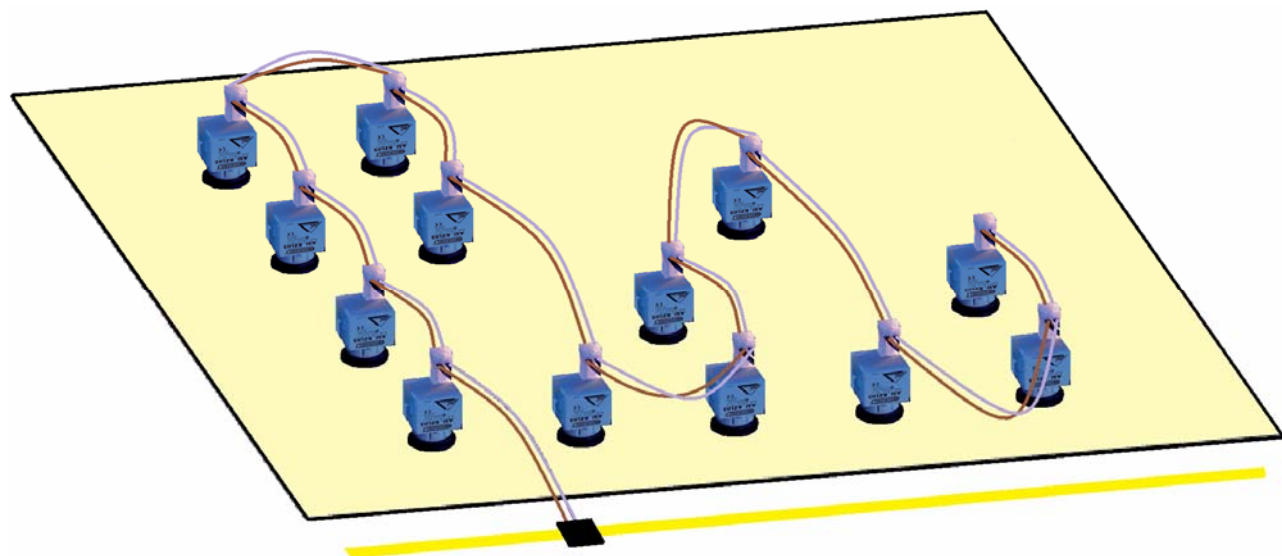


Fig. N°79: Esquema CP26 vista inferior tapa

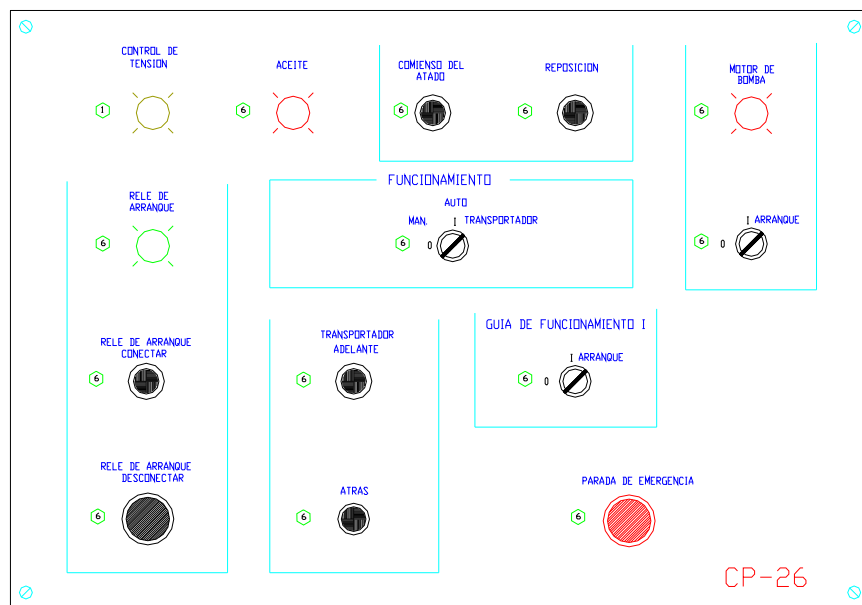


Fig. N°80: Esquema CP26 vista superior tapa

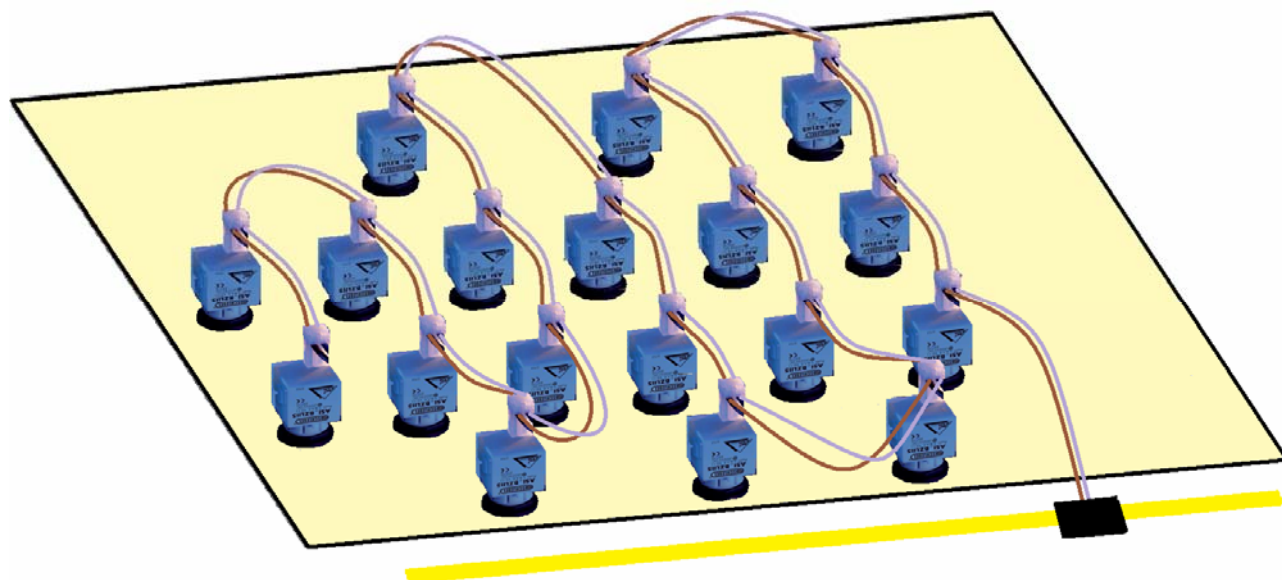


Fig. N°81: Esquema CP27 vista inferior tapa

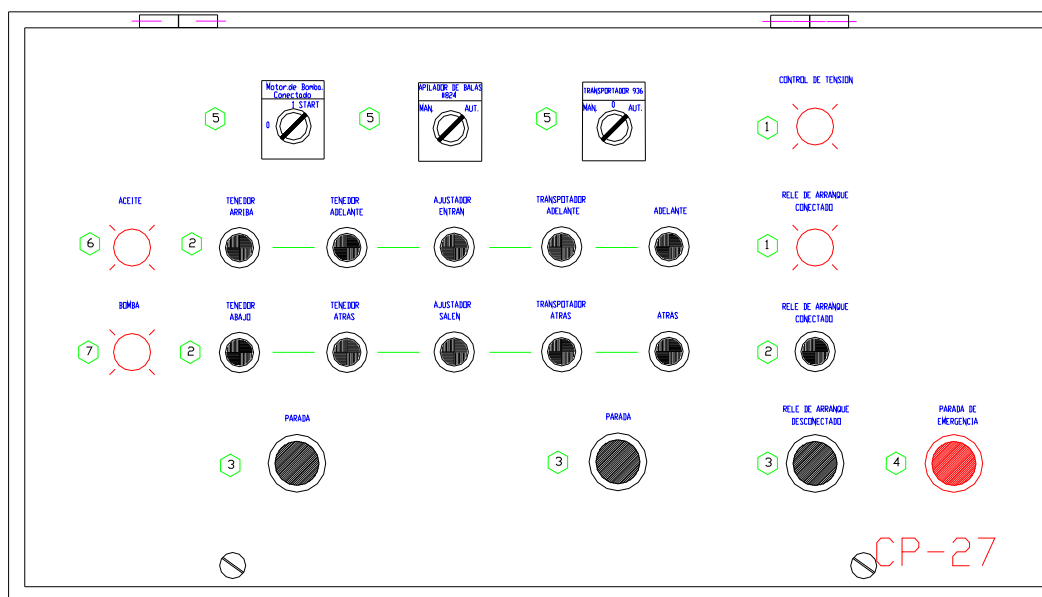


Fig. N°82: Esquema CP27 vista superior tapa

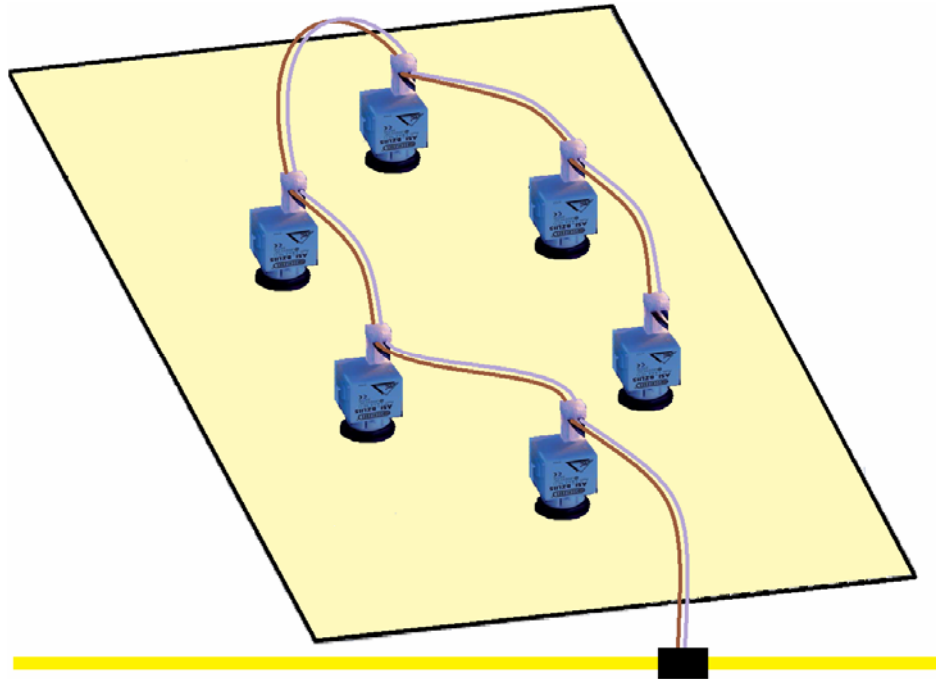


Fig. N°83: Esquema CP27A vista inferior tapa

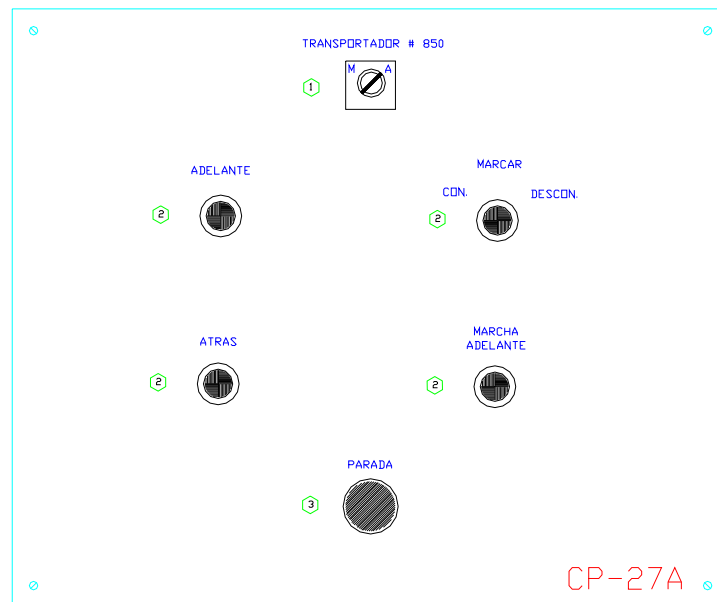


Fig. N°84: Esquema CP27A vista superior tapa

4.2 Modificación de lógica PLC

Para modificar la lógica de PLC es necesario tener tanto el Software como la tarjeta de Maestro/Escáner AS-Interface. Como dentro del estudio no fue posible adquirir estos elementos, se trabajó con un “Demo Ejemplo” [13], el cual se adaptó a una parte del Lader actual (Fig. N°85) para mostrar como quedaría la lógica del PLC con el sistema AS-I propuesto.

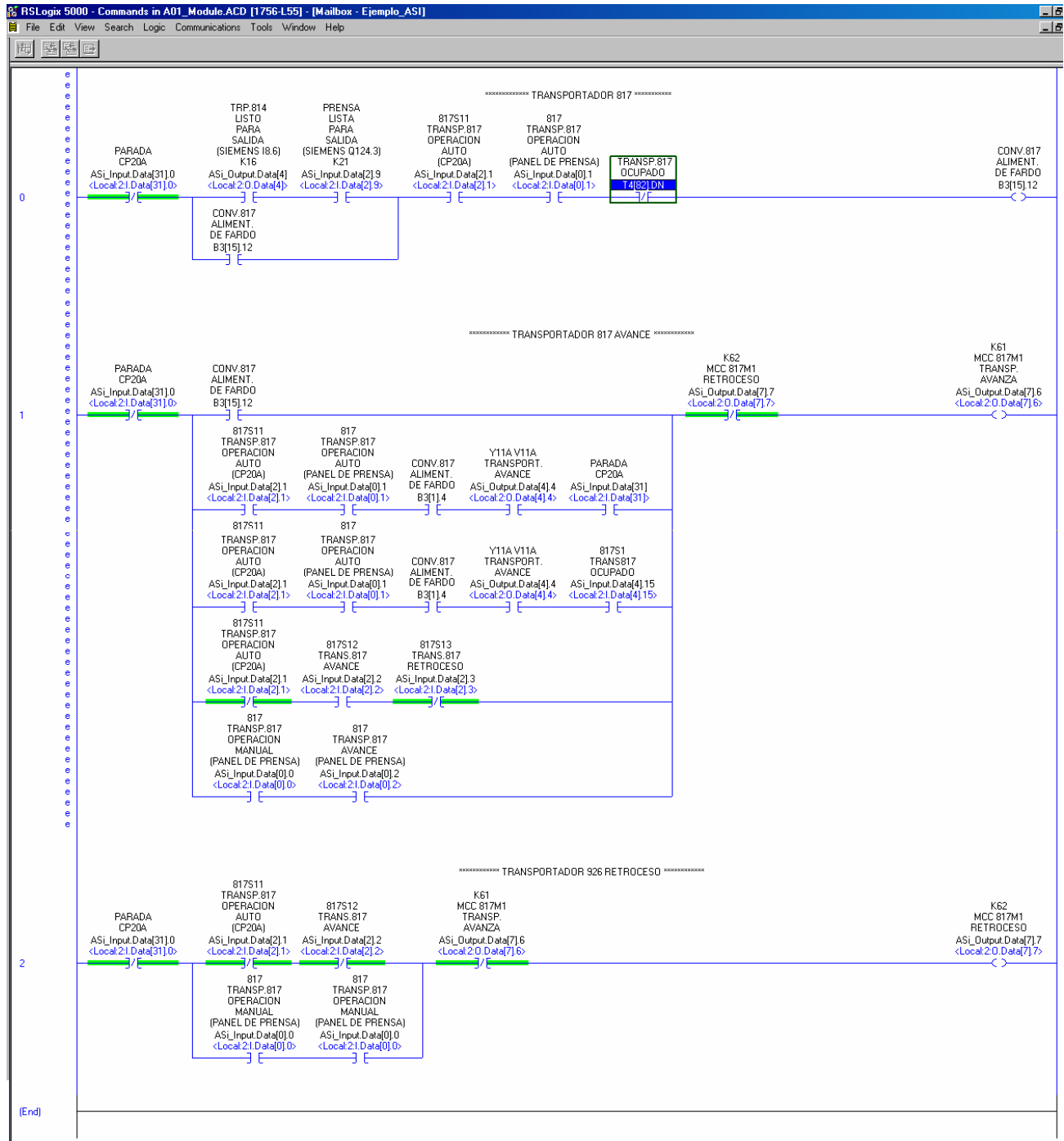


Fig. N°85: Ejemplo de modificación de lógica del PLC

4.3 Listado de materiales

Otro punto dentro de la solución presentada son los materiales necesarios si se quisiese implementar el sistema en estudio. En la tabla siguiente se observa una lista de materiales con los dispositivos necesarios para implementar el sistema AS-Interface en la Línea Final.

Tabla N°20: Lista de materiales

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	FABRICANTE
5	Módulo Master/Scanner AS-Interface para ControlLogix	BW1611	Billh Wiedemann
7	Fuente de Alimentación AS-Interface	PS2R-Q30ABL	IDEC
21	Módulo I/O digitales (compacto K20; 4 entradas y 4 salidas)	3RK1 400-1CT30-0AA3	Siemens
700m	Cable plano Amarillo AS-Interface	AC4003	Ifm
10	Distribuidor compacto para cable plano AS-Interface	3RK1 901-1NN10	Siemens
5	Repetidor	AC2225	Ifm
5	Extension Plug AS-Interface	3RK1 901-1MX00	Siemens
21	Derivación M12 AS-Interface	3RX9 801-0AA00	Siemens
10	Terminación de bus	AC1147	Ifm
7	Terminador de cable plano	E70413	Ifm

SENSORES

42	Sensor Inductivo Bero	3RG4012-3AG01	Siemens/Bero
8	Sensor Fotoeléctrico réflex	WL12-2Z430	Sick
8	Sensor Fotoeléctrico (barreras unidireccionales)	WS/WE27-2Z250	Sick
26	Interruptores de posición	3SE2200-6E	Siemens
26	Adaptador F AS-Interface para interruptor de posición	3SF3200-6CV00-0BA1	Siemens

PANELES DE OPERACIÓN

10	Flat Cable Branch with cage clamp	LA9Z-SNTB	IDEC
100m	Cable para conexión de esclavos AS-Interface	ASI_SL2SB2AWG18	Schlegel Elektrokontakt
62	Pulsadores Pushbutton	DRTGMSW	Schlegel Elektrokontakt
62	Conector IDC pulsadores	ASI_BZ	Schlegel Elektrokontakt
16	Selector 2 posiciones	DRWAMSW	Schlegel Elektrokontakt
16	Conector IDC pulsadores	ASI_BZ	Schlegel Elektrokontakt
9	Selector 3 posiciones con un retorno	DRWCMSW	Schlegel Elektrokontakt
9	Conector IDC pulsadores	ASI_BZ	Schlegel Elektrokontakt
14	Luz Piloto color rojo	DRNKGMRT	Schlegel Elektrokontakt
14	Conector IDC para luz piloto	ASI_BZL5	Schlegel Elektrokontakt
7	Luz Piloto color amarillo	DRNKGMGB	Schlegel Elektrokontakt
7	Conector IDC para luz piloto	ASI_BZL5	Schlegel Elektrokontakt
5	Luz Piloto color verde	DRNKGMGN	Schlegel Elektrokontakt
5	Conector IDC para luz piloto	ASI_BZL5	Schlegel Elektrokontakt
6	Botonera de parada roja	800FP-MT44PX11	ALLEN BRADLEY
16	Botonera de parada negra	DRSM50SW	Schlegel Elektrokontakt
16	Conector IDC pulsadores	ASI_BZ	Schlegel Elektrokontakt
8	Selector 3 posiciones con cero central	RWBL	Schlegel Elektrokontakt
8	Conector IDC pulsadores	ASI_BZ	Schlegel Elektrokontakt

ACCESORIOS

1	Direccionador de Esclavos	SX9Z-ADR1N	IDEC
60	Optoacoplador enchufables miniatura 24 Vdc/230 Vac	2967950	Phoenix Contact
60	Bornera para optoacoplador enchufable de potencia	2966016	Phoenix Contact

CONTROL LOGIX

13	Tarjeta de Salida ControlLogix	1756-0A16	Rockwell Automation
----	--------------------------------	-----------	------------------------

CONCLUSIONES

Después de terminar con la investigación, análisis y redacción de este texto, se extraen las conclusiones siguientes:

1. La necesidad de actualizar el sistema es cada vez mayor, esto debido a que la confiabilidad de este disminuye con el paso del tiempo, lo que contrarresta las políticas de la empresa en relación a la mantención de sus sistemas de producción. Estas tienen como fundamento el cambio de mentalidad en relación a ellas, ya que no se trabaja con la “mantención por fallas” sino más bien con la “mantención programada” lo cual justifica el estudio realizado.

Es por esto que los costos de implementación del proyecto no son relevantes a este estudio, fundamentado en que los equipos utilizados en el control de la Línea Final 3 actualmente funcionan, pero son del año 1982, lo que lo hace cada vez menos confiable.

La solución propuesta (AS-Interface) optimiza notablemente la confiabilidad del sistema en la línea final, ya que está diseñada con tecnología que facilita el diagnóstico de fallas lo que conlleva a una disponibilidad mayor de las máquinas y esto se traduce a una continuidad en la producción.

2. Al revisar las soluciones posibles, cambio de tarjetas o uso de buses de campo, es posible notar en ambas la presencia de modernidad. Pero al analizar las ventajas y desventajas descritas en cada una de ellas, los buses de campo nos dan posibilidades de cumplir con los requerimientos necesarios para la actualización del sistema de control, esto debido a que esta tecnología cumple con las exigencias de la empresa y con los objetivos propuestos para el desarrollo de este estudio.

Además, los buses de campo son la tecnología que se está implementando cada vez más en el ambiente industrial.

3. Después de analizar la tabla N°19, podemos concluir que aún cuando las alternativas DeviceNet y Profibus cumplen con la mayoría de los puntos de importancia para el proyecto, no se logra una reducción del cableado en los paneles de operación, debido a que no cuentan con dispositivos (pulsadores, selectores y luces piloto) de conexión directa al bus. DeviceNet y Profibus para conectar estos dispositivos necesitan utilizar periferia descentralizada, es decir, módulos de I/O los cuales permiten una reducción de cableado en terreno, pero no la cantidad de cables que sale desde los paneles de operación, por lo cual el objetivo no se cumple, pues la cantidad de entradas y salidas no disminuye, sólo se consigue reducir el espacio utilizado en el chasis, ya que estas tecnologías brindan soluciones más compactas. En resumen, se necesita la misma cantidad de entradas y salidas que si se encontrara dentro de la sala eléctrica.

Finalmente, el bus que se sugiere utilizar es AS-Interface ya que además de reducir el cableado en terreno, también lo hace en el interior los paneles de operación, debido que este bus cuenta con pulsadores, selectores e indicadores de conexión directa al bus de dispositivos, es decir, sin el uso de módulos de I/O. En estos dispositivos el conversor AS-Interface viene integrado lo que permite, además de reducir el cableado, reducir también el espacio utilizado dentro del panel, todo esto gracias a su sistema de conexión, el cual admite salir con un solo cable desde el panel.

4. Para el caso en estudio, las desventajas expuestas en las pantallas táctiles son fundamentales, ya que la operación se realiza sin una visualización constante del panel y en la mayoría de los casos se utilizan dos o tres pulsadores simultáneamente. Este último punto podría solucionarse creando una instrucción (pulsador táctil) con una subrutina que contenga los pulsadores a presionar simultáneamente por cada combinación posible, esto significa un mayor número de instrucciones a conocer y mayor tiempo de visualización de la pantalla, en desmedro de la visualización del proceso en sí.

Por otra parte, en el caso de los paneles que no es necesario presionar varios pulsadores simultáneamente, cuentan con pocos pulsadores, lo cual no justifica, desde el punto de vista tecnológico, el uso de una pantalla táctil.

Por lo tanto, no es una solución práctica cambiar los paneles de operación tradicionales por pantallas táctiles.

5. En cuanto a las tarjetas de salida, no es posible disminuir mayoritariamente su número, debido a que aproximadamente el 70% de los bits de salida está involucrado con los sistemas MCC. Para poder cumplir con este objetivo sería necesario rediseñar el sistema de control de motores, lo cual excede los límites propuestos para este estudio.

Como modernización se sugiere el cambio de las tarjetas actuales (1771OR) por tarjetas 1756-OA16 de ControlLogix por ser más compactas y confiables.

Bibliografía

- [1] Apuntes Curso de Redes ControlNet y DeviceNet, Empresa Tunning.
- [2] ANÁLISIS DE ESTADO DEL ARTE DE LOS BUSES DE CAMPO APLICADO AL CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES [en línea]
<<http://cabierta.uchile.cl/revista/19/articulos/pdf/edu3.pdf>> [consulta: 23 de Septiembre de 2008]
- [3] INTRODUCCION A LAS REDES DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES [en línea]
<http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/ftp/material_asignaturas/Laboratorio%20de%20Comunicaciones%20Industriales/Documentaci%F3n/Introducci%F3n%20a%20las%20Comunicaciones%20Industriales.pdf> [consulta: 23 de septiembre de 2008]
- [4] BUS DE CAMPO PROFIBUS [en línea]
<<http://www.santiagoapostol.net/srca/buses/profibus.pdf>> [consulta: 23 de septiembre de 2008]
- [5] COMUNICACIONES INDUSTRIALES PROFIBUS [en línea]
<<http://linux0.unsl.edu.ar/~rvilla/c3m10/tema13.pdf>> [consulta: 23 de septiembre de 2008]
- [6] PROFIBUS [en línea]
<https://pcs.khe.siemens.com/efiles/pcs7/pdf/78/prdbrief/kb_profibus_es.pdf> [consulta: 23 de septiembre de 2008]
- [7] PROFIBUS (PA/DP/FMS) [en línea]
<http://www.dte.upct.es/personal/manuel.jimenez/docencia/GD6_Comunic_Ind/pdfs/Tema%208.pdf> [consulta: 23 de septiembre de 2008]
- [8] TUTORIA DE PROFIBUS EN SIMATIC S7[en línea]
<http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/manuales/profibus_s7.pdf> [consulta: 23 de septiembre de 2008]
- [9] DEVICENET Technical Overview [en línea]
<http://www.odva.org/portals/0/library/publication_numbered/pub00026r1.pdf> [consulta: 19 de junio de de 2008]
- [10] SISTEMA DE BUS AS-INTERFACE, Catalogo 2008-2009 [en línea]
<<http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-de-bus-as-interface-catalogo-2008-2009>> [consulta: 23 de septiembre de 2008]
- [11] AS-INTERFACE – Introducción y nociones fundamentales [en línea]

<http://www.infopl.net/Descargas/Descargas_Siemens/Des_SiemensFiles/infoPLC_net_Siemens_ASi.pdf> [consulta: 23 de septiembre de 2008]

[12] COMPARACION DE TECNOLOGIAS TOUCH SCREEN [en línea]

<<http://www.tec-mex.com.mx/promos/bit/bit0702-compts.htm>> [consulta: 23 de septiembre de 2008]

[13] AS-INTERFACE MASTER NEWS [en línea]

<<http://www.bihl-wiedemann.de/deutsch/index.html>> [consulta: 23 de septiembre de 2008]

ANEXOS



AS-Interface Master/Scanner
for ALLEN-BRADLEY
ControlLogix
User Manual

Declaration of Conformity
according to 89/336/EEC and 73/23/EEC

Bihl+Wiedemann GmbH, Mannheim, Germany, hereby declares under its sole responsibility that the products mentioned below are according to the listed harmonized standards or normative documents and (where necessary) a competent body has been released.

Specification: AS-Interface Scanner for ALLEN-BRADLEY
ControlLogix 1500

Article-no.: BWU1488

Applied harmonized standards:

EN50295 (AS-i Complete Specification)

Applied national standards or normative documents:

Prüfungsordnung für AS-i Master

Manufacturer: Bihl+Wiedemann GmbH

Date: 01.05.03

Bernhard Wiedemann

1 The Symbols Used



Warning

This symbol warns the user of possible danger. Not following this warning can lead to personal injury or death and/or destruction of the equipment.



Attention

This symbol warns the user of a possible failure. Not following this warning can lead to total failure of the device or any other connected equipment.



Note

This symbol draws the user's attention to important information.

2 Safety

2.1 Intended Use



Warning

The protection of operating personnel and the system against possible danger is not guaranteed if the control interface unit is not operated in accordance with its intended use.

The device may only be operated by appropriately qualified personnel in accordance with this operating manual.

2.2 General Safety Information



Warning

Safety and correct functioning of the device cannot be guaranteed if any operation other than that described in this operation manual is performed.

Connecting the equipment and any maintenance work to be carried out with voltage applied to the equipment must exclusively be performed by appropriately qualified electrotechnical personnel.

In case a failure cannot be repaired, the device must be taken out of operation and kept from inadvertently being put back into operation. Repair work is to be carried out by the manufacturer only. Additions or modifications to the equipment are not allowed and will void the warranty.



Note

The operator is responsible for the observance of local safety standards.

3 General Information

This operating instruction holds for the following device of the Bihl+Wiedemann GmbH:

AS-i Scanner for ALLEN-BRADLEY ControlLogix Article no. BWU1488

New AS-i Specification 2.1

The Scanner for ALLEN-BRADLEY ControlLogix already fulfill the new AS-i Specification 2.1. This means:

- Up to 62 AS-Interface slaves can be connected per 1 AS-i network
- The transfer of analog signals via AS-i is integrated in the masters
- All further functions of the new specification as e.g. the diagnosis of the AS-i peripheral fault are implemented.

Advanced Diagnostics

Diagnostics, which go far beyond the standard diagnostics facilitate the simple detection of the occasionally occurring configuration errors and further irritations towards the AS-i communication. So in case of an error the down time of machines can be minimized or you can initiate preventive maintenance.

Commissioning and monitoring

Commissioning, configuration and debugging on the AS-i circuit can be done as for all the Bihl+Wiedemann masters, with the four push-buttons, the LCD display and the LEDs of the device. It is also possible to do the configuration with the software "AS-i Control Tools".

Accessories

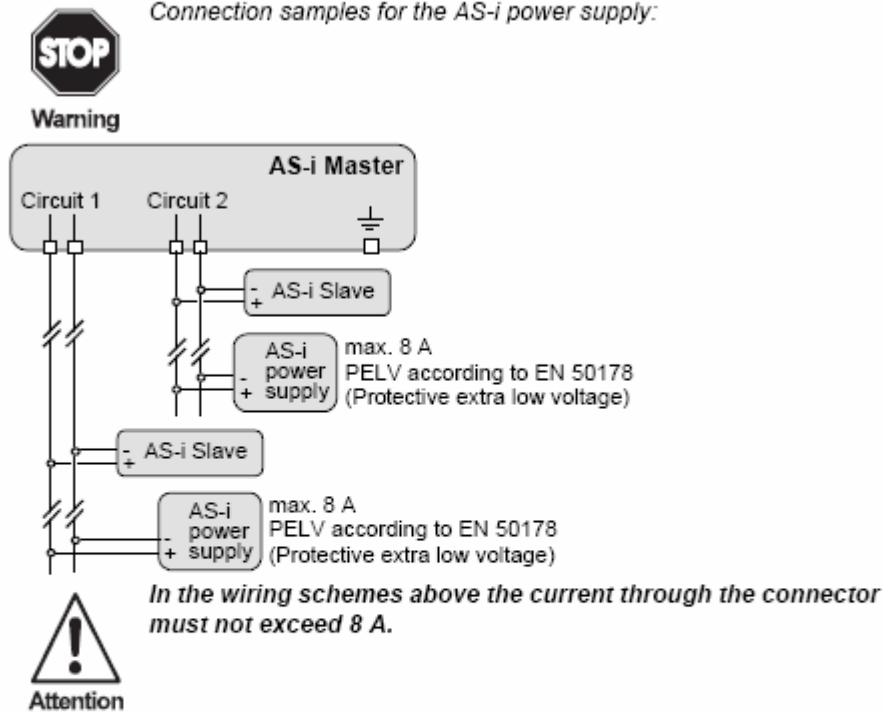
Software "AS-i Control Tools" with serial transmission cord for Allen-Bradley AS-i Master (Article no. BW1563)

4 Description

4.1 LED Indicators

Indicator	Color	Description
PWR	green	AS-i Master power
OK	green/red	PLC mode
SYS		Connection to PLC
AS-i	green/red	Communication and control information
AS-i act.	green	Normal operation active
prg enable	green	Automatic addressing enable
prj mode	yellow	Configuration mode

4.2 Connection of the AS-i Scanner



4.3 Display and Operating Elements

4.3.1 LEDs of the Double Masters

PWR	The master's power supply is sufficient.
OK	red, flashing red: Error green: OK, PLC in run mode flashing green: OK, PLC in program mode or no PLC

SYS	green: A connection to a PLC exists off: No connection to a PLC
AS-i	Communication and control information green: AS-i is OK flashing green: AS-i is OK, Config Mode selected off: AS-i is not sufficiently powered flashing red: Peripheral Fault This LED blinks if there is at least one periphery fault at one AS-i slave in the AS-i network. If there are configuration errors as well as periphery faults, only configuration error is displayed. red: Config error At least one configured slave is missing, or at least one detected slave is not projected or for at least one projected and detected slave the actual configuration data does not match the nominal configuration data.
AS-i act.	Normal operation active.
prg enable	Automatic address programming enabled. Exactly one slave is missing in protected operating mode. The slave can be replaced by another slave of the same type with address zero. The master addresses the new slave to the faulty address and thus eliminates the configuration error.
prj mode	The AS-i master is in configuration mode.
4.3.2 Push-Buttons	
mode	Switching between configuration mode and protected operating mode and saving the current AS-i configuration as the nominal configuration.
set	Selecting and assigning the address to a slave.

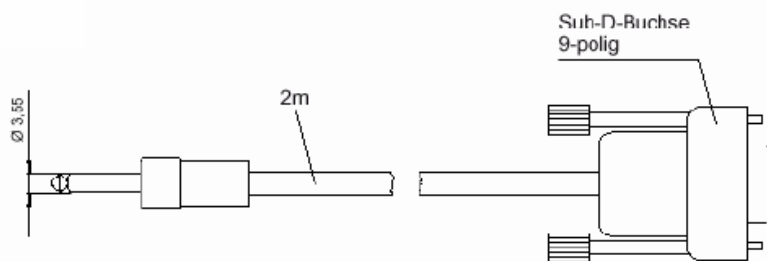
The detailed operation is described in chapter 6.

8 Commissioning Tools and Accessories

The AS-i circuit on the AS-i master can be put into operation with the comfortable Windows software "AS-i Control Tools" (art. no. BW1203).

8.1 Serial Cable

The software package communicates with the AS-i master via a serial cable (art. no. BW1417).

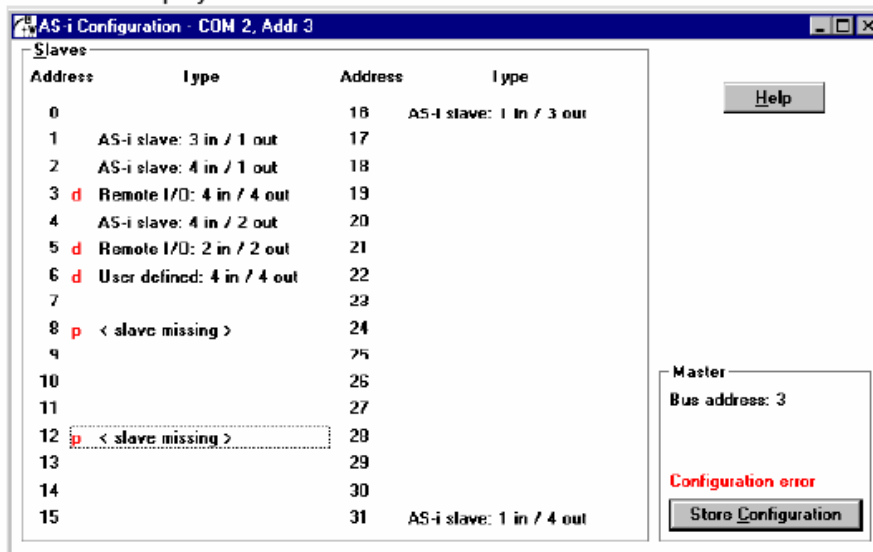


8.2 Windows Software AS-i Control Tools

The Windows software AS-i Control Tools enables you to configure the AS-i circuit in a very comfortable manner.

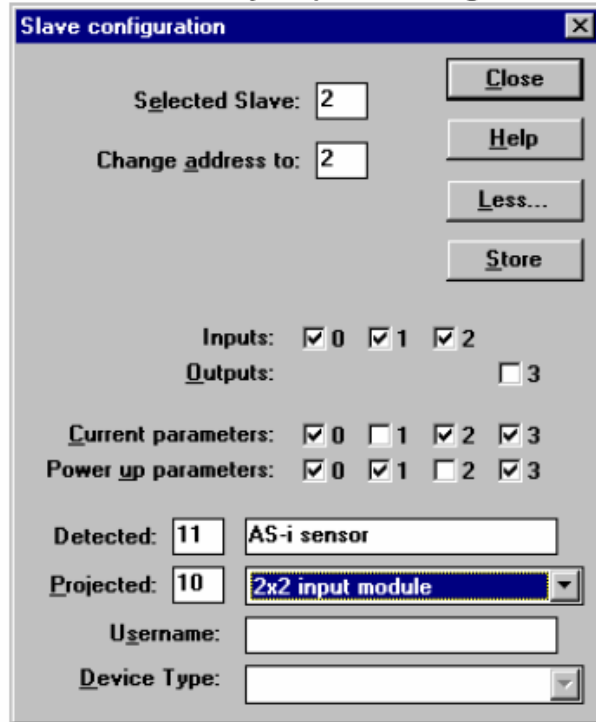
1. Start the AS-i Control Tools.
2. Call the command Master | New.
3. Choose Rockwell as protocol.
4. Do the appropriate settings.
5. Call the command Master | AS-i configuration.

The AS-i configuration editor will be started. All detected and projected AS-i slaves are displayed in this window.



Issue date 17.1.2005

6. Click on a slave entry to open the dialog box slave configuration.



The image shows a 'Slave configuration' dialog box with the following fields and controls:

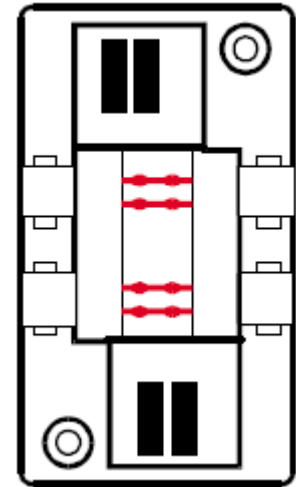
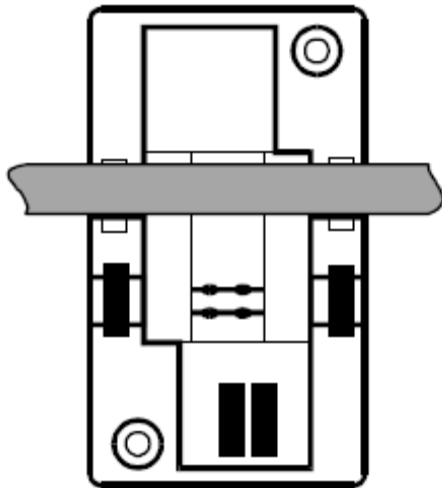
- Selected Slave:** Input field containing the value '2'.
- Change address to:** Input field containing the value '2'.
- Buttons:** Close, Help, Less..., and Store.
- Inputs:** Checkboxes for 0, 1, and 2 are checked.
- Outputs:** Checkbox for 3 is unchecked.
- Current parameters:** Checkboxes for 0, 2, and 3 are checked; 1 is unchecked.
- Power up parameters:** Checkboxes for 0, 1, and 3 are checked; 2 is unchecked.
- Detected:** Input field with '11' and a dropdown menu showing 'AS-i sensor'.
- Projected:** Input field with '10' and a dropdown menu showing '2x2 input module'.
- Username:** Empty text input field.
- Device Type:** Empty dropdown menu.

Instalando un módulo AS-i

La instalación de un módulo AS-i en el cable As-i es particularmente simple usando la técnica de conexión descrita. Esto queda claro en la siguiente ilustración:

1. El módulo acoplador está atornillado o a presión encima de un riel estándar de 35 mm.

El módulo acoplador incluye cuatro tapones. Estos se usan para cerrar aberturas de cables sin uso.



2. El Cable AS-i es insertado. Él se traba en una guía por encima de las cuchillas de contacto y es asegurado mecánicamente.

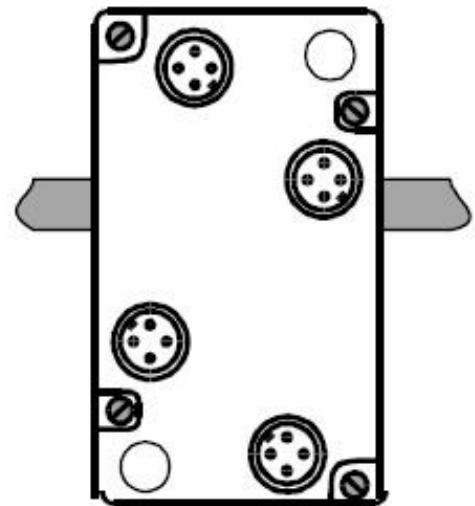
Ningún contacto eléctrico es establecido.

Dos tapones son insertados en el cable sin uso abriéndose.

3. El cable de AS-I se aprieta encima de las cuchillas de contacto.

Ellas penetran a los conductores en dos puntos y garantizan una conexión fidedigna.

Después de una correcta instalación, el módulo tiene el tipo de protección IP67.



Cómo hacer una conexión AS-i en 4 pasos

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

Alimentación AS-i

Para el suministro de tensión es necesario utilizar una alimentación especial AS-i. A diferencia de las alimentaciones convencionales, la alimentación AS-i dispone del desacoplo de datos necesario.

La potencia necesaria se calcula de la siguiente manera:

$I_{\text{Total AS-i}} =$

Número de esclavos * consumo por esclavo (tipo 35 mA) + número de entradas de módulo * corriente de entrada máx. tipo 5 mA + número de detectores x consumo individual

(P.ej. 10 mA / detector inductivo, 35 mA / fotocélula) + corriente para la parte analógica del maestro (tipo 60 mA) +10 % Extra de seguridad (p.ej. para el calentamiento)

En las páginas relativas a los productos está indicado el consumo para cada esclavo:

Número de entradas	Número de salidas	Tensión de entrada AS-i	Tensión de salida según MBTP	Máx. Corriente/módulo de entrada (mA)	Corriente/canal de salida total (A)	Consumo total desde AS-i (mA)
4 ED	-	Si	-	200	-	<250
4ED	4 DOT	Si	Si	200	1 (4)	<250

El consumo de corriente de las alimentaciones también se indica en los páginas relativas a los productos:

Corriente de salida 1 (A)	Tensión de salida 1 AS-i (v)	Corriente de salida (A)	Tensión de salida 2 (v)	Tensión de salida 2 AS-i (v)	Tensión nominal
Alimentaciones conmutadas AS-i					
4	28.5...31.6 DC	4	-	28.5...31.6 DC	115/230 AC
2.8	28.5...31.6 DC	6	24 DC	-	115/230 AC

Ejemplo de cálculo para determinar cuál es la alimentación apropiada:

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

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

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

Entonces alimentación AS-i elegida: 4 A.

También se puede aplicar la regla empírica:

$$I_{\text{total AS-i}} = \text{número de módulos} \times 150 \text{ mA}$$

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

Suma de las corrientes del consumidor (actuadores):

(Por ejemplo 10 válvulas a 5 W, 5 válvulas 3 W, 10 luces a 45 mA)

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

Alimentación de 24 V elegida: 4A.

Segundo paso: Direccionamiento de los esclavos.

La mejor manera de asignar direcciones es utilizando la unidad manual de direccionamiento AC1144. El orden en el que estén colocados los aparatos conectados al cable AS-i no es relevante para la asignación de una dirección. No obstante, las direcciones deberían estar unidas espacialmente según su función en la aplicación (unidades funcionales) con el fin de localizar los errores de una forma más sencilla. Normalmente, el direccionamiento se lleva a cabo antes del montaje. A los esclavos AS-i (módulos, componentes inteligentes) se les atribuye una dirección del 1 al 31 (o bien de 1A a 31A y de 1B a 31B en el modo de direccionamiento extendido). Al maestro AS-i no se le asigna ninguna dirección. El direccionamiento se tiene que realizar meticulosamente para evitar que se produzcan direccionamientos dobles. Básicamente existen cuatro opciones para direccionar un esclavo:

- Zócalos para módulos con toma de direccionamiento

Esta técnica es apropiada para el direccionamiento después del montaje de los módulos. Tras dicho montaje, e incluso bajo tensión en el cable amarillo, se introduce un cable de direccionamiento en la toma de direccionamiento que interrumpe la conexión entre el esclavo AS-i y el maestro, y establece una conexión directa con la unidad de direccionamiento.

- Direccionamiento por infrarrojos

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

- Direccionamiento “clásico” antes del montaje

Con este método convencional se realizan las tareas pertinentes en todos los esclavos antes del montaje: direccionamiento con la unidad manual AC1144, etiquetado y montaje según el plan de la instalación. Este método requiere un especial cuidado, ya que el lugar de instalación de los módulos en la red AS-i se tiene que mantener obligatoriamente.

- Direccionamiento con el controlador

Con este método se pueden direccionar los esclavos directamente desde el controlador. La descripción de este proceso de direccionamiento se encuentra en el manual de instrucciones del controlador.

Tercer paso: Montaje e instalación.

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

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

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

Colores de los hilos	
Cable AS-i amarillo:	
A+	Polo positivo AS-i marrón
A-	Polo negativo AS-i azul
Cable de tensión auxiliar negro:	
E+	Polo positivo de 24 V marrón
E-	Polo negativo de 24 V azul

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

Advertencia: los polos positivo y negativo AS-i no deben ponerse nunca a tierra. Únicamente se coloca la toma de tierra en la conexión Shield / GND de la alimentación AS-i. Los potenciales de entrada y salida tienen referencia con el módulo AS-i correspondiente. No está permitido mezclar potenciales de referencia en varios módulos.

Cuarto paso: Configuración automática del maestro.

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

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

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

Así finaliza el proceso.