

Busque su Producto

Qué es PROFIBUS?

PROFIBUS es un estándar de red de campo abierto e independiente de proveedores, donde la interfaz de ellos permite amplia aplicación en procesos, fabricación y automatización predial. Este estándar es garantizado según los estándares EN 50170 y EN 50254. Desde enero de 2000, el PROFIBUS está fuertemente establecido con el IEC 61158, al lado de siete otros fieldbuses. El IEC 61158 se divide en siete partes, de números 61158-1 a 61158-6, con las especificaciones del modelo OSI. Esa versión, que fue ampliada, incluyó el DPV-2.

En todo el mundo, los usuarios pueden ahora tener como referencia un estándar internacional de protocolo, cuyo desarrollo busco y aún busca la reducción de costos, flexibilidad, confianza, orientación hasta el porvenir, posibilitar las más variadas aplicaciones, interoperabilidad y múltiples proveedores.

Actualmente, calculase por encima de 20 millones de nudos instalados con tecnología PROFIBUS y más de 1000 fabricas con tecnología PROFIBUS PA. Son 23 organizaciones regionales (RPAs) y 33 Centros de Capacidad en PROFIBUS (PCCs), ubicados estratégicamente en varios países, vueltos a proveer soporte a sus usuarios, inclusive en Brasil, en la Escuela de Ingeniería de São Carlos – USP, que tiene el único PCC de América Latina.

- Más de 1300 socios al rededor del mundo.
- Más de 20 millones de nudos instalados exitosamente.
- Más de 2800 productos y más de 2000 proveedores de las más variadas aplicaciones.
- Un largo catalogo de productos se puede obtener en el sitio www.profibus.com.

En términos de desarrollo, vale la pena recordar que la tecnología es estable, pero no estática. Las compañías socias de la PROFIBUS Internacional siempre se encuentran en Equipos de Trabajo atentos a las nuevas exigencias del mercado y

garantizando nuevos beneficios con la venida de nuevas características.

En secuencia vamos a conocer algunos puntos-llave de esa tecnología. Más detalles están en la Descripción Técnica en el sitio www.profibus.com.br.

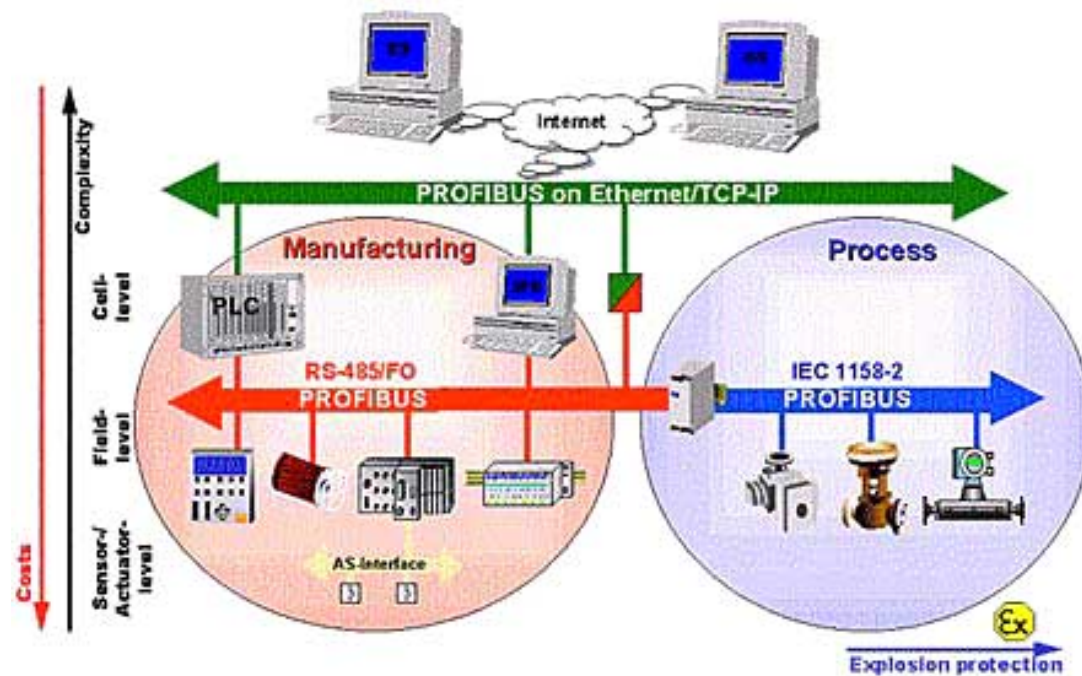


Figura 1 – Comunicación Industrial Profibus.

La tecnología de la información tuvo un papel decisivo en el desarrollo de la automatización, cambiando jerarquías y estructuras en el ambiente de la oficina, y llega ahora a los más variados sectores del entorno industrial, de las industrias de proceso y manufactura hasta los edificios y sistemas logísticos. La capacidad de comunicación entre instrumentos y el uso de mecanismos estandarizados, abiertos y transparentes son componentes indispensables del moderno concepto de automatización.

La comunicación amplíase muy rápido en el sentido horizontal, en los niveles inferiores y aún en el sentido vertical, integrando los niveles jerárquicos de un sistema. Según las características de la aplicación e el costo máximo buscado, la combinación gradual de distintos sistemas de comunicación, tal como: Ethernet, PROFIBUS y AS-Interface, brinda las condiciones ideales de redes abiertas en procesos industriales.

A nivel de actuadores/sensores, el AS-Interface es el sistema de comunicación de datos ideal, pues las señales binarias de datos se transmiten a través de un barramiento muy simples y barato, juntamente con la entrada de energía de 24Vdc necesaria para alimentar estos mismos sensores y actuadores. Otra característica importante es que los datos se transmiten cíclicamente, de

manera muy eficiente y rápida.

A nivel de campo, la periferia distribuida, cual: módulos de E/S, transductores, impulsores (drives), válvulas y paneles de operación, trabajan en sistemas de automatización a través de eficaz sistema de comunicación en tiempo real, el PROFIBUS DP o PA. La transmisión de datos del proceso efectuase de manera cíclica, mientras alarmes, parámetros y diagnósticos se transmiten sólo cuando sea necesario, de manera aciclica.

A nivel de la celda, los controladores programables, tal como los CLPs y los PCs, se comunican entre ellos, necesitando que grandes paquetes de datos sean transferidos en innumerables y potentes funciones de comunicación. Además, la integración eficaz con los sistemas corporativos de comunicación existentes, cual: Intranet, Internet e Ethernet, son absolutamente obligatorios. Esta necesidad es llenada por los protocolos PROFIBUS FMS y PROFINet.

La revolución de la comunicación industrial en la tecnología de la automatización demuestra mucho potencial en la optimización de sistemas de proceso e hizo una gran contribución a la mejoría del uso de los recursos. Las informaciones siguientes proveen explicación resumida del PROFIBUS como el vínculo central en el flujo de informaciones en la automatización.

La arquitectura del PROFIBUS se divide en tres tipos principales:

PROFIBUS DP

Esta es la solución de alta velocidad del PROFIBUS. Su desarrollo fue perfeccionado principalmente para comunicación entre los sistemas de automatización y los equipos descentralizados. Es aplicable en los sistemas de control, donde se destaca el acceso a los dispositivos distribuidos de I/O. Es utilizado en sustitución a los sistemas convencionales 4 a 20 mA, HART o en transmisiones de 23 Volts, en medio físico RS-485 o fibra óptica.

Requiere menos de 2 ms para transmitir 1 kbyte de entrada y salida y es muy usado en controles con tiempo crítico.

Actualmente, 90% de las aplicaciones relativas a esclavos Profibus utilizan el PROFIBUS DP. Esta variedad está disponible en tres versiones: DP-V0 (1993), DP-V1 (1997) e DP-V2 (2002). Cada versión tuvo su origen según el adelanto de la tecnología y la búsqueda de nuevas aplicaciones a lo largo del tiempo.



Figura 2 – Versões do Profibus.

PROFIBUS-FMS

El PROFIBUS-FMS brinda al usuario amplia selección de funciones cuando comparado con otras variedades. Es la solución estándar de comunicación universal usada para solucionar tareas complejas de comunicación entre CLPs y DCSs. Esa variedad soporta la comunicación entre sistemas de automatización, además del cambio de datos entre equipos inteligentes, y es usada, en general, a nivel de control. Debido a su función primaria establecer la comunicación maestro-a-maestro (peer-to-peer) viene siendo reemplazada por aplicaciones en la Ethernet. .

PROFIBUS-PA

El PROFIBUS-PA es la solución PROFIBUS que satisfaz las exigencias de la automatización de procesos, donde hay la conexión de sistemas de automatización y los sistemas de control de proceso con equipos de campo, tal como: transmisores de presión, temperatura, convertidores, posicionadores, etc. Puede usarse para reemplazar el estándar 4 a 20 mA.

Existen ventajas potenciales en utilizarse esta tecnología, que subrayan las ventajas funcionales (transmisión de informaciones confiables, tratamiento de estatus de las variables, sistema de seguridad en fallos, equipos con capacidad de auto-diagnosis,

alcance de los equipos, alta resolución en mediciones, integración con el control discreto en alta velocidad, aplicaciones en cualquier sección, etc.). Además de los beneficios económicos pertinentes a las instalaciones (reducción hasta 25% en algunos casos en comparación con los sistemas convencionales), menos tiempo de puesta en marcha, ofrece un aumento sensible de funcionalidad y seguridad.

El PROFIBUS PA permite medición y control a través de línea de dos hilos simples. También permite accionar los equipos de campo en zonas con seguridad intrínseca. El PROFIBUS PA permite aún el mantenimiento y la conexión/desconexión de equipos mismo durante la operación, sin afectar otras estaciones en zonas de potencial explosivo. El PROFIBUS PA fue desarrollado en cooperación con los usuarios de la Industria de Control y Proceso (NAMUR), cumpliendo con las exigencias de esa zona de aplicación:

- El perfil original de la aplicación en la automatización del proceso y la interoperabilidad de los equipos de campos de distintos fabricantes.
- Adición y remoción de estaciones de barramiento mismo en zonas con seguridad intrínseca, sin afectar otras estaciones.
- Comunicación transparente a través de los acopladores de la sección entre el barramiento de automatización del proceso PROFIBUS PA y el barramiento de automación industrial PROFIBUS DP.
- Impulsión y transmisión de datos en el mismo hilo doble basado en la tecnología IEC 61158-2.
- Uso en zonas potencialmente peligrosas con blindaje explosiva tipo “con seguridad intrínseca” o “sin seguridad intrínseca”.

La conexión de los transmisores, conversores y posicionadores de red PROFIBUS DP se hace con un acoplador DP/PA. El par torcido de hilos es utilizado en la impulsión y la comunicación de datos de todos los equipos, resultando en la instalación más fácil y en el bajo costo de hardware, menos tiempo de iniciación, mantenimiento libre de problema, bajo costo de software de ingeniería y alta confianza en la operación.

Posteriormente, en otras ediciones abordaremos el PROFINET.

Todas las variedades del PROFIBUS se basan en el modelo de comunicación de redes OSI (Open System Interconnection), cumpliendo con el estándar mundial ISO 7498. Debido a las exigencias del campo, sólo los niveles 1 y 2, además del nivel 7 del FMS, son instalados, por razones de eficiencia.

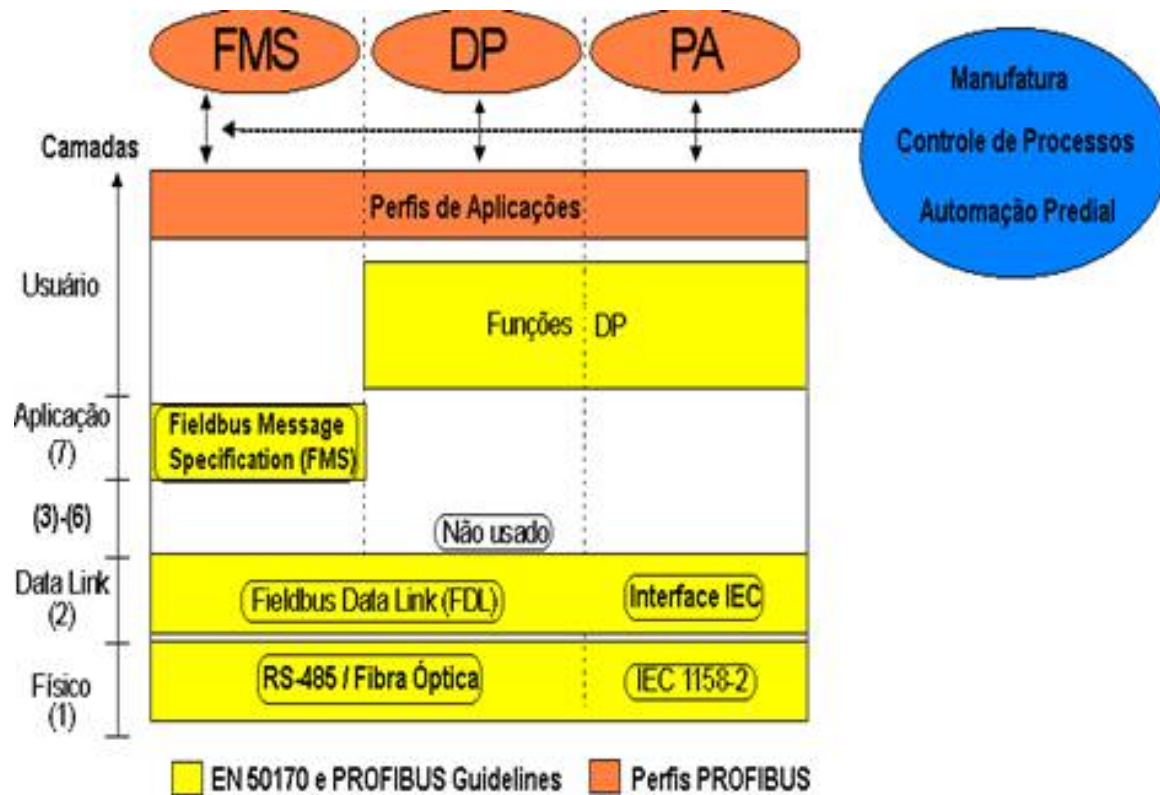


Figure 3 – Arquitetura de comunicação de Protocolo PROFIBUS

Las tres variedades de los niveles inferiores son muy parecidas, siendo la gran diferencia la interfaz de los programas de aplicación. El nivel 1 define el medio físico. El nivel 2 (nivel de transporte de datos) define el protocolo de acceso al barramiento. El nivel 7 (nivel de aplicación) define las funciones de aplicación.

La arquitectura garantiza la transmisión de datos rápida y eficaz. Las aplicaciones disponibles del usuario, además del comportamiento de los varios tipos de dispositivos **PROFIBUS DP** están especificados en la interfaz del usuario. El **PROFIBUS – FMS** tiene los niveles 1, 2 y 7 definidos, siendo el nivel de aplicación compuesto por mensajes FMS (Fieldbus Message Specification) y de la camada inferior (LLI -Lower Layer Interface). El FMS define un gran número de servicios potentes de comunicación entre maestros y entre maestros y esclavos. El LLI define la rerepresentación de servicios del FMS en el protocolo de transmisión del nivel 2.

El protocolo de comunicación PROFIBUS PA usa el mismo protocolo de comunicación PROFIBUS DP. Esto porque los servicios de comunicación y mensajes son idénticos. Realmente, el PROFIBUS PA = PROFIBUS DP – protocolo de comunicación + Servicios Acíclicos Estendidos + IEC61158, que es el Estrato Físico, también conocido por H1. El permite la integración uniforme y completa de todos los niveles de automatización y las fábricas de las zonas de control de proceso. Esto significa que la integración de todas las zonas de la fábrica puede realizarse con un protocolo de comunicación de distintas variaciones.

RS 485: EL MEDIO FÍSICO MÁS APLICADO DEL PROFIBUS

La transmisión RS486 es la tecnología de transmisión más utilizada en el PROFIBUS, aunque la fibra óptica pueda usarse en largas distancias (más de 80 km). Em seguida vienen las principales características:

- Transmisión asíncrona NRZ.
- Baud rates de 9.6 kBit/s a 12 Mbit/s, seleccionable.
- Par torcido con blindaje.
- 32 estaciones por sección, máx. 127 estaciones.
- Distancia según la tasa de transmisión (tabla 1).
- 12 MBit/s = 100 m; 1.5 MBit/s = 400m; < 187.5 kBit/s = 1000 m.
- Distancia extensible hasta 10 km con el uso de repetidoras.
- Conector D-Sub de 9 Pinos.

En general, aplicase en zonas conteniendo alta tasa de transmisión, instalación sencilla y bajo costo. La estructura del barramiento permite adicionar o remover estaciones sin afectar otras estaciones con expansiones posteriores sin ningún efecto en estaciones ya en funcionamiento.

Cuando se configura el sistema, sólo una tasa de transmisión es seleccionada para todos los dispositivos del barramiento.

Hay que procesarse la terminación activa del barramiento en el comienzo y en el fin de cada sección, según la figura 3, y en mantener la integridad de la señal de comunicación, los dos terminadores deben energizarse.

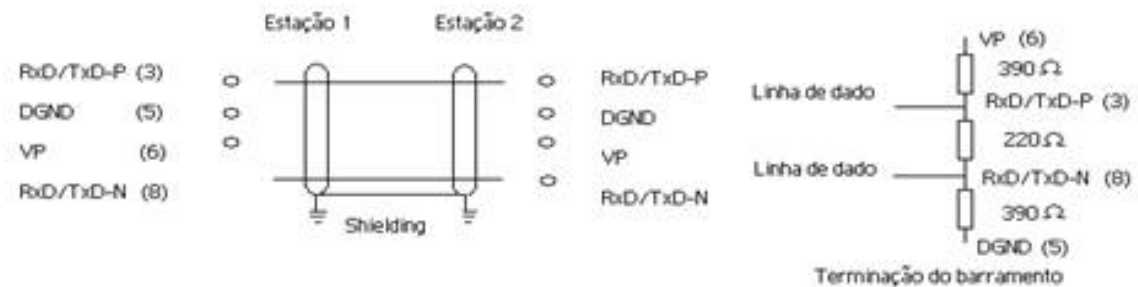


Figura 4 – Cableado y terminación de transmisión RS-485 en PROFIBUS.

En casos de más de 32 estaciones o redes densas, deben utilizarse repetidoras. Lo largo máximo de cableado depende de la velocidad de transmisión, según la tabla 1.

Baud rate (kbit/s)	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1500	2000
Largo/Sección (m)	1200	1200	1200	1000	400	200	100

Tabla 1 – Longitud en función de la velocidad de transmisión con cable tipo A.

TECNOLOGIA DE TRANSMISIÓN EM EL PROFIBUS PA

La tecnología de transmisión es síncrona con codificación Manchester en 31.25 Kbits/s (modo tensión), está definida según el IEC 61158-2 y fue creada con el propósito de satisfacer las exigencias de las industrias químicas y petroquímicas : seguridad intrínseca y la posibilidad de energizar los equipos de campo a través del barramiento. Las opciones y los límites de trabajo en zonas potencialmente explosivas están definidas según el modelo FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept).

La tabla 2 muestra algunas características del IEC 61158-2:

CARACTERISTICAS	MEDIO FÍSICO DE ACUERDO CON IEC1158-2, VARIANTE H1
Taxa de comunicação	31.25 kbits/s
Cable	Par trançado com blindagem
Topología	Barramiento, árbol/estrella, punto a punto.
Fuente de Energía	Por barramiento o externa
Seguridad Intrinseca	Posible
Número de equipos	Máximo 32(<i>non-Ex</i>) <i>Grupo de Explosión IIC: 9</i> <i>Grupo de Explosión IIB: 23</i>
Cableado Máximo	1900 m, extensible a 10 Km con 4 repetidoras.
Máxima largura de spur	120m/spur

Señal de comunicación

Codificación Manchester, con modulación de tensión.

Tabla 2 – Características de la Tecnología de Transmisión IEC 61158-2.

TRANSMISIÓN EN FIBRA ÓPTICA

La solución a través de fibra óptica responde a la necesidad de inmunidad a ruidos, diferencias de potenciales, largas distancias, arquitectura en anillo, redundancia física y altas velocidades de transmisión.

TIPO DE FIBRA	CARACTERÍSTICAS
Fibra de vidrio monomodo	Distancia media de 2 – 3 Km
Fibra de vidrio multimodo	Larga Distancia > 15 Km
Fibra Sintética	Corta Distancia, > 80 km
Fibra PCS/HCS	Corta Distancia, > 500 m

Tabla 3 – Tipos de fibras y sus características.

EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y SU ESTRATO DE SEGURIDAD Y ACCESO.

La eficacia de la comunicación determinase por las funciones de nivel 2, donde se especifican las tareas de control de acceso al barramiento, las estructuras de los frames de datos, servicios básicos de comunicación y muchas otras funciones.

Las tareas de nivel 2 ejecutarse con el FDL (Fieldbus Data Link) y con el FMA (Fieldbus Management), siendo el primero responsable por lo siguiente:

- Control de acceso del barramiento (*MAC-Medium Access Control*).
- Estructura de los telegramas.
- Seguridad de los datos.
- Disponibilidad de los servicios de transmisión de datos:

- SDN (*Send Data with no acknowledge*)
- SRD (*Send and Request Data with reply*)

El FMA proporciona varias funciones de supervisión, como por ejemplo:

- Configuración de parâmetros.
- Informe de eventos.
- Activación de servicios de puntos de acceso (SAPs).

La arquitectura y la filosofía del protocolo PROFIBUS garantizan a cada estación que participa del cambio de datos cíclicos un tiempo suficiente para ejecutar su tarea de comunicación en un intervalo de tiempo definido. Para eso utiliza el procedimiento de pasaje de "token", usado por estaciones maestras del barramiento al comunicarse entre si, y el procedimiento maestro-esclavo para la comunicación con las estaciones esclavas. El mensaje de "token" (un frame especial para el derecho de passaje de un maestro a otro) debe circular una vez para cada maestro en el tiempo máximo de rotación definido (configurable). En el PROFIBUS el procedimiento de pasaje del "token" usase sólo para comunicación entre maestros.

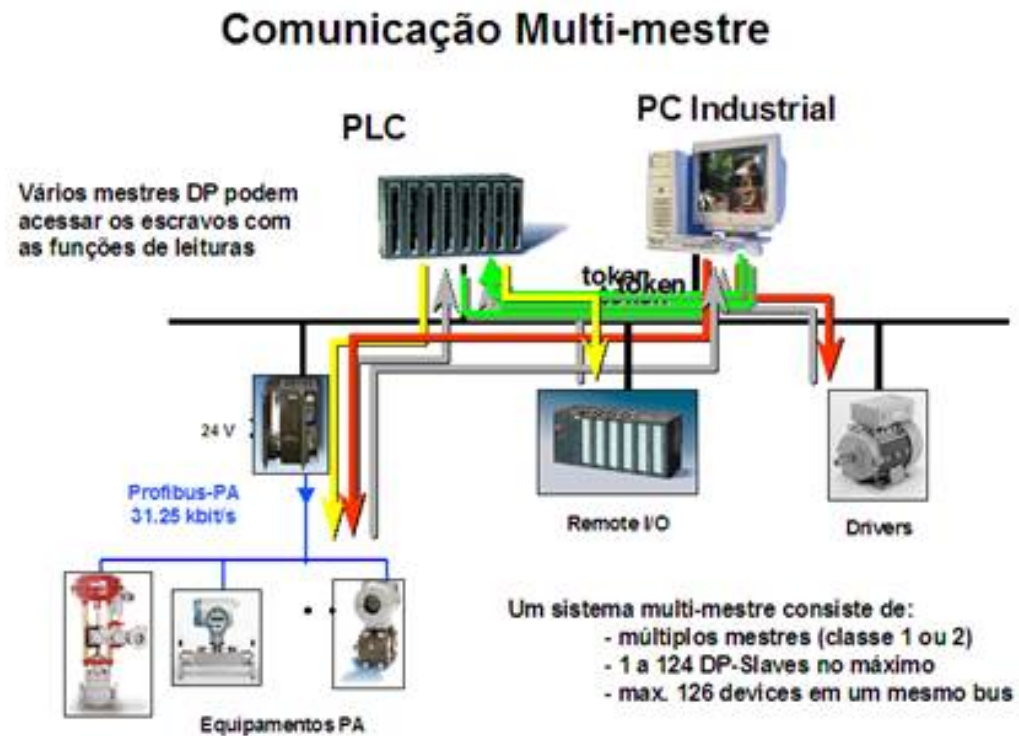


Figura 5 –Comunicação Multi-Maestro.

Comunicação Mestre e Escravo

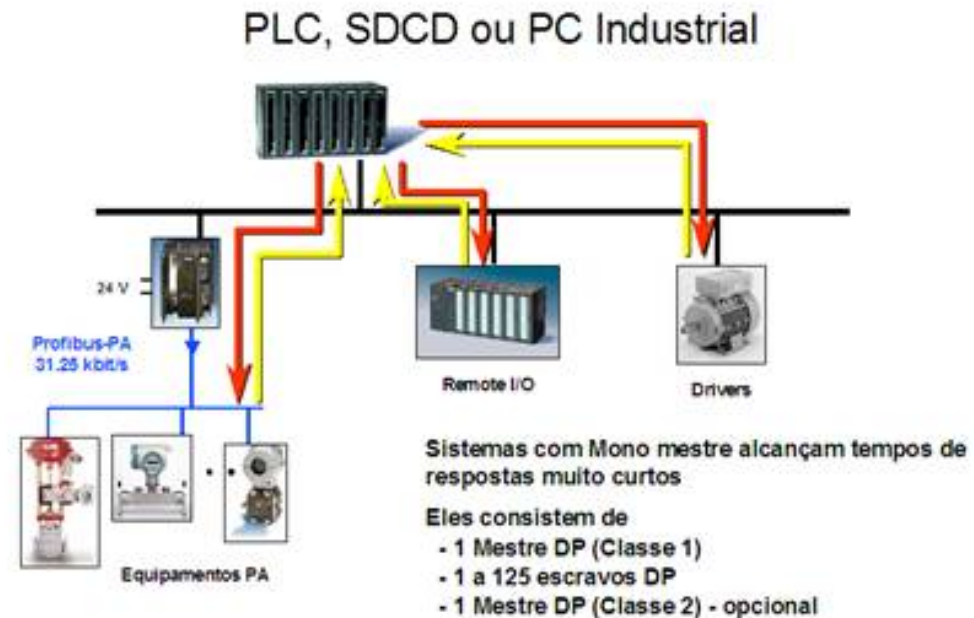


Figura 6 – Comunicación Maestro-Escavo.

El procedimiento amo-esclavo posibilita al amo activo (el que tiene el “token”) acceder a sus esclavos (a través de servicios de lectura y escrita).

El PROFIBUS utiliza subconjuntos diferentes de servicios del nivel 2 en cada perfil (DP, FMS, PA). Vea la tabla 4.

SERVICIO	FUNCIÓN	DP	FMS	PA
SDA	<i>Send Data with Acknowledge</i> (Envía Datos con Confirmación)	no	si	no

SRD	<i>Send and Request Data with reply</i> (Envía y recibe datos con respuesta)	si	si	si
SDN	<i>Send Data with No acknowledge</i> (Envía datos sin confirmación)	si	si	si
CSRD	<i>Cyclic Send and Request Data with reply</i> (Envía y recibe datos ciclicos con respuesta)	no	si	no

Tabla 4 –Servicios del PROFIBUS nivel 2

Servicios de direccionamiento con 7 bits identifican los participantes de la red, y las siguientes direcciones de la escala de 0 a 127 son reservadas:

- 126: dirección estándar atribuida a través del amo.
- 127: usado para enviar *frames* en transmisiones.

PROFIBUS-DP Y LA ALTA TASA DE VELOCIDAD DE COMUNICACIÓN

El perfil PROFIBUS-DP fue desarrollado para la propiciar la comunicación cíclica rápida entre los dispositivos distribuidos. Además, el PROFIBUS-DP ofrece funciones para servicios de acceso cíclico, tal como configuración, monitoreo, diagnosticos y supervisión de alarmes de equipos de campo.

Em 12Mbit/s el PROFIBUS-DP requiere sólo 1 ms para transmitir 512 bits de entrada y 512 bits de salida, distribuídos entre 32 estaciones. Este perfil es ideal para controles discretos, exigiendo alta velocidad de procesamiento. La figura 7 muestra el tiempo típico de transmisión del PROFIBUS-DP, en función del numero de estaciones y la velocidad de transmisión, donde cada esclavo tiene 2 bytes de entrada y 2 bytes de salida, y el “Intervalo Mínimo de Tiempo del Esclavo” es 200µs.

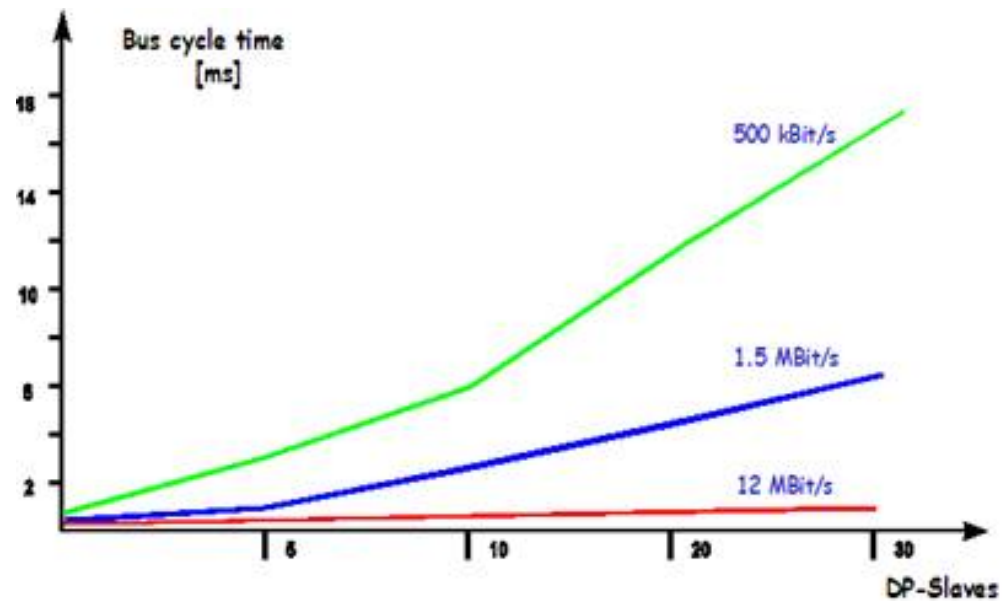


Figura 7 – Tiempo de ciclo de barramiento de un sistema monoamo del DP

PROFIBUS: TELEGRAMA

El FDL define los telegramas, de la siguiente manera:

- Telegrama de token de datos (6 bytes de control).
- Telegramas sin campos de datos (6 bytes de control).
- Telegramas con campo de datos de largura fija (8 bytes de datos y 6 de control).
- Telegramsd con campo de datos variables (de 0 a 244 bytes de datos y de 9 a 11 de control).
- Reconocimiento rápido (1 byte).

La integridad y la seguridad de las informaciones manteniense en todas las transacciones, pues incluyen la paridad y el chequeo del frame, alcanzandose así la "Hamming Distance" de HD=4.

La figura 8 ilustra el principio de transferencia de los datos de usuarios. Pero téngase en cuenta que en el lado DP los datos transmitense de manera asíncrono bajo 485 y, en el lado DP, de manera bit-síncrona, en el H1.

Principle of User Data Transfer

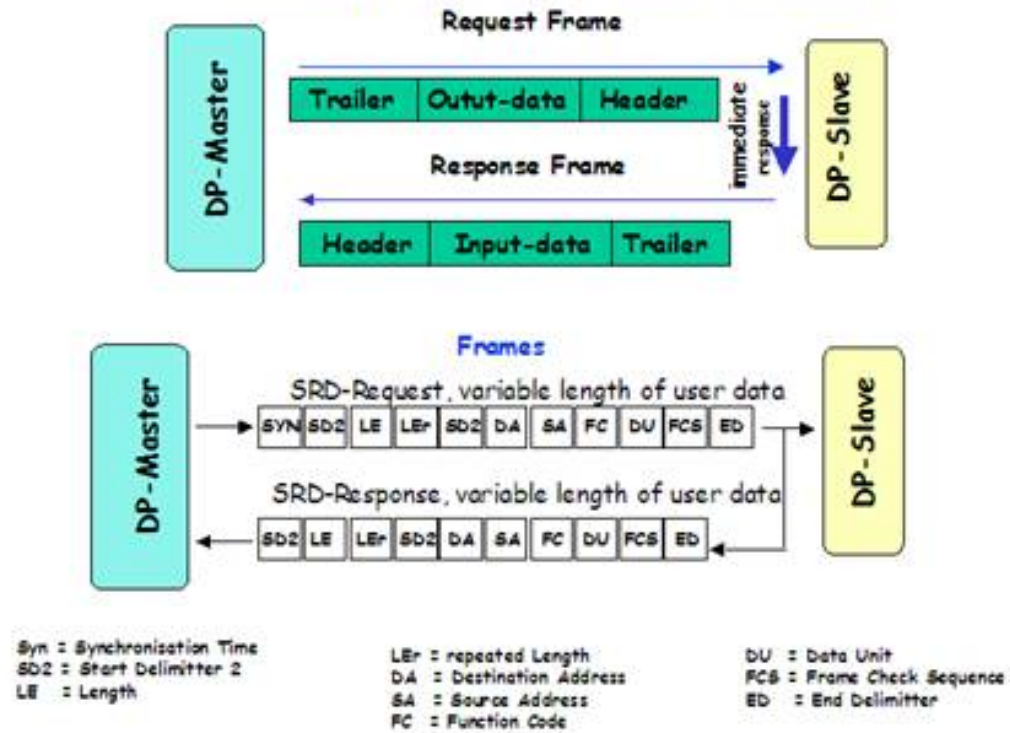


Figura 8 – Principio de la transferencia de datos de usuarios utilizado por el FDL.

A fin de hacer el cambio de datos con un esclavo es esencial al amo observar la siguiente secuencia en el inicio de la operación:

- Dirección de la estación.
- Pedido de diagnóstico.
- Parámetros del esclavo.
- Chequeo en la solicitud de diagnóstico previo al establecerse el cambio de datos cíclicos, tal como la confirmación de los parámetros.
- Cambio de datos cíclicos.
- Control global.

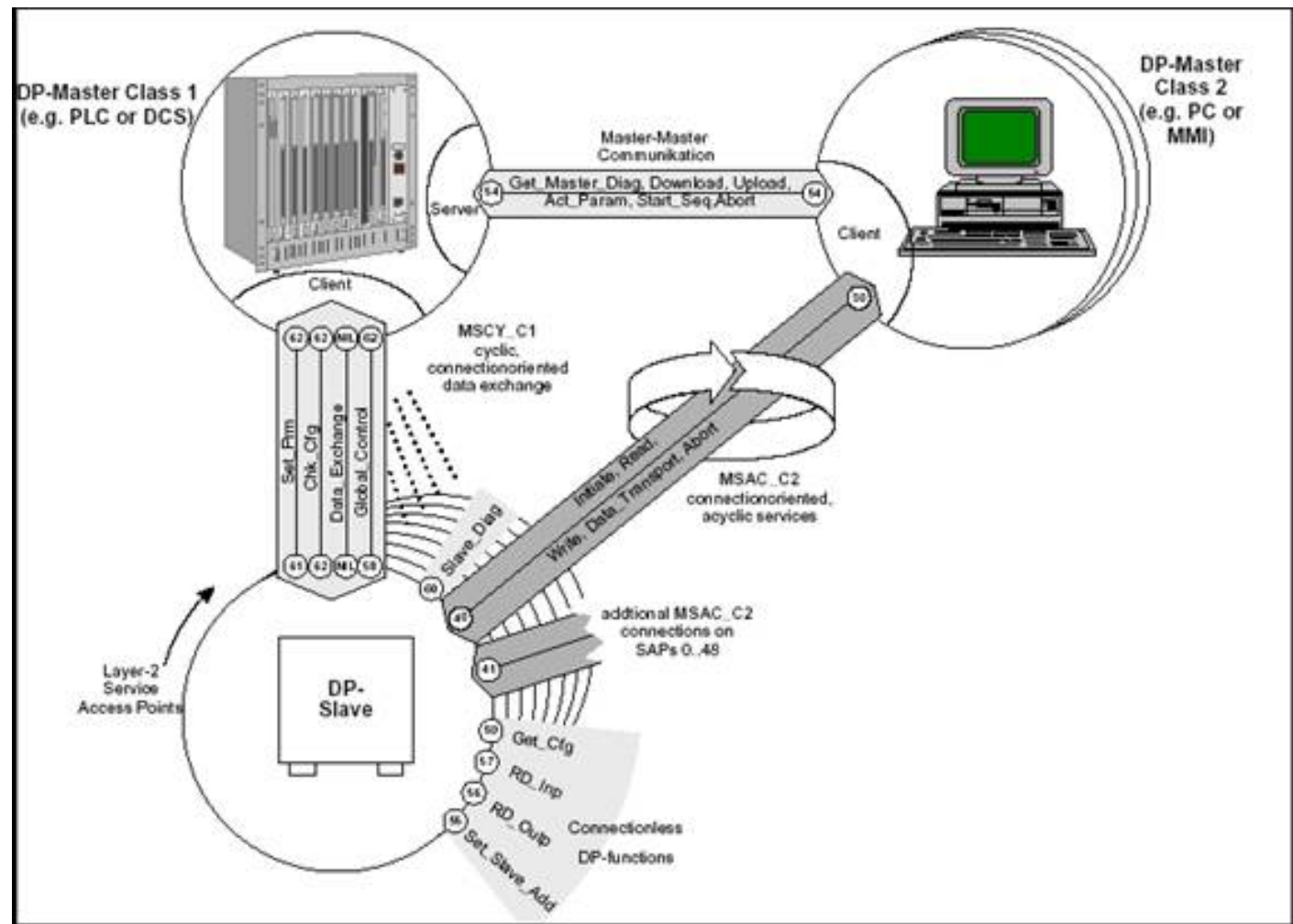


Figura 9 – Servicios obligatorios y facultativos entre un amo y un amo clase 1 y 2.

La Figura 9 muestra servicios obligatorios y facultativos entre un DP esclavo y amos clase 1 y 2 que deben mantenerse entre amos y esclavos.

TIPOS DE DISPOSITIVOS

Cada sistema DP puede tener tres tipos diferentes de dispositivos:

- **AMO DP CLASE 1 (DPM1)**

Es un controlador principal que cambia informaciónes cíclicamente con los esclavos. Los controladores lógicos programables (CLPs) son ejemplos de esos dispositivos- amos.

- **AMO DP CLASE 2 (DPM2)**

Son estaciones de ingeniería utilizadas para configuración, monitoreo o sistemas de supervisión como, por ejemplo, Simatic PDM, CommuwinII, Pactware, etc.

- **ESCLAVO**

Un esclavo DP es un dispositivo periférico, tal como: dispositivos de I/O, actuadores, IHM, válvulas, transductores, etc. Existen aún dispositivos con una sola entrada, una sola salida o una combinación de entradas y salidas. Incluyense también los esclavos PA, puesto que son vistos por el sistema como si fueran esclavos DP.

La cantidad de informaciónes de entrada y salida (I/O) depende del tipo de dispositivo, permitiéndose hasta 244 bytes de entrada y 244 bytes de salida.

La transmisión de datos del DPM1 a los esclavos ejecutase automáticamente por el DPM1 y dividese en tres etapas: parametrización, configuración y transferencia de datos.

Seguridad y confiabilidad son indispensables para adicionarse al PROFIBUS-DP las funciones de protección en contra errores de parametrización o fallo del equipo de transmisión. Para tanto, el monitoreo es implementado tanto en el amo DP cuanto en los esclavos, cual monitoreo de tiempo especificado en la configuración.

El Amo DPM1 monitorea la transmisión de datos de los esclavos con el Data Control Timer. Utilizase un contador de tiempo para cada dispositivo. El contador expira cuando ocurre una transmisión de datos incorrecta durante el monitoreo y el usuario es informado a respecto. Si la reacción automática a un error (Auto Clear = true) esté habilitada, el amo DPM1 encierra su estado de OPERACIÓN, protegiendo todas las salidas de esclavos y pasando al estado "CLEAR" (apagar o limpiar). El esclavo usa el "watchdog timer" (contador vigilante) para detectar fallos en el amo o en la línea de transmisión. Si no ocurre ninguna comunicación dentro de este periodo, el esclavo pondrá sus salidas automáticamente en el estado de seguridad (fail safe state).

Las funciones DP extendidas posibilitan funciones acíclicas de lectura y escritura y el reconocimiento de una interrupción que pueda ejecutarse paralelamente e independiente de la transmisión cíclica de datos. Eso permite al usuario acceder de manera acíclica a los parámetros (a través de un amo clase 2) y acceder a los valores de medida de un esclavo mediante estaciones de supervisión y de diagnóstico.

Actualmente esas funciones extendidas son muy usadas en la operación en línea de los equipos de campo PA por las estaciones de ingeniería. Esa transmisión tiene una prioridad más baja que la transferencia cíclica de datos (que exige alta velocidad y alta prioridad en el control.)

TIEMPO DE RESPUESTA EN EL PROFIBUS DP

El tiempo de respuesta de un sistema Profibus DP depende esencialmente de los siguientes factores:

- MaxTSDR (tiempo de respuesta tras qué la estación puede responder).
- La tasa de comunicación seleccionada.
- Min Slave Interval (tiempo entre dos ciclos de polling, de cambio de datos entre dos esclavos). Depende del ASIC utilizado, mientras encontrarse en el mercado tiempos de 100 μ s.

Para efectos prácticos, en 12Mbits/s puede suponerse que el tiempo del ciclo de mensaje (T_{mc}) mientras sigue el *promptingtelegram* + *TSDR* + la respuesta del esclavo, donde N es el número de inputs y outputs de esclavo, es:

$$T_{mc} = 27\mu s + N \times 1.5\mu s$$

Por ejemplo: un amo con cinco esclavos y cada esclavo con 10 bytes de entrada y 20 bytes de salida, en 12Mbits/s tendría un T_{mc} alrededor de 72 μ s/esclavo. El ciclo de tiempo del barrido es obtenido por la suma de todos los ciclos de mensaje:

$$T_{bc} = 5 \times 72\mu s = 360\mu s$$

Una explicación más detallada de veces que el sistema se puede encontrar en la norma IEC 61158.

PROFIBUS PA

El uso de PROFIBUS en dispositivos típicos y aplicaciones de control de proceso definen de acuerdo con el perfil del PROFIBUS-PA, lo cual define los parámetros de los equipos de campo y su comportamiento típico, sin depender del fabricante, y es también aplicable a transmisores de presión y temperatura, y posicionadores. Basease en el concepto de los bloques funcionales, que con estandarizados de forma que garantice la interoperabilidad entre los equipos de campo.

Los valores y estados de la medición y también los valores de ajuste recibidos por el equipo de campo en el PROFIBUS PA se transmiten de manera cíclica con la más alta prioridad a través de un amo clase 1 (DPM1). Sin embargo, los parámetros de visualización, operaciones, mantenimiento y diagnóstico se transmiten por herramientas de ingeniería (amo clase 2, DPM2), con baja prioridad a través de servicios acíclicos por conexión C2. De modo cíclico, la secuencia de bytes de diagnóstico es también

transmitida. La descripción de los bits de estos bytes está en archivo del equipo GDS y depende del fabricante.

La duración aproximada del ciclo (T_c) puede calcularse como:

$T_c \geq 10\text{ms} \times \text{numero de equipos} + 10\text{ms}$ (servicios acíclicos amo clase 2) + 1.3ms (para cada conjunto de 5 bytes de valores cíclicos).

Piense en la situación con 2 lazos de control de 5 transmisores de presión y 5 posicionadores de válvulas. El tiempo de ciclo será alrededor de 110 ms.

ELEMENTOS DE LA RED PROFIBUS PA

En general, se puede enumerar los siguientes elementos de una red PROFIBUS:

- Clase 1: responsable por las operaciones cíclicas (lectura/escriptura) y el control de los lazos abiertos y cerrados del sistema de control/automatización (CLP).
- Clase 2: responsable por los accesos acíclicos de parámetros y funciones de los equipos PA (estación de ingeniería o estación de operación: Simatic PDM o CommunwinII o Pactware).
- Acopladores (couplers): son dispositivos utilizados para traducir las características físicas del PROFIBUS DP y del PROFIBUS PA (H1: 31,25 kbits/s). Y aún:
 - Son transparentes para los amos (no tienen dirección física en el barramiento).
 - Aplican en funciones de seguridad (Ex) y (Non-Ex), definiendo y limitando el número máximo de equipos en cada segmento de cada segmento PA. El número máximo de equipos en un segmento depende, entre otros factores, de la suma de las corrientes quiescentes, de fallos en los equipos (FDE) y las distancias cubiertas por el cableado.
 - Pueden energizarse hasta 24 Vdd, conforme el fabricante y el área de clasificación.
 - Pueden trabajar con las siguientes tasas de comunicación, conforme el fabricante: P+F(93.75 kbits/s y SK2: até 12Mbits/s) y Siemens (45.45 kbits/s).

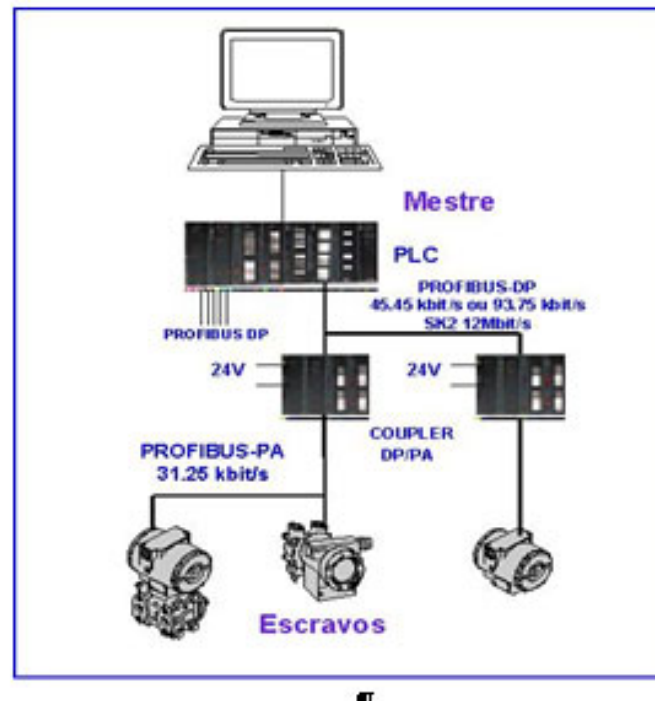


Figura 10 – Arquitectura básica con acopladores.

- Dispositivos de enlace: Utilizanse como esclavos de la red PROFIBUS DP y amos de la red PROFIBUS PA (H1: 31,25bits/s). Utilizanse para lograr altas velocidades (hasta 12Mbits/s) en el barramiento DP. Y aún:
- Tienen dirección física en el barramiento.
- Permiten acomplarse hasta 5 acopladores, pero limitan el número de equipos en 30 de un barramiento "Non-Ex" y 10 de un barramiento "Ex". Con eso aumentan su capacidad de encaminamiento de la red DP.

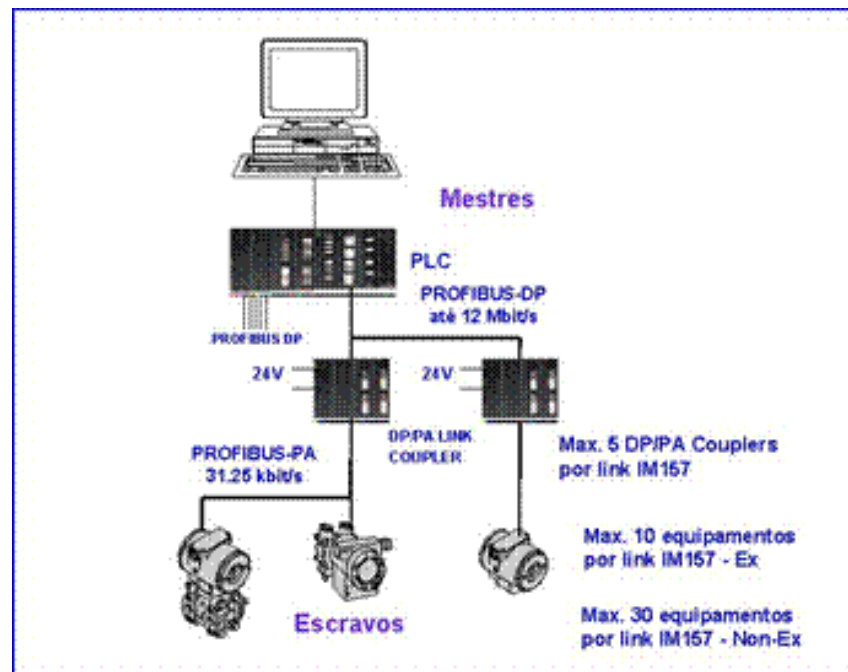


Figura 10 – Arquitectura basica de un capacitor y enlaces (IM157).

- El terminador consiste de un capacitor de $1\mu\text{F}$ y un resistor de $1000\ \Omega$ conectados en serie entre ellos y paralelo al barramiento, con las siguientes funciones:
- Shunt de señal de corriente la señal de comunicación se transmite como corriente pero se recibe como tensión. La conversión se hace por el terminador.
- Protección contra el reflejo del señal de comunicación: debe colocarse en las dos terminaciones del barramiento, uno en el fin y otro en el acoplador, en general.
- Cableado: recomendase usar el cable tipo par torcido 1x2, 2x2 ou 1x4 con blindaje, y aún:
- Diámetro: $0.8\ \text{mm}^2$ (AWG 18).
- Impedancia: 35 a $165\ \Omega$ en frecuencias de 3 a 20 Mhz.
- Capacitancia: menos que $30\ \text{pF}$ por metro.

Par	Shield	Trançado	Bitola	Comprimento	Tipo
Simple	Sim	Sim	0.8 mm ² (AWG 18)	1900m	A
Multi	Sim	Sim	0.32 mm ² (AWG 22)	1200m	B
Multi	Não	Sim	0.13 mm ² (AWG 26)	400m	C
Multi	Sim	Não	1.25 mm ² (AWG 16)	200m	D

Figura 11 – Datos de cables del Profibus PA.

DIRECCIONAMIENTO EN LA RED PROFIBUS

En cuanto a direccionamiento, pueden tener dos arquitecturas a tener en cuenta donde lo fundamental son la transparencia de los acopladores y la atribución de las direcciones a los dispositivos de enlace, según muestran las figuras 12 y 13.

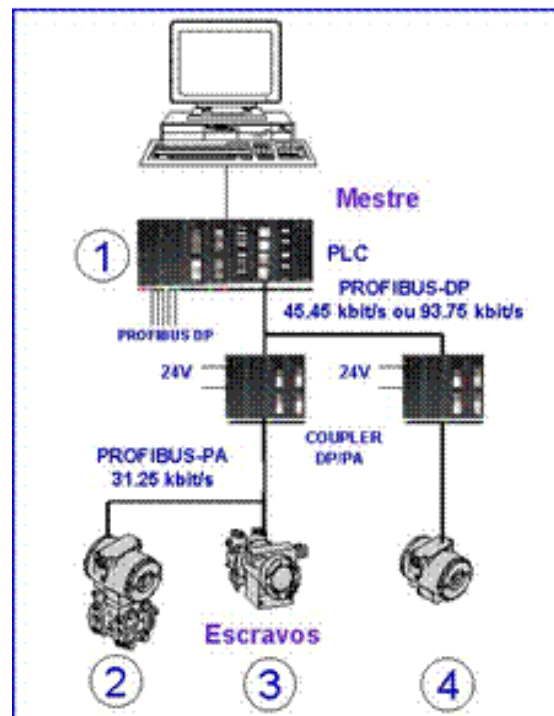


Figura 12 – Direccionamiento con acopladores

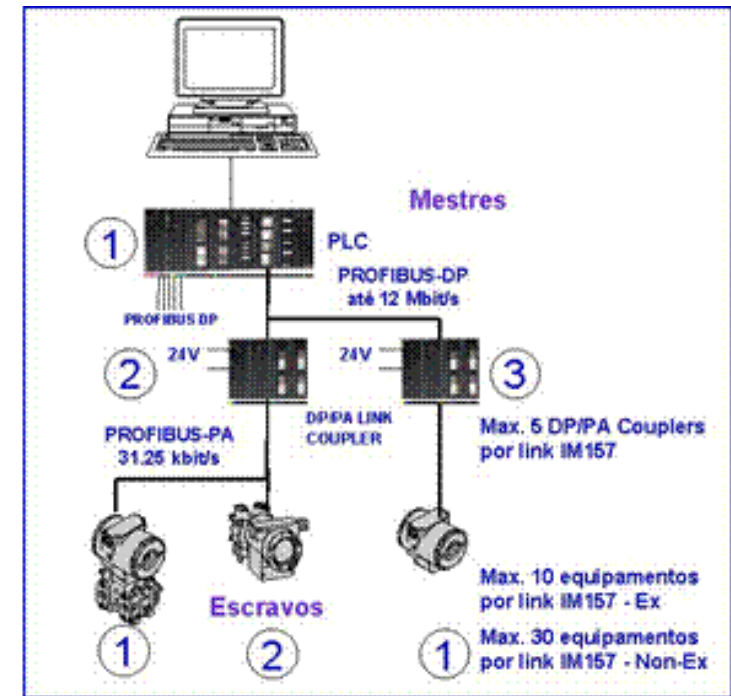


Figura 13 – Direccionamiento con enlaces.

Note que na figura 13 a capacidade de endereçamento é significante aumentada com a presença dos *links*, uma vez que são escravos para o DP e mestres do PA.

TOPOLOGIA

En términos de topología pueden tener las siguientes distribuciones: estrella (figura 15), barramiento (figura 15) y punto a punto (figura 16).

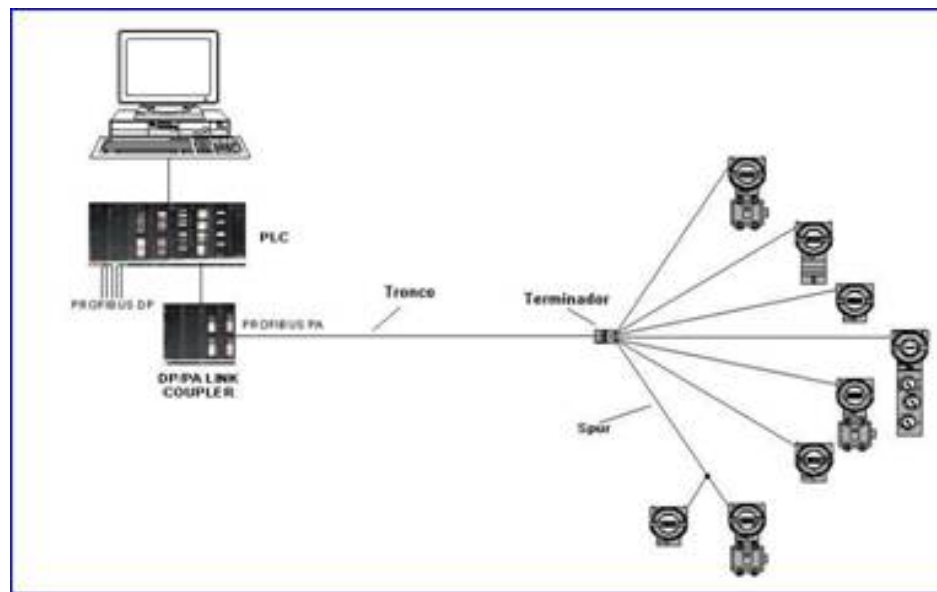


Figura 14 – Topología de Estrella.

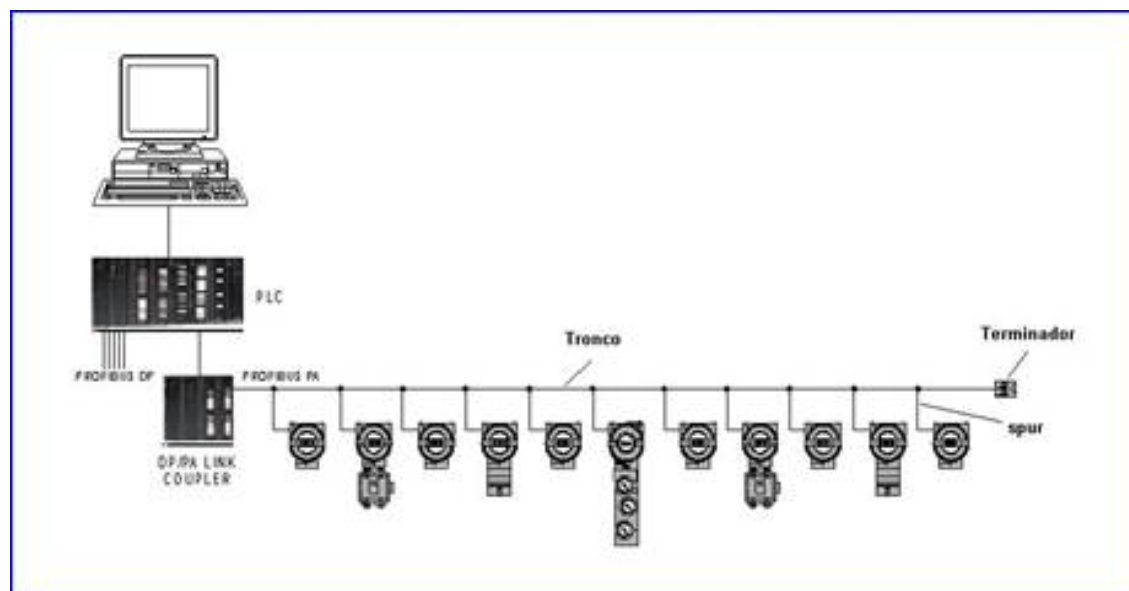


Figura 15 – Topología de Barramiento.

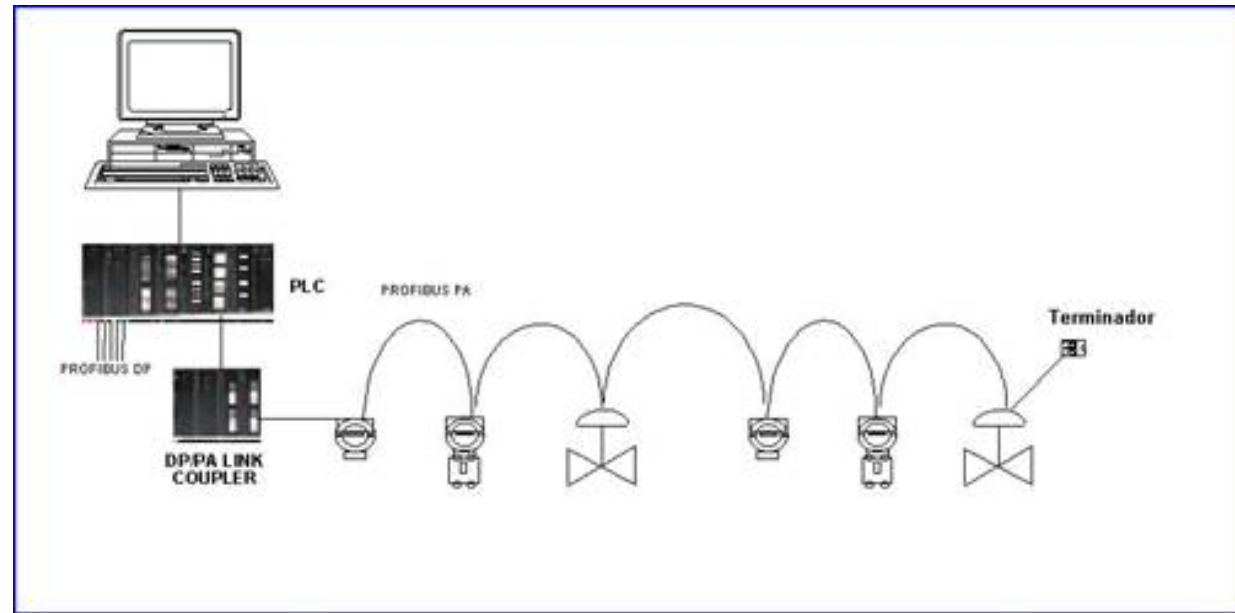


Figura 16 – Topología Punto-a-Punto.

INTEGRACIÓN CON SISTEMAS PROFIBUS

Para integrarse un equipo en un sistema PROFIBUS basta usar el archivo GSD del equipo. Cada equipo tiene su archivo GSD (con hoja de datos electrónica), que es un archivo de texto con detalles de revisión de hardware y software, toma de tiempo del equipo e informaciones del cambio de datos cíclicos. Vea el ejemplo de la figura 17.

Figura 17 –Archivo GSD para el Transmisor de Presión LD303.

Además del archivo GSD, también se suministran los archivos de Descripción de Dispositivos (DDs), donde se detallan los parámetros, menus y métodos para la configuración ciclica de los equipos de campo. Esos archivos siguen el estándar EDDL definido por la PROFIBUS International. Hay aún el estándar FDT y el DTM para configuración, monitoreo y calibración.

PROFIBUS-PA PROFILE 3.0

Puedese operar y monitorear un sistema PROFIBUS no importa el equipo o el fabricante. Esto será verdadero si todas las características y maneras de acceso a esas informaciones fueren estándares. Esos estándares se deteminan por los perfiles de PROFIBUS-PA.

Estos perfiles especifican como los fabricantes deben implementar los objetos, variables y parámetros de la comunicación, según el tipo de trabajo del equipo. Y además hay la clasificación de los propios parámetros:

- Valores dinamicos de proceso: se refieren a las variables de proceso, cuya información se describe en los archivos GSD

(Device Data Master) que serán leídos por los amos clase 1 y también acíclicamente por los amos clase 2.

Amo Clase 1: encargado de las operaciones ciclicas (lecturas y escrituras) y control de circuitos abiertos

Amo Clase 2: encargado de los accesos aciclicos de parametros y funciones de equipos PA (estaciones de ingeniería tales como PDM, ComjuWinII, Pactwqare, etc.

- Valores estándares de configuración/operación: se acceden exclusivamente para lectura y escritura, a través de servicios aciclicos. Hay parametros que tienen que ser implementados y otros que son opcionales a los fabricantes.
- Parametros especificos de los fabricantes: exclusivos a la funcionalidad del propio fabricante del equipo y que se pueden acceder acíclicamente, pues también están definidos según el estándar de estructuras de datos del perfil.

Actualmente, el PROFIBUS-PA se define según el PROFILE 3.0 (desde 1999), donde hay informaciones para los varios tipos de equipos, tales como transmisores de presión, de temperatura, posicionadores de válvulas, etc.

Estos equipos se implementan de acuerdo con el modelo de bloques funcionales (function blocks), donde se agrupan los parametros, lo que garantiza un acceso uniforme y sistemático de las informaciones.

Varios bloques y funciones son necesarios, según el modo y la etapa de operación. Básicamente, hay tres:

- Bloques funcionales de entrada y salida analógicas: estos bloques describen las funcionalidades durante la operación, tales como: cambio de datos cíclicos de entrada y salida, condiciones de alarmes, límites, etc.
- **Bloco Físico (*Physical Block*): que traz informações de identificação do equipamento, pertinentes ao hardware e software.**
- Bloques Transductores (Transducer Blocks): los que almacenan informaciones de los sensores para utilizarse por los bloques funcionales, y que también reciben informaciones de estos para activar elementos finales de control. Normalmente, un equipo de entrada (un transmisor de presión) tiene un bloque transductor (TRD) que se conecta mediante un canal a un bloque de entrada analógica (AI) y un equipo de salida (un posicionador de válvula) tiene un bloque de salida analógica (AO), que recibe un valor de ajuste y lo dispone a través del canal a un bloque transductor (TRD) que accionará el elemento final (por ejemplo, posicionando una válvula).

Algunos equipos tienen varios bloques AIs y Aos y llamanse equipos multicanales, con varios bloques TRD asociados al hardware.

El PROFIBUS-PA aún distingue los perfiles en clases:

- **Equipamento Classe A: inclui informações somente dos blocos físico e de funções. Neste tipo de classe, o equipamento está limitado ao básico necessário para operação: variável do processo (valor e status), unidade e tag.**
- **Equipamento Classe B: possuem funções estendidas de informações dos blocos físico, transdutor e de funções.**

Una característica muy importante soportada en el PROFILE 3.0 es la definición de los equipos según los archivos GDS. Esos archivos garantizan que cualquiera sistema PROFIBUS pueda componer el equipo, sin importar sus características. Resulta en que cada fabricante puede desarrollar sus bloques funcionales específicos, además de lo que se describe en el perfil. Esto valora los equipos y posibilita la competencia en el desarrollo y la oferta de nuevas características en los equipos

Estos detalles específicos de los equipos pueden accederse a través de interfaces estándares, con concepto basado en EDDL (Lenguaje Electronica Descriptiva de Equipos, en inglés) o FDT (Herramienta de Equipo de Campo). A través de ellas, el usuario adquiere versatilidad y flexibilidad de configuración, parametrización, calibración y principalmente los mecanismos de download y upload (carga y descarga) en la etapa de planeamiento y puesta en marcha de los proyectos.

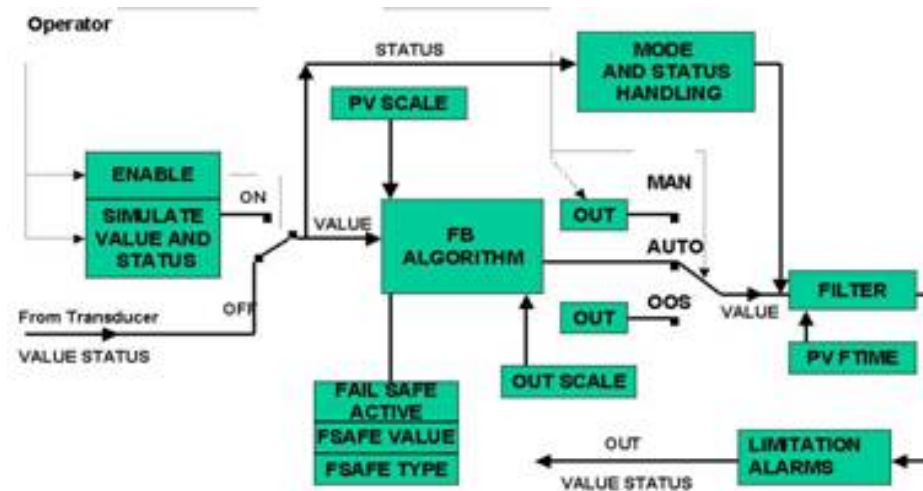


Figura 18 – Bloque de Entrada Analógica AI.

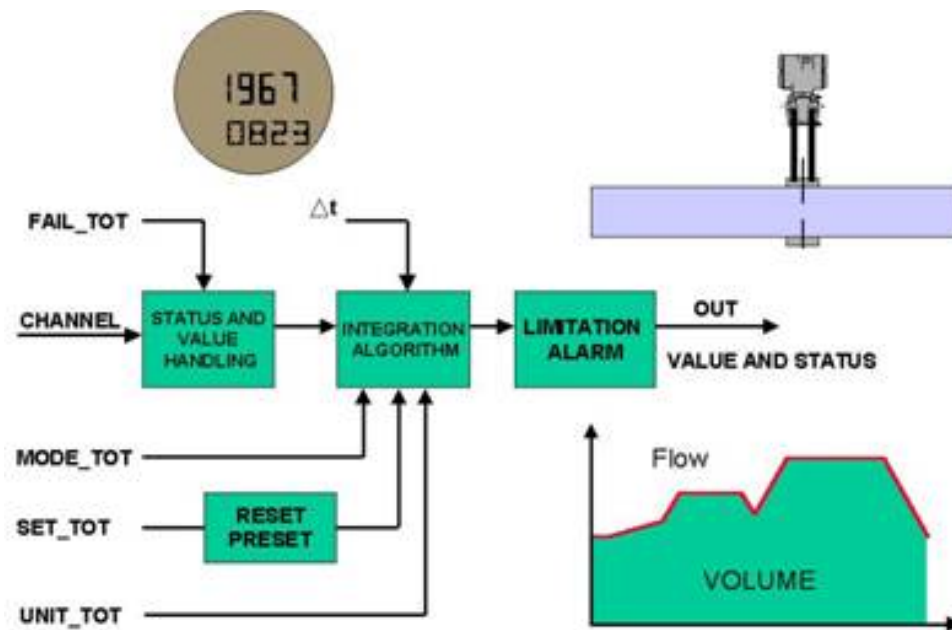


Figura 19 – Bloque de Totalization TOT.

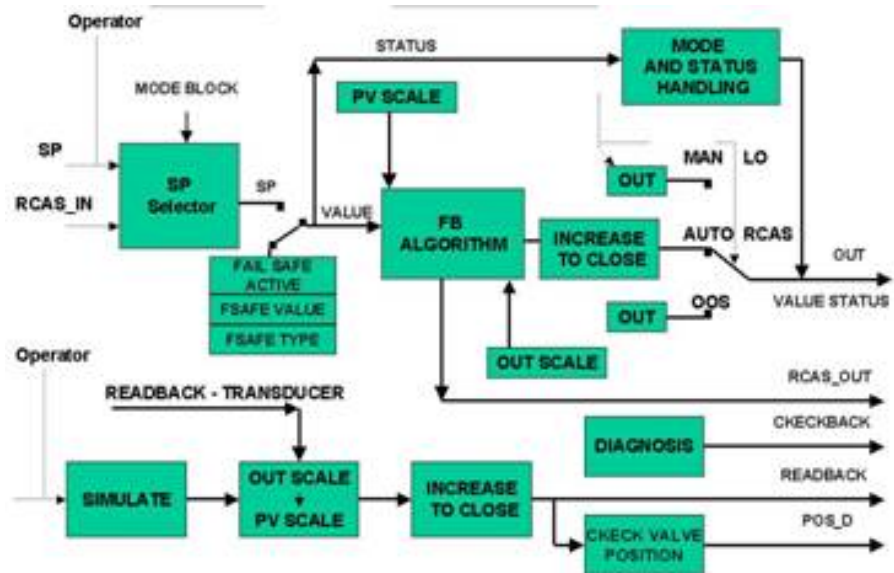


Figura 20 – Bloque de Salida Analogica AO.

PROFISAFE: EL PERFIL DE SEGURIDAD

La búsqueda de más recursos en el sector de automatización and control de procesos, a través del advenio de la tecnología digital y la rápida expansión del Fieldbus, favoreció el desarrollo de la tecnología del diagnóstico y como cuidar de fallos seguros. Principalmente, vuelta a la protección de la personas, los equipos/máquinas y el ambiente, buscando siempre el sistema seguro ideal.

Este sistema seguro requiere, en otras palabras, que los datos e informaciones pueden validarse en relación a sus valores y al dominio del tiempo, lo que se aplica al sistema entero. Esto garantiza que el dato recibido fue enviado correctamente y quien lo envió es también el remitente cierto. Además, que esa sea la información esperada, en un determinado momento, y la misma fue recibida en la secuencia correcta, etc.

Actualmente, el estándar más típico de seguridad internacional y abarca la mayor parte de los desarrolladores e implementadores de sistemas de seguridad es el llamado IEC61508. Este estándar muestra las actividades de todo el ciclo de vida de los sistemas electrónicos vueltos a la seguridad. Por lo tanto, trata tanto de requisitos de hardware como de software.

El peligro de accidentes en procesos de producción es grande y la probabilidad de accidente depende de la posibilidad de fallos. La ocurrencia de fallos depende del tipo y los requisitos de seguridad de la aplicación. El perfil de aplicación PROFIBUS "PROFIsafe" – Perfil para Tecnología Segura describe mecanismos de comunicación segura entre periféricos a prueba de fallos (Fail-Safe) y controladores seguros. Basase en los requisitos de estándares y reglas para aplicaciones vueltas a la seguridad, cual el IEC 61508 y el EN954-1, además de experiencia de los fabricantes de equipos a prueba de fallos y de la comunidad de fabricantes de CLPs.

Presentanse en seguida resumidamente sus principales conceptos.

Este perfil soporta aplicaciones seguras en amplia área de aplicaciones de campo. Y, al contrario de barramientos especiales en funciones de seguridad, permite la implementación de automatización segura a través de una solución abierta y con el estándar PROFIBUS, garantizando costos más efectivos de cableado, parametrización y funciones remotas de diagnóstico consistentes. Garantiza la seguridad en sistemas de control descentralizados a través de la comunicación Fail-Safe y los mecanismos de los dispositivos y equipos.

Vea abajo algunos ejemplos de las áreas de aplicación de este perfil de seguridad:

- Industria manufacturera
- Protección rápida de personas, máquinas y ambiente.

- Funciones de paros de emergencia.
- Barreras de luz.
- Control de entrada.
- Scanners.
- Drivers con seguridad integrada.
- Control de procesos en general.
- Areas quimica y petroquimica.
- Transporte publico.
- Otras.

La tecnología abierta PROFIBUS cumple con una serie de necesidades de las aplicaciones más variadas, según los principios de seguridad del PROFIsafe:

- Independencia entre comunicación relevantemente segura y comunicación segura.
- Aplicable a niveles SIL3 (IEC61508), AK6 (DIN V 19250) e categoria de controle 4 (KAT4) (EN 954-1).
- Usase redundancia sólo para aumentar la credibilidad.
- SIL3 (IEC61508), AK6 (DIN V 19250) y categoria de control 4 (KAT4) (EN 954-1).
- La introducción de funciones de transmisión segura debe restringirse a la comunicación entre equipos y no reducir la cantidad de ellos.
- Tratase siempre de la relación de comunicación 1:1 entre dispositivos F.
- La duración de las transmisiones debe monitorearse.

En la práctica, aplicaciones y estándares seguros compartirán los sistemas de comunicación PROFIBUS DP simultaneamente. Las funciones de transmisiones seguras incluyen todas las medidas que pueden descubrirse de manera deterministica, en posibles fallos peligrosos. Ellos pueden adicionarse al sistema de transmisión estándar, para minimizar sus efectos. Incluyense, por ejemplo, las funciones de mal-funcionamiento randomico, efectos de EMI, fallos sistematicos de hardware y software, etc.

Por ejemplo, durante la comunicación, es posible perderse un frame, o parte de el se repita, o aún, el aparezca en orden errado o mismo atrasado.

El PROFIsafe adopta algunas acciones preventivas objetivando aislar las posibles causas de fallos y, mientras estos ocurren, que lo sea bajo seguridad.

- Secuencia numerada de los mensajes seguros: con esto, minimizase la pérdida de comunicación, la inserción de bytes en el frame y la secuencia incorrecta.
- Secuencia de “*watchdog timer*” (alarma programado) para los mensajes y sus reconocimientos: controlando los atrasos.
- Una contraseña entre emisor y receptor: evitando la conexión de mensajes estándar y seguros.
- Protección adicional del mensaje con la inclusión de 2 a 4 bytes de CRC: evitando la corrupción de datos del usuario y el enlace de mensajes estándar y seguros.

Estas acciones deben analizarse y tomarse en una unidad de dato a prueba de fallo. Vea, en seguida, el modelo de mensaje F.

El PROFIsafe es una solución de software, con canal unico, implementada como estrato adicional por encima del *layer 7* de los dispositivos. Un estrato seguro define metodos para aumentar la probabilidad de prevenirse errores a ocurrir entre dos equipos/ dispositivos conectados en un fieldbus.

La gran ventaja es que puede implementarse sin cambios, brindando protección a las inversiones de los usuarios.

Usanse mecanismos de comunicación cíclica en los medios fisicos 485 o H1 (31.25kbts/s). Utilizase la comunicación cíclica en los niveles irrelevantes de seguridad de datos. Garantiza tiempos muy cortos de respuestas, lo ideal en manufacturas y operaciones cíclicas seguras, según las exigencias del area de control de procesos.

El PROFIsafe utiliza el mecanismo de detección de errores para mantener los niveles deseables de seguridad. Este perfil detecta errores de comunicación cual *frames* dobles o corrompidos, pérdida de frames, secuencia incorrecta de frames, atrasos y direccionamiento errado de frames. El perfil PROFIsafe utiliza la redundancia de información para validar la comunicación entre dos instrumentos. La información de seguridad relevante transmitese en conjunto con los datos de procesos, o sea, los embutidos en el frame basico del PROFIBUS DP. Un frame de ese tipo puede tratar al maximo de 244 bytes de datos de proceso.

El PROFIsafe reserva 128 bytes de ese total a los datos de seguridad. Además de esos, 4 o 6 bytes tratanse a parte, cual bytes de estatus y control, según la cantidad de datos seguros transmitidos. Envianse siempre dos bytes de control en un frame, un byte de estatus y otro de secuencia de dos frames. Los cuatro bytes restantes reservanse al chequeo generado para proteger la información de seguridad redundante. Una pequeña cantidad de datos de seguridad relevante transmitida resulta en un CRC de 16 bytes y en 4 bytes de control. En transmisiones de más de 12 bytes de datos seguros (hasta 122), usase un CRC de 32 bits y 6 bytes de control.

La figura 21 muestra um modelo de frame DP con la información de los conocidos bytes de ese frame, además de los datos a prueba de fallo (al maximo 128 bytes en 244 bytes, debido a la limitación de 64 palabras en el cambio de datos de una sola vez entre el Host y el Amo DP), y los recursos de seguridad de paridad y FCS - Frame Checking Secuence (Secuencia del Chequeo de Frame).

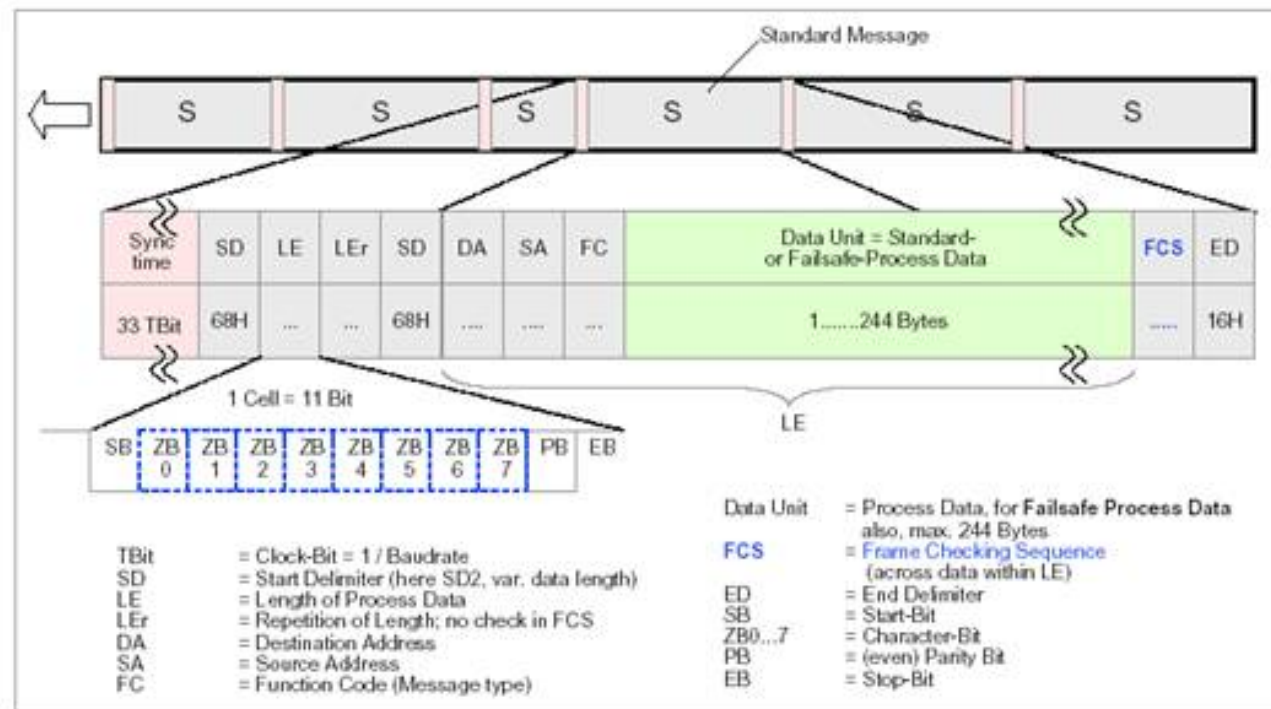


Figura 21 - Consideraciones de riesgo según el IEC 61508.

La figura 22 muestra el modelo de mensaje F (Fail-safe) a prueba de fallos, donde se pueden ver los bytes de control de integridad y minimización de errores descritos anteriormente como medidas preventivas.

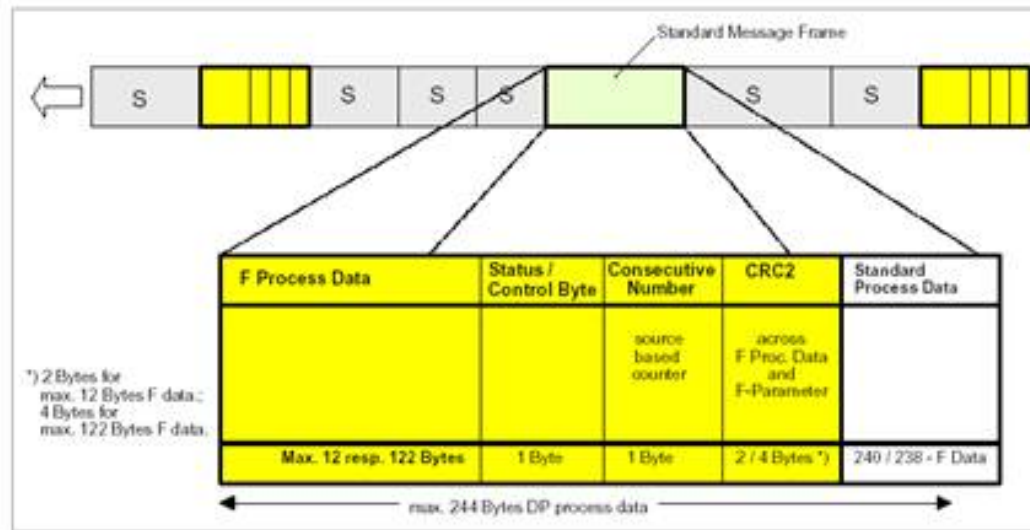


Figura 22 – Sistema típico donde la comunicación estándar y segura comparte el mismo barramiento y protocolo

Figura 23 – Detalles del tratamiento del fallo seguro, comunicación, paros programados (timeouts), CRCs, numeración de mensajes, etc.

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
tbd	res	res	Failsafe values (FV) activated	Communication failure: WD-timeout	Communication failure: CRC or consecutive number	Failure exists in F slave or F module	F slave has new i-parameter values assigned

Figura 23 – Arquitectura del PROFIsafe

A través del monitoreo y el control de informaciones entre amos y esclavos seguros, cual: sincronización, ciclo de protocolo F, watchdog timers, secuencia de los mensajes, repeticiones del frame, monitor SIL (contador de mensajes corripidas en un periodo de tiempo), se puede garantizar la seguridad a los niveles de integridad:

SIL	CRC	Length of process data	Time period (h)
3	16 Bit	< 16 Bytes	10
2	16 Bit	< 16 Bytes	1
3	32 Bit	< 128 Bytes	0.1
2	32 Bit	< 128 Bytes	0.01

Figura 24 – Monitor SIL.

Archivos GSD & PROFIsafe:

Equipos soportando las características PROFIsafe incluyen en su archivo GSD la siguiente palabra llave:

F_Device_supp = 1; 1 = F-device

CONCLUSIÓN

Presentamos algunos detalles del protocolo PROFIBUS, su abarcamiento de beneficios a la automatización y control de procesos continuos y discretos. Su potencialidad es notable a nivel mundial, tanto en aplicaciones como en la supervisión de divulgación y soporte con las Asociaciones Regionales y Centros de Competencia. Otro detalle es la preocupación de las compañías en seguir suministrando productos de acuerdo con los deseos del mercado y garantizar inversiones futuras con entera interoperabilidad y intercambialidad.

BIBLIOGRAFIA

- Descrição Técnica PROFIBUS.
- PROFIBUS GuideLine

- PROFIBUS-DP/PA - ProfiSafe, Profile for Failsafe Technology.
- IEC 61508 – Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems.
- Manuais PROFIBUS PA - SMAR.
- Material de treinamento SMAR Profibus, 2003, César Cassiolato.
- www.SMAR.com.br

Veja alguns artigos/aplicações com produtos SMAR em Profibus:

- [SYSTEM302-7 é tema de palestra em evento da Profibus em Ribeirão Preto](#)
- [SMAR e Profibus: sucesso garantido em plantas de biocombustíveis e bioenergia](#)
- [Automação da Unidade Alvorada do Bebedouro Açúcar e Álcool com o SYSTEM302-7 da SMAR](#)
- [Uso de repetidores em Profibus-DP](#)
- [As versões do PROFIBUS-DP](#)
- [BASF paints with PROFIBUS](#)
- [Brazil Coffee Plant](#)
- [Dicas de dimensionamento e instalação em redes Profibus PA](#)
- [Emulador de equipamentos de campo H1](#)
- [DT303 – Transmissor de Densidade com Tecnologia Profibus PA](#)
- [COCAMAR: A utilização de protocolos digitais no controle e automação de processos](#)
- [Foundation Fieldbus na prática: COCAMAR](#)
- [FISCO: Fieldbus Intrinsically Safe Concept](#)
- [Sensor Hall – A tecnologia dos Posicionadores Inteligentes de última geração](#)
- [Profibus: Por dentro da mudança de endereços das estações – Change Station Address](#)
- [Profibus-PA: byte de status e Fail-Safe](#)
- [Profibus: Tempo de Barramento](#)
- [Profibus-PA - Especificações para o modelo de blocos](#)
- [PROFIsafe – o perfil de segurança PROFIBUS](#)
- [Aterramento, Blindagem, Ruídos e dicas de instalação](#)
- [Paraguay Brewing](#)
- [Iron Ore Production Plant \(Brazil\)](#)
- [Lime Production with PROFIBUS PA \(Brazil\)](#)
- [Comestible Oil Refinery with PROFIBUS PA \(Brazil\)](#)
- [RPA AIMS to be Best Known Association in Brazil](#)
- [Water Treatment Station with PROFIBUS PA \(Brazil\)](#)

- Largest Phthalic Anhydride Producer of Latin America uses PROFIBUS PA (Brazil)
- Performance Improvements in Alcohol and Sugar Production Processes (Brazil)
- Evolução da Medição da Temperatura e detalhes de um Transmissor de Temperatura Profibus-PA
- Tecnologia Profibus em Plantas Eficientes
- César Cassiolato é o novo Presidente da Associação Profibus Brasil América Latina
- Implementação de Device Type Manager para posicionador inteligente Profibus PA
- Instalações em Profibus-DP: Técnicas & Dicas
- SMAR e Profibus: uma história de sucesso
- EDDL- Electronic Device Description Language
- SMAR apresenta tecnologia Profibus na ISA/GRINST

Para mais informação, visite também o site da Associação Profibus Brasil:

<http://www.profibus.org.br/>

[Home](#) | [Sobre Smar](#) | [Mapa del Sitio](#) | [System302](#) | [Soporte](#) | [Novedades/Acontecimientos](#) | [Entrenamiento](#) | [Industrias](#) | [Contáctenos](#) | [Links](#) | [Premios/Reconocimiento](#)

© Copyright 2001 - 2009 | SMAR Industrial Automation - all rights reserved - websupport@smar.com