

Buses de campo

Conceptos básicos

Orígenes

La necesidad de transmitir datos de máquina de una forma sencilla y barata hizo que varios fabricantes implementasen sus propios sistemas.

Fue el primer paso hacia los *Buses de Campo*.

- Sistemas cerrados

- Sistemas de comunicación de un fabricante.

- Sencillez de puesta a punto

- Limitados a un solo proveedor

- Sistemas abiertos

- Nacen de la necesidad de no depender de un solo fabricante

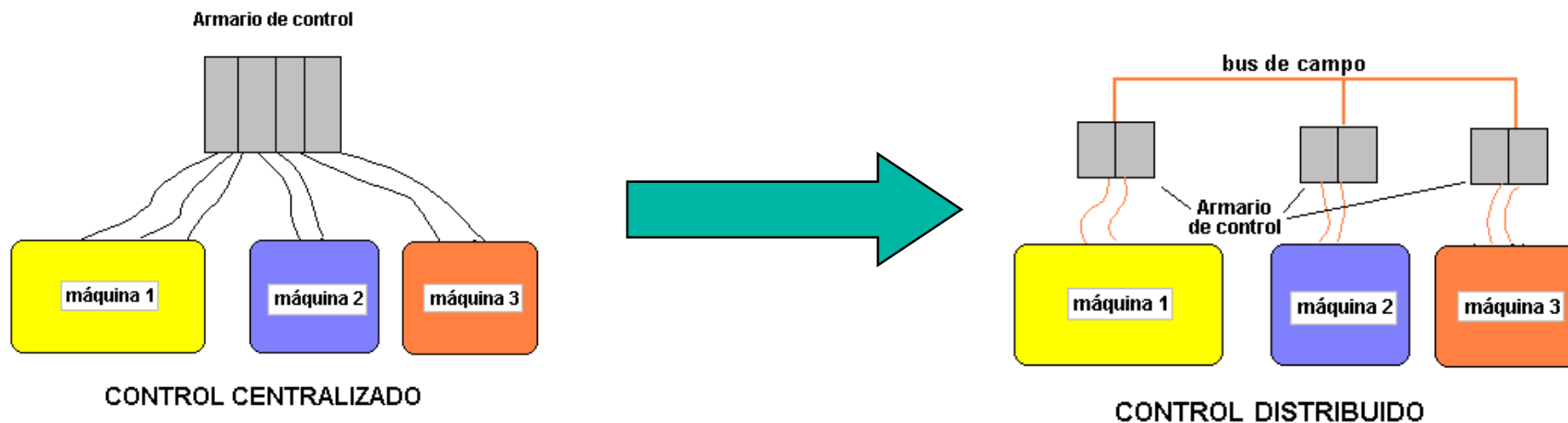
- Cualquier fabricante puede suministrar un equipo

- Deben cumplir normas específicas para ser compatibles

- El modelo OSI, de ISO, recoge la normativa necesaria.

Objetivos

Dividir el proceso en subprocesos asignados a dispositivos de automatización más pequeños.



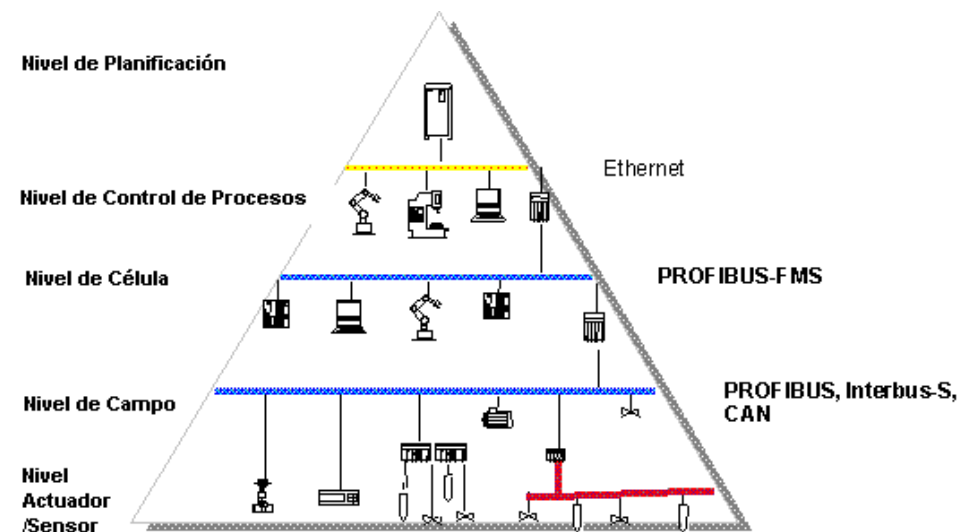
- Los controles independientes se coordinan a través de controladores de orden superior integrados en el proceso a través de un sistema de bus.
- Las entradas / salidas ya no se conectan directamente a los módulos del controlador central
- Se hallan distribuidas en módulos de E/S conectados al bus de campo.

Ventajas

- Programación más simple a través de programas más pequeños
- Costes de cableado minimizados (se reduce el error en el cableado)
- Estructuras simples para gestión de fallos
- Expansiones y modificaciones simples.
- La flexibilidad aumenta gracias a la periferia distribuida
- Disponibilidad de sistemas superiores de gestión de fallos.
- Monitorización y diagnosis de errores detectada en el sistema de transmisión
- Simple Instalación y mantenimiento

Niveles de automatización I

- Se establece una jerarquía de niveles dentro del rango de la automatización.
- Se conoce como la “pirámide CIM” (Computer Integrated Manufacturing)
- Según las aplicaciones y las necesidades de comunicación, aparecen cinco capas.



Niveles de automatización II

Planificación / Gestión

- Análisis de la información procedente del proceso de producción (directrices y estrategias para la producción)
- Se transmiten grandes cantidades de datos.
- La duración de las transmisiones es larga (1 seg o más)

Control de Proceso

- Coordinación de la producción.
- El nivel de célula se plantea en términos de trabajo y datos
- Se decide como debe de llevarse a cabo la producción.
- Un ordenador de control sirve para la configuración, diagnosis, operación y protocolo
- La duración de las transmisiones es larga (100 ms)

Célula

- Integra las Células de Fabricación que son controladas desde un ordenador o desde PLCs.
- El objetivo principal es el de comunicar sistemas inteligentes

Niveles de automatización III

Campo

- Elementos programables para monitorización y control en lazo abierto y cerrado (PLCs, PCs industriales, reguladores)
- Se evalúan los datos procedentes del nivel actuador/sensor.
- Se transmiten grandes cantidades de datos con tiempos de reacción críticos
- Comunicación local en tiempo real (menos de 10ms de ciclo de scan)

Actuador-sensor

- Parte integrante del nivel de campo.
- Dispositivos de campo simples, tales como sensores y actuadores.
- La actualización cíclica más rápida de los datos de entrada/salida se produce en el punto medio, donde se transmiten los mensajes.
- La duración de la actualización de los datos de entrada/salida deben de ser más pequeños que el tiempo ciclo del PLC (tiempo real)

Modelo de referencia OSI - I

- ISO (International Standards Organization) especifica un modelo de comunicación de 7 niveles al que le llama OSI (Open Systems Interconnection).
- El modelo OSI, de ISO, especifica todas características que deben cumplir dos equipos cualesquiera para poder comunicarse.
- La especificación se estructura en un sistema de 7 capas con funciones específicas.

Modelo de referencia OSI - II

Nivel	Nombre	Función	Características
7	Aplicación (Application Layer)	Funciones de usuario y servicios de comunicación.	R/W Start/Stop
6	Presentación (Presentation Layer)	Conversión de los datos a un formato común entendible por todos los equipos.	Lenguaje propio del equipo para transmitir y recibir
5	Sesión (Session Layer)	Control de las sesiones de comunicación (inicio, transcurso y final)	Coordinación
4	Transporte (Transport Layer)	Garantizar un enlace fiable entre terminales. Formación y gestión de los paquetes de información.	Transmisión segura
3	Red (Network Layer)	Direccionamiento a través de sistemas (routing) y control de flujo.	Comunicación entre redes
2	Datos (Data Link Layer)	Método de acceso. Control de la transmisión de bits y detección y corrección de los errores.	CRC CSMA/CD Token
1	Físico (Physical Layer)	Características mecánicas y eléctricas del sistema físico de transporte.	Tipo de cable

Modelo de referencia OSI - III

De las 7 capas vistas en el modelo, son indispensables:

1- Físico

Especificaciones físicas

2-Datos

Acceso a red y direccionamiento

7-Aplicación

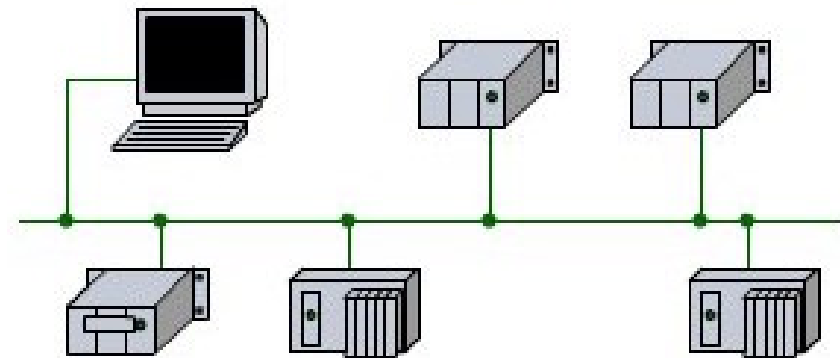
Funciones de Usuario. Es la información que se quiere transmitir.

Topologías de comunicación:

Es la disposición de los diferentes equipos alrededor del medio de transmisión de datos.

Bus:

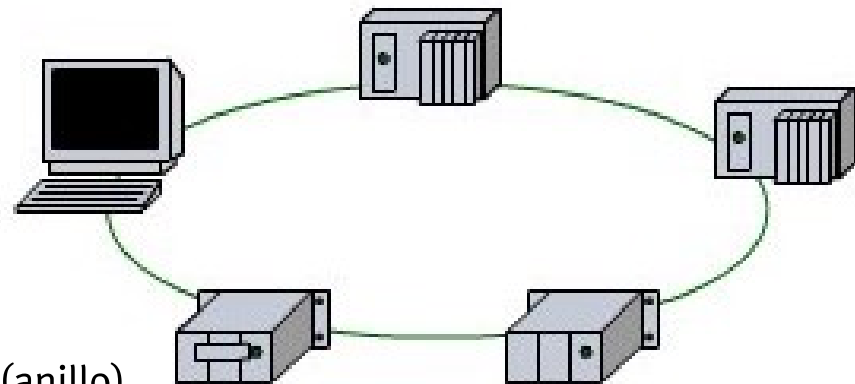
- Red de tipo distribuido
- Los equipos se conectan a un segmento de cable.
- Elevada velocidad de transmisión.
- La caída de un equipo no afecta al resto de la red.
- La comunicación es bidireccional (todos los equipos pueden transmitir según necesidad).
- Ampliación sencilla.



Topologías de comunicación:

Anillo (Ring):

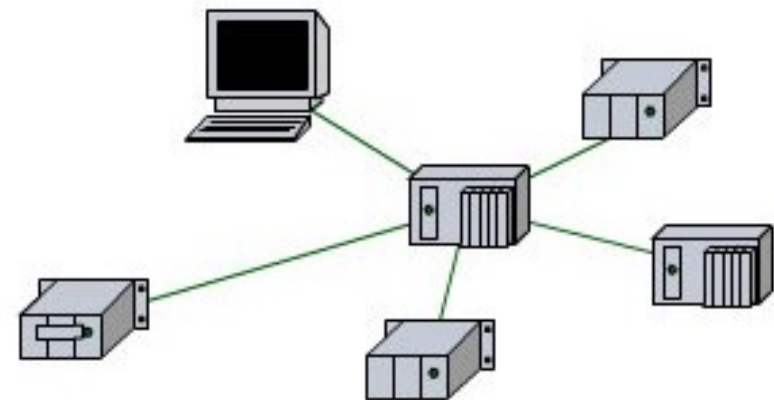
- Red de tipo distribuido
- El medio de transmisión forma un circuito cerrado (anillo)
- Conexiones punto a punto de una estación con la siguiente.
- El modo de transmisión se organiza por turnos mediante el paso de un permiso de transmisión de una estación a otra (paso de testigo o “token passing”).
- Muy extendido el uso de la fibra óptica (Seguridad -----> anillos redundantes)
- Sistema Maestro-Esclavo.
- Tiempo de transmisión fijo.
- La caída de un equipo no afecta al resto.



Topologías de comunicación:

Estrella (Star / Cluster):

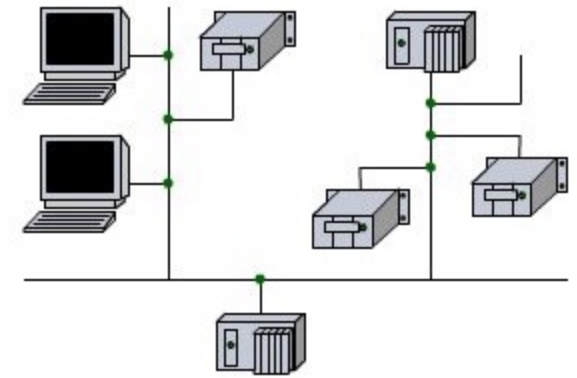
- Red de tipo centralizado
- Los equipos están conectados a un equipo central que realiza las funciones de control y coordinación (Host)
- Sencillez de su mantenimiento.
- El equipo central (Host), controla toda la red.
- El rendimiento de la red (velocidad) dependerá del Host.
- La caída de un equipo no afecta al resto.
- Si el Host se para, la red queda inutilizada.



Topologías de comunicación:

Árbol (Tree):

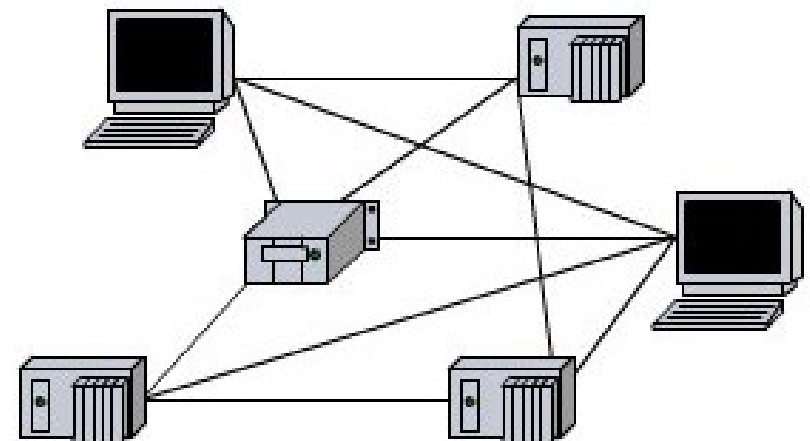
- Red de tipo distribuido
- Mezcla las características del bus y la estrella.
- Se encuentra en los sistemas de bus tipo sensor-actuador (AS-i)



Topologías de comunicación:

Red (Web):

- Permite la conexión entre dos estaciones a través de múltiples caminos.
- Fiabilidad y tolerancia a fallos. La caída de una línea de transmisión se solventa redirigiendo el tráfico por otro camino.
- Alto coste de implementación.
- No utilizado en buses de campo.



Métodos de acceso al Bus:

Es el que se ocupa de la gestión del envío y recepción de información entre interlocutores.

Dos métodos básicos:

1. Centralizado

- Sistema Maestro-Esclavo.
- El Maestro dirige el tráfico por el bus.
- Se dirige a los esclavos (polling) cuando necesita enviar o recibir información (As-i, Profibus DP).

2. Descentralizado

- Determinístico (previsible):
 - Método de paso de testigo en configuración de anillo lógico (Token bus y Token ring)
 - Una estación puede emitir solo si tiene permiso (token)
- Estocástico (aleatorio)
 - CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).
 - Cualquier estación puede emitir en cualquier momento si el bus no está ocupado (Ethernet)

Modos de trabajo:

Para organizar el intercambio de información deben establecerse unas pautas de trabajo:

Maestro-Esclavo

- Uno de los equipos tiene el control de las comunicaciones (temporal o permanentemente)
- En el entorno industrial, el Maestro es un autómatas que puede leer o escribir sobre los esclavos de la red.
- El esclavo recibe los mensajes enviados por el Maestro y emite hacia éste cuando se le ordena.
- Hay esclavos activos y esclavos pasivos.
- Profibus-DP, Festo Fieldbus, AS-i

Modos de trabajo:

Cliente-Servidor

- Se basa en la prestación de servicios por parte de algunos interlocutores de una red
- Uno o varios interlocutores aprovechan los servicios.
- Cliente: solicita los servicios a una estación.
- Servidor: proporciona esos servicios solicitados.
- Servidor puede ser un esclavo de la red.
- Una estación puede ser, a la vez, Cliente y Servidor.
- MPI, Profibus-FDL (Siemens), TCP/IP.

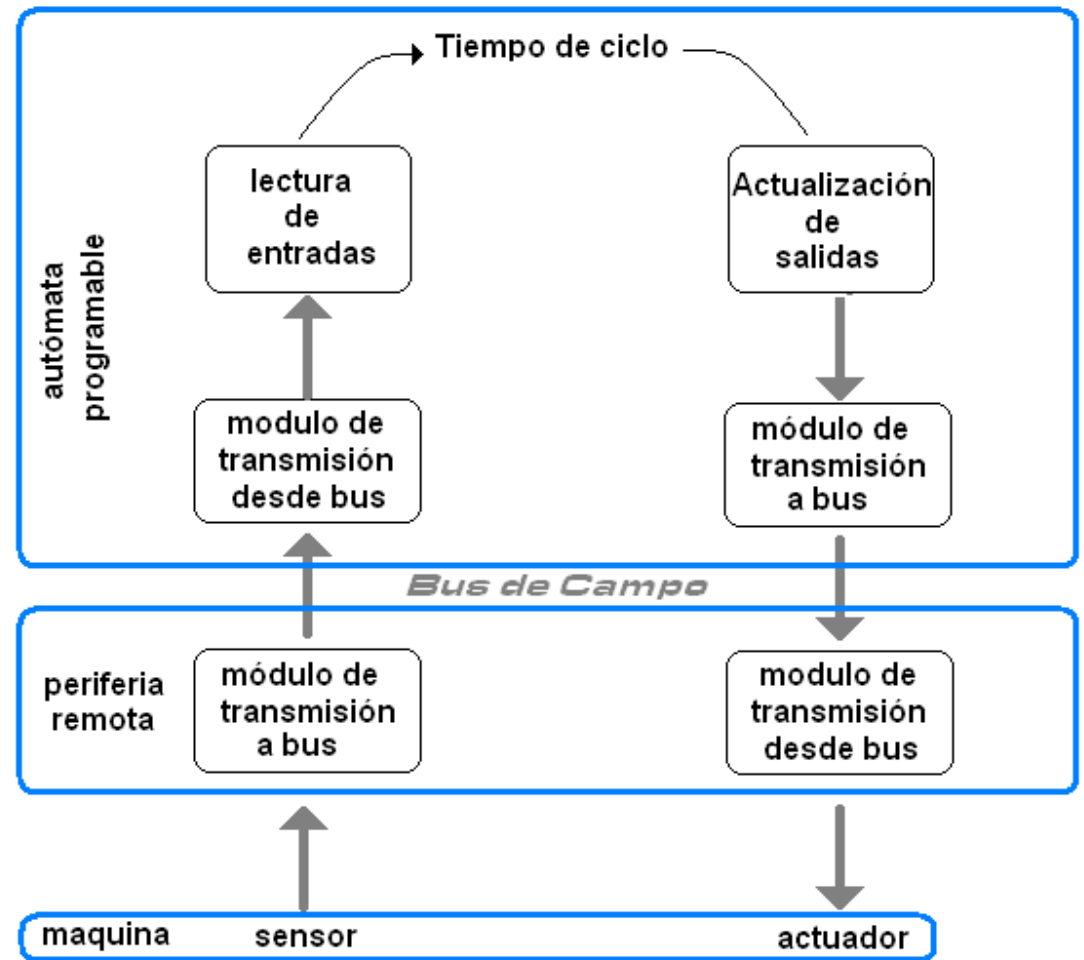
Tiempo de respuesta:

- Una de las características más importantes de un sistema de comunicaciones industrial es la capacidad de respuesta del mismo. El tiempo que tardará una señal en transmitirse desde el punto de origen hasta el punto de evaluación (programa de control).
- Este tiempo suele denominarse como *tiempo de respuesta*.
- Cuando el *tiempo de respuesta* es menor que el tiempo en el que una variable o condición determinada tardan en provocar un cambio en el sistema, se dice que el sistema de control opera en *tiempo real*.

A la hora de diseñar un sistema automatizado, se debe tener en cuenta que los componentes que lo integran sean capaces de dar un determinado *tiempo de respuesta* que permita que el sistema opere en *tiempo real*.

Parámetros de bus:

En un sistema de bus de campo intervienen una serie de parámetros que influyen en el tiempo necesario para transferir los datos de un punto a otro a través del bus de comunicaciones. Estos factores se denominan *parámetros del bus*.



Parámetros de bus:

TSL	<p>Slot Time. Es un time-out. Controla la duración máxima permisible de la confirmación de llegada del mensaje enviado. Debe ser más largo que el tiempo que necesite la estación más lenta del bus. Profibus realiza chequeos continuos para ver si hay nuevas estaciones conectadas al bus. Motivo por el cual este parámetro debe optimizarse.</p>
minTSDR	<p>Tiempo mínimo de respuesta. Una estación debe esperar un minTSDR antes de responder a un requerimiento recibido desde el bus.</p>
maxTSDR	<p>El sistema que interroga esperará, como máximo, el tiempo maxTSDR para recibir contestación de la estación interrogada.</p>
TTR	<p>Target Rotation Time. El tiempo máximo que se asigna al token (testigo) para realizar un recorrido completo por las Estaciones Maestro del sistema.</p>
GAP	<p>Profibus interroga cíclicamente qué estaciones hay conectadas para detectar las que se añaden. GAP determina la cantidad de ciclos de testigo que deben transcurrir entre cada orden de búsqueda de nuevas estaciones.</p>
HS	<p>La Highest Station Address indica la dirección máxima prevista en el bus.</p>
Max_retry_limit	<p>La frecuencia de repetición de un mensaje incorrecto o no recibido.</p>

Formas de comunicación: Tipos

Desde el punto de vista de la frecuencia de intercambio de datos, hay dos modos de comunicación:

1. Comunicaciones Cíclicas

- Las relacionadas con señales transmitidas a intervalos de tiempo conocidos.
- El tiempo empleado en enviar y recibir todos los datos entre estaciones (“scan”) debe ser mínimo.
- Deben enviarse únicamente los datos necesarios (se reduce el tiempo de “scan”).
- El intercambio cíclico de datos se lleva a cabo con la imagen normal del proceso (automático).
- MPI (Datos Globales), AS-i

2. Comunicaciones Acíclicas

- Peticiones de envío y recepción activadas por programa (funciones específicas)
- Carga adicional a las comunicaciones.
- Intercambio de grandes cantidades de información “no crítica”.
- MPI, Profibus-FDL, Profibus-FMS

Sistemas de Bus de Campo I

Multitud de variantes según la aplicación y las necesidades.
En Europa, los más extendidos:



Interbus-S

- Desarrollado en 1985 por Phoenix Contact
- Objetivo: evitar costes en el cableado punto a punto de la periferia de PLC.
- Conecta PLCs, CNCs o sistemas de automatización a su periferia.
- Muy alta eficacia de transmisión (paquetes de datos muy pequeños por nodo)
- Diseñado el nivel jerárquico más bajo.
- Conecta sensores y actuadores con su correspondiente PLC.
- No está diseñado para intercomunicar PLCs entre si en una red.

Sistemas de Bus de Campo II



Profibus (Process Field Bus)

- Para redes con elementos complejos con protocolo multimaestro.
- Recibe su nombre de la Norma DIN 19245.
- Extiende su utilización desde el nivel de campo hasta el nivel de control de procesos.
- Se aplica con un perfil de protocolo PROFIBUS-DP (E/S Distribuidas) en el nivel inferior de actuadores/sensores.
- Para optimizar costes, ofrece integración en niveles de orden más bajo, como pueda ser AS-I.

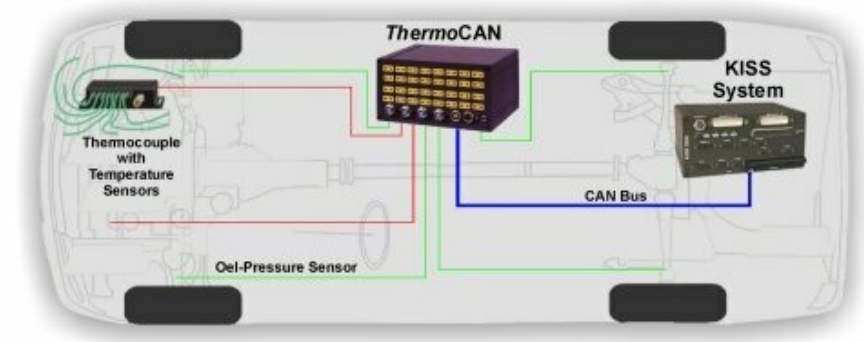
Sistemas de Bus de Campo III



AS-I (Interfase Actuator Sensor)

- Cumple los requisitos del nivel más bajo (tiempo de ciclo de 5 ms o 10ms, según versión).
- Para actuadores y sensores en el nivel de Control.
- Sustituye el cableado tradicional por módulos, armarios de distribución y terminales de conexión.
- Es un estándar abierto.
- Los elementos de campo se conectan directamente a un cable plano de dos hilos sin apantallar.
- La instalación puede llevarse a cabo por personal sin experiencia.
- Rápido, sencillo, rentable.
- Prácticamente todos los fabricantes de sensores y actuadores ofrecen productos compatibles con AS-I.

Sistemas de Bus de Campo IV



CAN (Área de Red de Controladores)

- Desarrollado por Bosch e Intel, para reducir cableado en la industria del Automóvil.
- Menores costes.
- Funcionalidad segura bajo condiciones ambientales adversas.
- Alta capacidad en tiempo real.
- Sencilla gestión de los datos.
- Diseñado para elaborar redes de sensores/actuadores inteligentes en las máquinas.