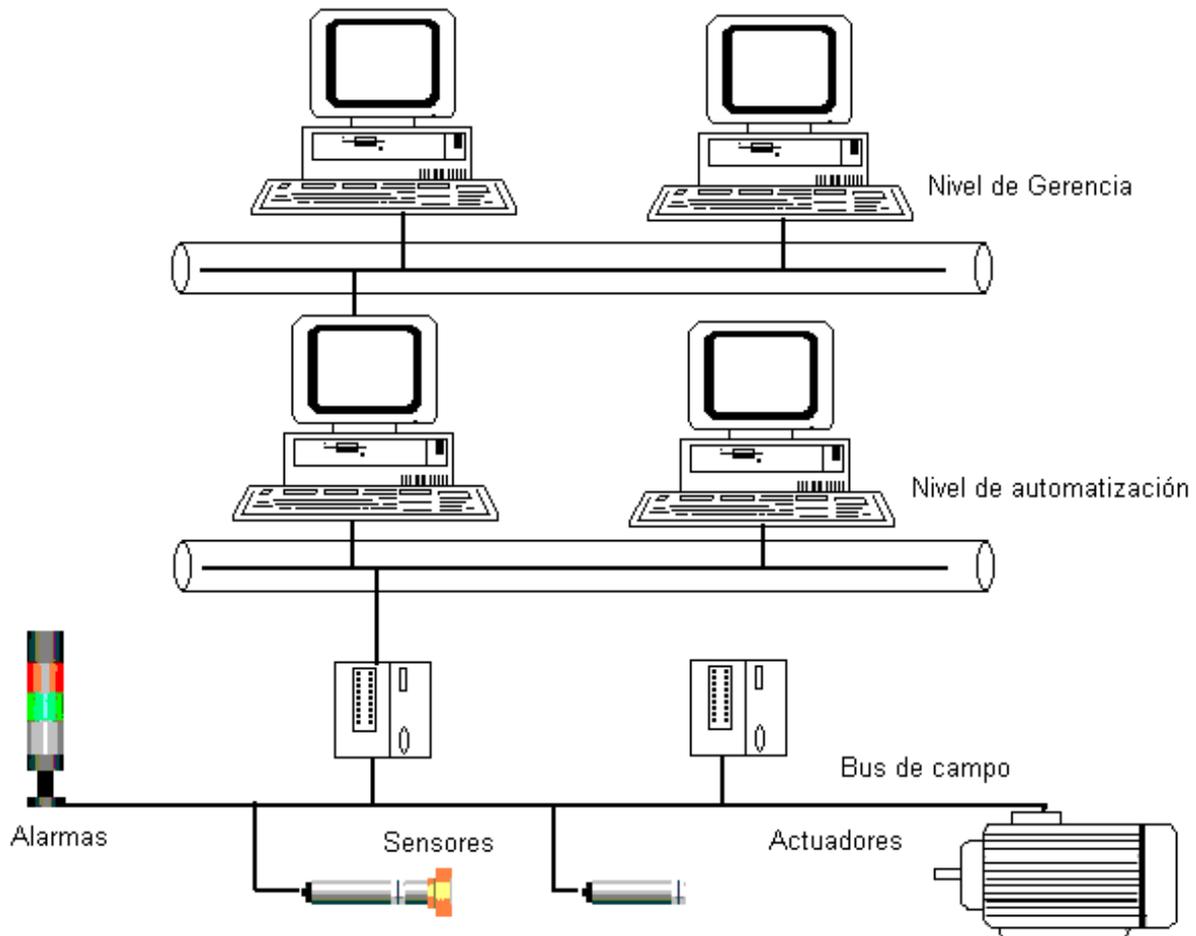


COMUNICACIONES EN ENTORNOS INDUSTRIALES

La estandarización de protocolos en la industria es un tema en permanente discusión, donde intervienen problemas técnicos y comerciales. Cada protocolo está optimizado para diferentes niveles de automatización y en consecuencia responden al interés de diferentes proveedores. Por ejemplo Fieldbus Foundation, Profibus y Hart, están diseñados para instrumentación de control de procesos. En cambio DeviceNet y SDC están optimizados para los mercados de los dispositivos discretos (on-off) de detectores, actuadores e interruptores, donde el tiempo de respuesta y repetibilidad son factores críticos. Por ejemplo en el mercado comercial de controladores de EE.UU. están los protocolos BACnet y LonMark

Cada protocolo tiene un rango de aplicación, fuera del mismo disminuye el rendimiento y aumenta la relación costo/prestación. En muchos casos no se trata de protocolos que compitan entre sí, sino que se complementan, cuando se trata de una arquitectura de un sistema de comunicación de varios niveles



HART (Highway Addressable Remote Transducer)

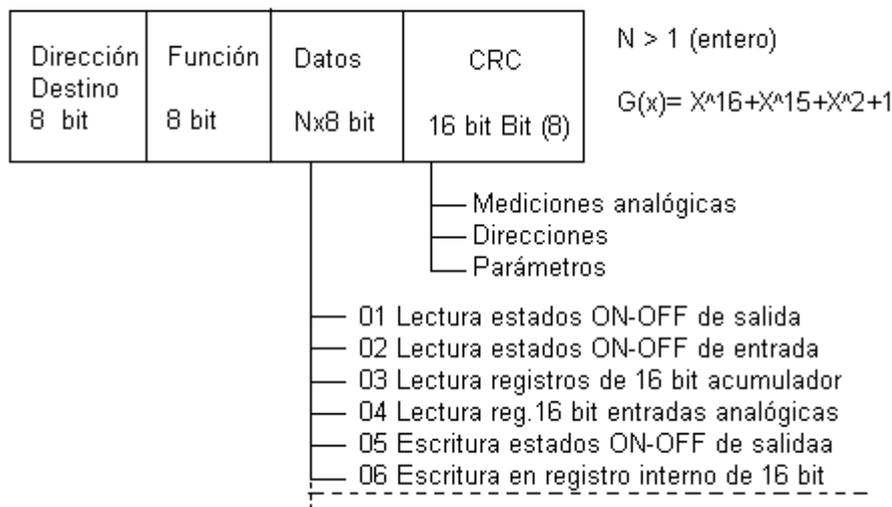
Es un protocolo de fines de 1980, que proporciona una señal digital que se superpone a la señal analógica de medición en 4-20 mA. Permite conectar varios dispositivos sobre un mismo cable o bus (Multidrop), alimentación de los dispositivos, mensajes de diagnósticos y acceso remoto de los datos del dispositivo, sin afectar la señal analógica de medición.

La mayor limitación es su velocidad (1200 baudios), normalmente se pueden obtener 2 respuestas por segundo. La alimentación se suministra por el mismo cable y puede soportar hasta 15 dispositivos

MODBUS.

Es un protocolo utilizado en comunicaciones vía módem-radio, para cubrir grandes distancia a los dispositivos de medición y control, como el caso de pozos de petróleo, gas y agua. Velocidad a 1200 baudios por radio y mayores por cable.

Es un estándar de facto.



DEVICENET

Resulta adecuado para conectar dispositivos simples como sensores fotoeléctricos, sensores magnéticos, pulsadores, etc. Provee información adicional sobre el estado de la red para las interfaces del usuario.

AS-i (Actuador Sensor-interface)

Es un bus de sensores y actuadores binario y puede conectarse a distintos tipos de controladores lógico Programable (PLC), controladores numéricos o computadores (PC).

El sistema de comunicación es bidireccional entre un maestro y nodos esclavos. Está limitado hasta 100 metros (300 metros con un repetidor) y pueden conectarse de 1 a 31 esclavos por segmentos.

El maestro AS-i interroga un esclavo por vez y para el máximo número tarda en total 5 ms.

Es un protocolo abierto y hay varios proveedores que suministran todos los elementos para la instalación. Constituye un bus de muy bajo costo para reemplazar el tradicional árbol de cables en paralelo

PROFIBUS

Esta desarrollada a partir del modelo de comunicaciones de siete niveles IS/OSI (International Standard /Open System Interconnet)

FIELD BUS FOUNDATION (FF).

Esta desarrollada a partir del modelo de comunicaciones de siete niveles IS/OSI (International Standards /Open System Interconnet)

Es un protocolo para redes industriales, específicamente para aplicaciones de control distribuido

Puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para aplicaciones con varios lazos complejos de control de procesos y automatización de la fabricación,

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

ETHERNET INDUSTRIAL

La aceptación mundial de Ethernet en los entornos industriales y de oficina ha generado el deseo de expandir su aplicación a la planta. Es posible que con los avances de Ethenet y la emergente tecnología Fast Ethenet se pueda aplicar también al manejo de aplicaciones críticas de control, actualmente implementadas con otras redes específicamente industriales existentes, como las que aquí se mencionan.

NIVEL DE COMUNICACION

Redes de comunicaciones

Las redes de comunicación pueden clasificarse en dos tipos generales:

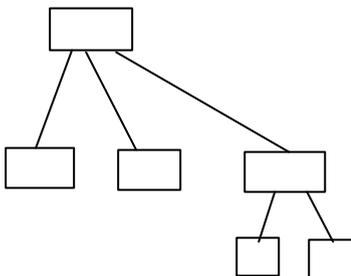
- * Redes de Area Local (LAN - Local Area Network), reducida a un edificio y de alcance hasta 5 km..
- * Redes de Area Amplia (WAN - Wide Area Network), extendida a través de todo el planeta.

Los componentes básicos son:

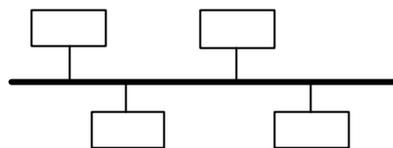
- * Cable físico de comunicación y equipo electrónico de transmisión /recepción.
- * Programas o software de comunicaciones.

Estos componentes determinan la topología de la red.

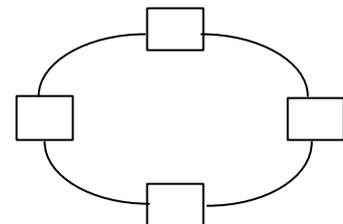
1.Red Jerárquica



2. Red en Bus



3. Red en Anillo



* Redes jerárquicas o en estrellas, donde uno de los equipos hace de host o nodo central y todos los demás son esclavos. Todas las comunicaciones pasan por dicho nodo central.

* Redes en bus, donde cada equipo transmite cuando no hay presencia de señal en la red, utilizando una técnica de acceso probabilístico denominada CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection), de aplicación en la red Internet.

* Redes en anillo, donde un testigo (token passing) circula por la red. Cada equipo retiene el testigo mientras transmite, lo que le da características de acceso determinístico, garantizando un tiempo máximo de espera en el que una estación accede a la red, de aplicación en la industria.

Comunicaciones en la industria

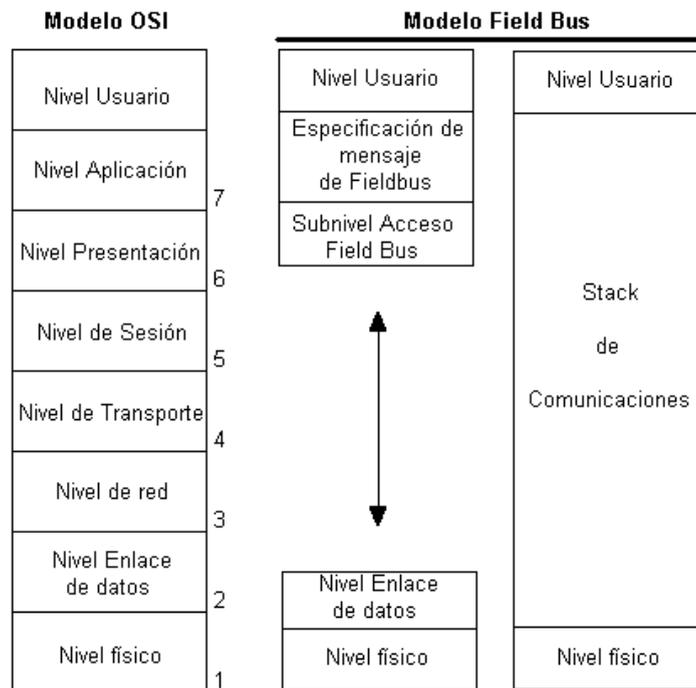
Los protocolos de comunicaciones digitales en la industria siguen, en general, el modelo estándar de interconexión de sistemas abiertos OSI. Sobre esta base y las recomendaciones de ISA (International Society for Measurement and Control) y la IEC (International Electrotechnic Committees) se ha establecido normas al respecto, en particular la IEC 1158 en desarrollo aun.

No obstante, como resultado de estas normalizaciones se presenta la estructura principal de dos importantes buses de campo que compiten en el ámbito internacional: FF (Foundation Fieldbus) y PROFIBUS.

No se incluyen otros buses de campo por razones de tiempo y espacio, tan importantes como WorldFIP, DeviceNet, ControlNet, InterbBus, LonWorks y en particular AS-i, SDS y Seriplex orientados al control discreto.

FF - Funndation Fieldbus

Fundamentalmente consta de: a) un nivel físico, b), una pila de comunicaciones (Stack) y c) nivel de usuario. No se implementan los niveles 3, 4, 5 y 6 del modelo OSI a causa que estos no se requerieren en aplicaciones de control de proceso, pero si se tiene en cuenta un importante Nivel de Usuario.



El nivel físico (características mecánicas, eléctricas y funcionales para establecer y liberar conexiones física) responde a normas ISA/IEC (ISA 550.02-1992/IEC 1158.2).

Poseen velocidades de 31,25 Kbs (baja), 1 Mbps (media) y 2,5 Mbps (alta).

En baja se puede alcanzar una distancia de 1900 m, la que disminuye con la cantidad de dispositivos en el bus, soporta especificaciones de seguridad intrínseca y es la velocidad prioritaria del FF.

La comunicación es compatible dispositivos existente en 4-20 mA.

Los dispositivos del bus toman energía del mismo par, evitando fuentes independientes.

El stack de comunicaciones provee los servicios de interfaces entre el nivel físico y el nivel de usuario y comprende fundamentalmente:

* El Nivel Enlace de Datos (Data Link) es del tipo token-ring y establece la vinculación con el Nivel Físico. Su función es la de controlar la transmisión de mensajes hacia y desde el Nivel Físico.

El acceso al bus se realiza mediante el programa LAS (link Active Scheduler) que actúa como un centralizador y arbitrador de uso del bus, permitiendo una comunicación determinista realizando una distribución del tiempo para que todo dispositivo conectado sea sensado. Además permite que todos los datos publicados en el bus están disponibles para todos los dispositivos conectados que los reciben simultáneamente.

* El Nivel de Aplicación comprende la transferencia de datos desde en Nivel 2 al Nivel 7 y el tratamiento de los comandos del Nivel de Usuario para direccionar y acceder por su nombre los dispositivos remotos.

Nivel Usuario define una interface que permite que el usuario interactue con los dispositivos de campo Hay dos recursos importantes: los bloques y la descripción de dispositivos.

Existen 3 tipos de bloques:

* Bloque de Recurso. Describe características del dispositivo tales como: nombre, fabricante, modelo y número de serie.

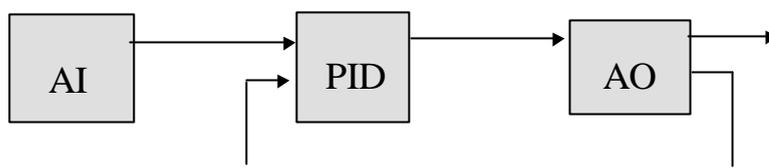
* Bloque de Función. Son objetos que proveen acciones de control en base al comportamiento de las I/O del dispositivo. Los bloques pueden residir dentro de los dispositivos de campo y estar disponibles para otros, a través de la red

La tabla siguiente reúne algunas funciones usuales de control y de I/O.

Block de Función	Símbolo
Analog Input	AI
Analog Output	AO
Discrete Input	DI
Discrete Output	DO
Manual Loader	ML
Proportional/Derivative	PD
Proportional/Integral/Derivative	PID

* Bloque de Transferencia. Acopla o desacopla bloques de funciones de acuerdo al requerimiento local de las I/O del dispositivo. El usuario crea aplicaciones sobre el bus de campo, conectando los bloques de función formando una estrategia de control distribuido, pudiendo especificar en que tiempo y en que dispositivo se ejecutan. Por ejemplo las funciones AI, PID y AO pueden residir en forma individual en un transmisor, en un controlador de lazo abierto y en un actuador respectivamente

El esquema siguiente muestra un control de lazo cerrado utilizando 3 Block de Funcion, donde la entrada analógica corresponde a un transmisor de presión, mientras que el algoritmo PID y la salida analógica corresponde a un posicionador de válvula de control



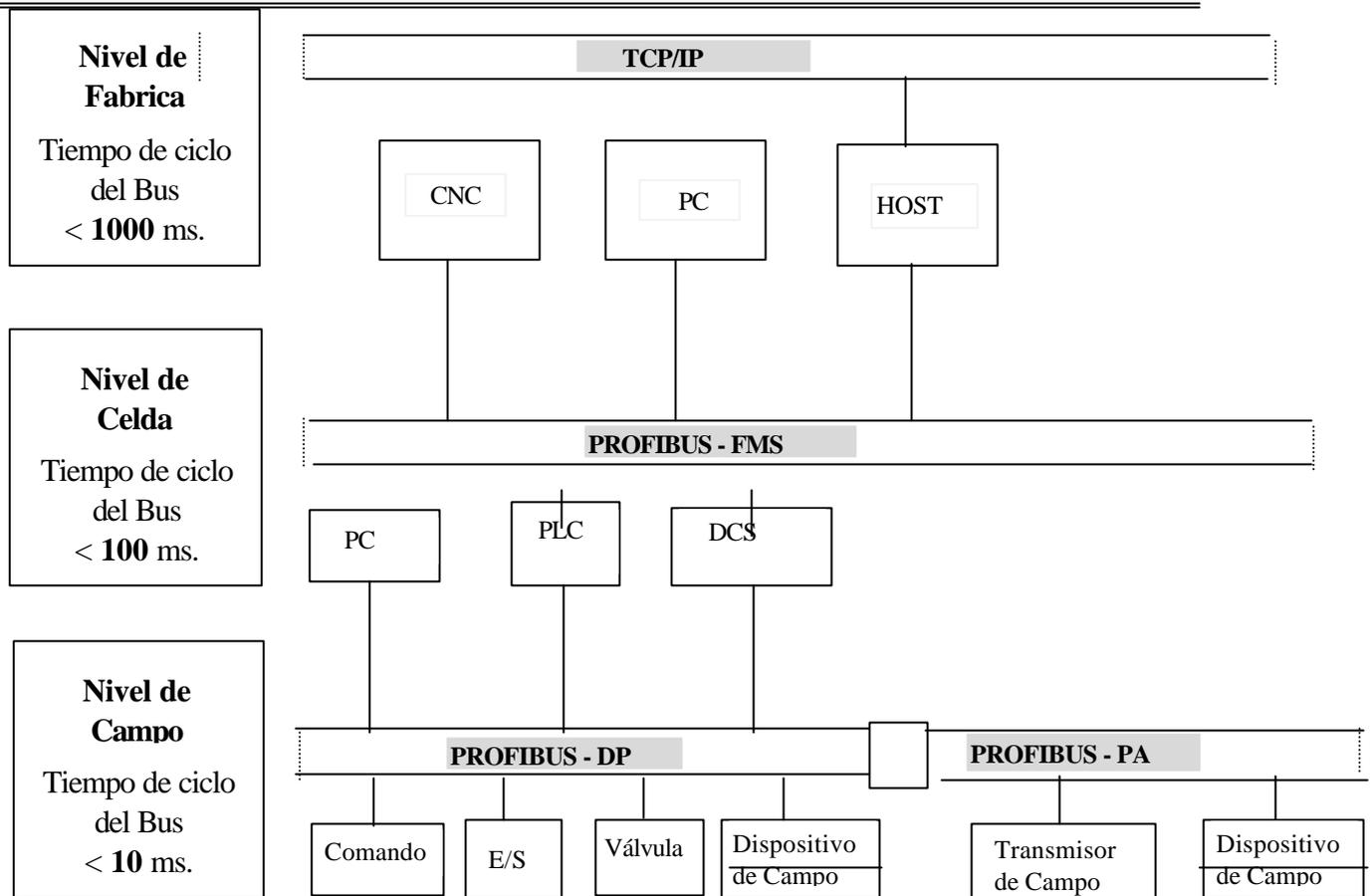
Con esta posibilidad de interconectar diferentes funciones de control que residen en diferentes dispositivos del bus de campo, el FF permite una verdadera arquitectura de control distribuido.

El segundo recurso importante es la descripción de las funciones disponibles en el dispositivo, partir de cuya información se puede crear la HMI (Human Machine Interface), que le permita al usuario configurar parámetros y realizar la calibración, diagnóstico y acceder a otras funciones de servicio que se encuentran en los dispositivos de campo.

Para mayor información sobre Fieldbus Foundation consultar a: www.fieldbus.org

PROFIBUS

Es un estándar originado en normas alemanas y europeas DIN 19245 / EN 50170. Cumple también con el modelo OSI de 7 niveles y las normas ISA/IEC. Utilizado en aplicaciones de alta velocidad de transmisión de datos entre controladores de I/O y complejas comunicaciones entre PLC. Tal es así que para diferentes tipos de comunicación presenta distintos tipos de soluciones, los cuales satisface con 3 implementaciones separadas y compatibles entre ellas: FMS, DP y PA



Profibus-DP

Esta diseñado para la comunicación con sensores y actuadores, donde importa la velocidad sobre la cantidad de datos (Tiempo de ciclo del bus < 10 ms.). En una red DP un controlador central como PLC o PC se comunica con los dispositivos de campo

Tiene definido los niveles 1 y 2 del modelo OSI, pero no los niveles 3 al 7. Tiene definido el Nivel de Usuario y dispone de un servicio de intercomunicación con el Nivel 2. Para el Nivel 1 dispone soporte de fibra óptica en RS-485

Profibus-PA

Esta diseñado específicamente para procesos de automatización, utilizando la norma IEC 1158.2 para el Nivel Físico el mismo bus suministra energía a los dispositivos de campo Utiliza el mismo protocolo de transmisión que el DP, ambos pueden ser integrados en la red con el uso de un segmento acoplador.

Profibus-FMS

Es la más completa y está diseñada para proveer facilidades de comunicación entre varios controladores programables como PLCs y PCs (Red de Celdas) y acceder también a dispositivos de campo (Tiempo de ciclo del bus < 100 ms.) Este servicio permite acceder a variables, transmitir programas y ejecutar programas de control tan pronto ocurra un evento.

Tiene definido los niveles 1, 2 y 7. Mediante el FDL (Fieldbus Data Link) se realiza el control y acceso al bus correspondiente al Nivel 2. Con el FMS Fieldbus Message Specifications se implementa el Nivel 7 vinculando el Usuario con el Nivel 2. Para el Nivel dispone soporte de fibra óptica en RS-485.

Nivel Físico para DP/FMS

El nivel físico más frecuente usado por Profibus-DP/FMS es RS-485. Las velocidades de transmisión pueden ser de 9.6 Kb/s a 12 Mb/s. En cada segmento del bus sin repetidor, pueden conectarse hasta 32 dispositivos y hasta 127 dispositivos pueden conectarse con repetidores.

La máxima longitud del cable (trenzado y apantallado) depende de la velocidad de transmisión.

Velocidad (Kb/s)	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1500	12000
Distancia/Segmento (m)	1200	1200	1200	100	400	200	100

Para mayor información sobre Profibus consultar a: www.profibus.com

SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LOS PROCESOS

Se ha producido un notable desarrollo en la utilización de la PC integrada en un sistema de control de planta. En los primeros años, todas las funciones de control se centralizaron en el PC, pero luego la tendencia ha sido hacia el control distribuido (RTU, DCS, PLC). Siempre se distinguen tres partes básicas: 1) Computador con su hardware y software de base. 2) Software de adquisición de datos y control.

3) Dispositivos de entrada/salida (sensores, actuadores y controladores).

El software de adquisición de datos y control al nivel de planta es un elemento clave para desarrollar una estrategia CIM en la empresa. Estos paquetes han evolucionado a partir de los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), denominación que se aplica a sistemas de control en los que el proceso está

disperso en una amplia superficie geográfica, de aplicación generalizada en la extracción de petróleo, oleoductos, gasoductos, acueductos, etc. No obstante ya hay una generalización de aplicaciones en plantas o fabrica, donde la conexión a dispositivos de campo se realiza por cable.

Sistema SCADA

Tienen una arquitectura Maestro-Esclavo, donde cada dispositivo Remoto responde cuando es interrogado desde una estación central (Maestra). Los mensajes son emitidos desde la Maestra a intervalos regulares y son escuchados por todas las unidades remotas, aunque solo responde aquella que reconoce su propio numero de identificación.

Un sistema SCADA consta de 3 partes fundamentales:

* Unidades Remotas - RTU (Remote Terminal Unit) que reciben señales de los sensores de campo y comandan elementos finales de control. Tienen un canal serie de comunicación para interconexión por cable o radio frecuencia. Son programables y tienen capacidad de algoritmos de control. Un PLC también puede integrarse dentro de una RTU y formar parte de la estrategia de control que se quiera implementar en el lugar. Un protocolo de comunicación muy utilizado por varios fabricantes es el MODBUS.

* Estación Maestra, es un computador que permita correr un programa SCADA de cierta complejidad, que comprende diversas funciones.

* Sistema de comunicación, realizada por distintos soportes y medios de acuerdo al tamaño del sistema SCADA, distancias de las RTU, velocidad y disponibilidad de servicio publico de comunicación.

Línea dedicada

Línea telefónica

Coaxil/fibra óptica

Telefonía celular

Radio VHF (Very High Frecuency)/UHF (Ultra High Frecuency)

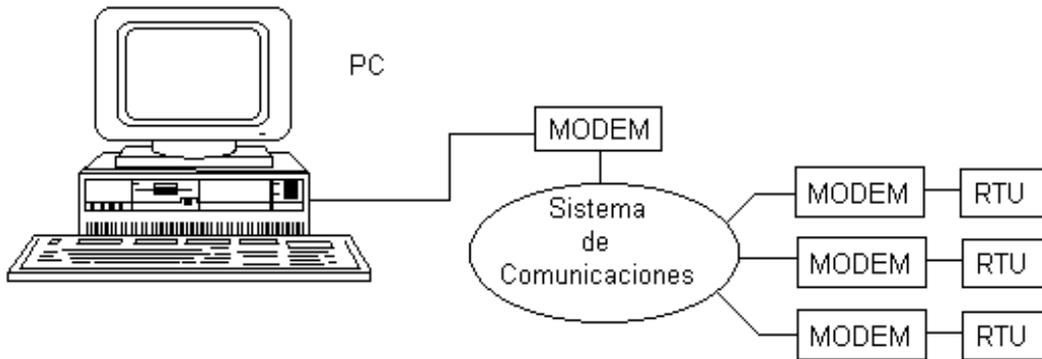
Microondas

Satélite

Software SCADA

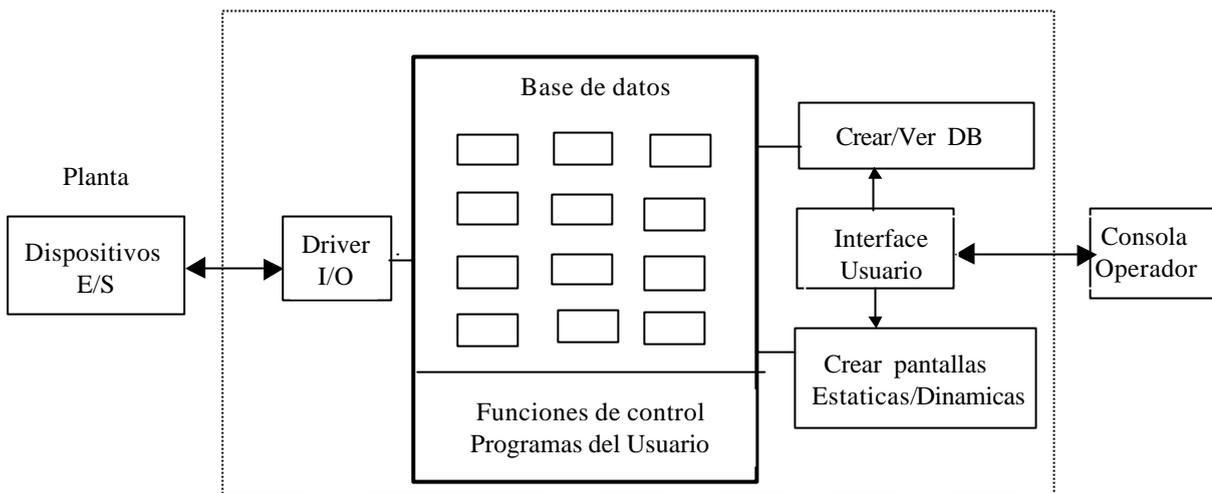
Comprende diversas funciones como:

- Manejo del soporte o canal de comunicación.
- Manejo de uno o varios protocolos de comunicación (Drive)
- Manejo y actualización de una Base de Datos
- Administración de alarmas (Eventos)
- Generación de archivos históricos.



- Interfaces con el operador (MMI - Man Machine Inteface)
- Capacidad de programación (Visual Basic, C)
- Transferencia dinámica de datos (DDE)
- Conexión a redes

Se presenta una estructura básica:



Hay varios paquetes de calidad: FIX, INTOUCH , FACTORY, TAURUS, REALFLEX, GENESIS , LABVIEW por nombrar proveedores independientes, que no son fabricantes de equipos de medición y control.

Todo proceso productivo con cierto grado de automatización debe disponer de un sistema de supervisión y control que proporcione la información imprescindible para la toma de decisiones basadas en la propia información del proceso y otras informaciones del resto de la organización.

El software SCADA se ajustan a estas premisas.

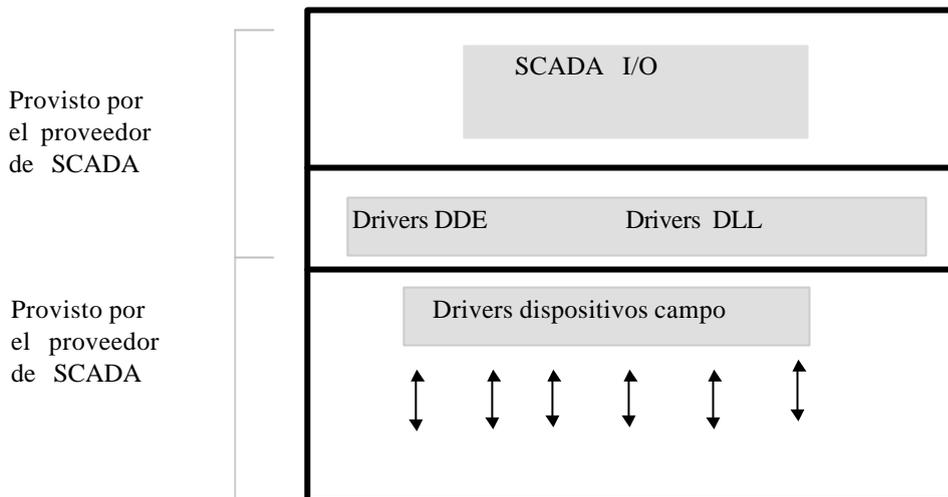
Tienen 4 niveles principales:

- * Gestión Intercambio de información para la toma de decisión estratégica.
- * Operación Supervisión, mando y adquisición de datos del proceso.
- * Control Dispositivos de control distribuido
- * Sensores y Actuadores Dispositivos de campo e instrumentación.

Debe tener capacidad para comunicarse con múltiples redes de instrumentos, aun siendo de distinta procedencia y fabricantes (standard IEC 1131.3).

Debe comunicarse con otros paquetes de software por medio de DDE (Dynamic Data Exchange) -DLL (Dynamic Link Libraries) como canal de comunicación, implementados por el sistema operativo, que permite que diversos paquetes de software envíen y reciban datos comunes. Por ejemplo se puede relacionar una celda de una hoja de calculo con una variable del sistema y así variar puntos de consignas del proceso, o bien comunicación directa con los drivers de I/O de los dispositivos de campo.

Un Drive de campo es un software que corre dentro del sistema SCADA y actúa como interface para posibilitar la transmisión de datos entre la puerta serie del computador y los dispositivos de campo.



Un SCADA debe comunicarse en red para intercambiar datos con otros sistemas SCADA o con nodos ajenos al sistema, tales como bases de datos gerenciales, estadísticas, de producción. La facilidad de protocolos de red (TCP/IP, IPX/SOX, NETBIOS, etc) hace que el sistema de automatización se integre en el ambiente

corporativo de la organización, creando una comunicación fluida entre los niveles de fabrica, operación y dirección. Todo esta integración permitirá implementar fácilmente alguna estrategia CIM.

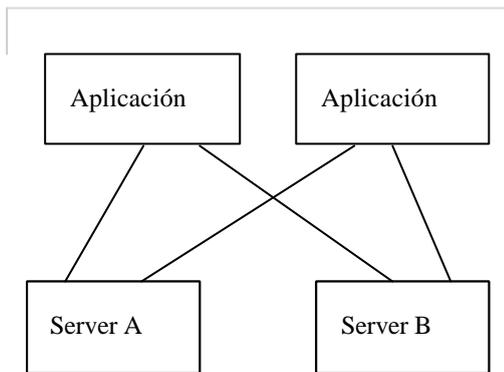
Las interfaces API (Appication Programming Interfaces) para gráficos, base de datos, informes, estarán disponibles para que el usuario pueda utilizarlas a través de lenguajes de programación, como C o Visual Basic. Con dichos lenguajes puede desarrollar nuevas Interfaces que le permitan implementar: Modelos matemáticos para optimizar el proceso, ejecución de algoritmos de control específicos, aplicaciones estadísticas, interfaces especiales de mantenimiento y gestión, etc.

Sistema SCADA con OPC

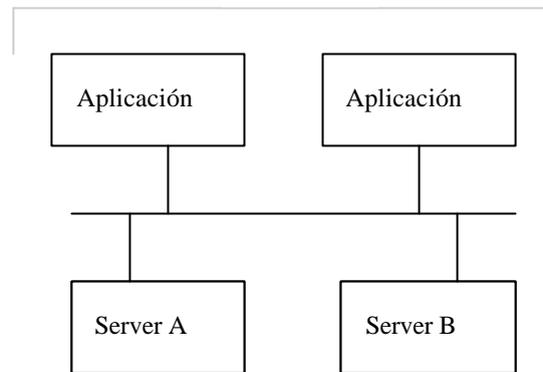
Una dificultad de las operaciones de control industrial es la de compartir información entre dispositivos inteligentes de campo, como así también con el resto de la empresa. El problema hasta ahora se ha resuelto escribiendo un sinnúmero de protocolos, que definen de que manera se estructuran los datos que transmite cada dispositivos. Esta diversificación obliga a los desarrolladores de software SCADA a incorporar centenares de driver para cada fabricante.

Se ha desarrollado una norma de intercambio de datos para el nivel de planta basada en la tecnología OLE (Object Linking and Embedding) denominada OPC (OLE for Process Control), que permite un método para el flujo transparente de datos entre aplicaciones corriendo bajo sistemas operativos basados en Microsoft Window. Se dispone de una versión inicial de la norma desde mayo de 1996. OPC es un primer paso concreto que permite una red para compartir los datos de los dispositivos a nivel de proceso.

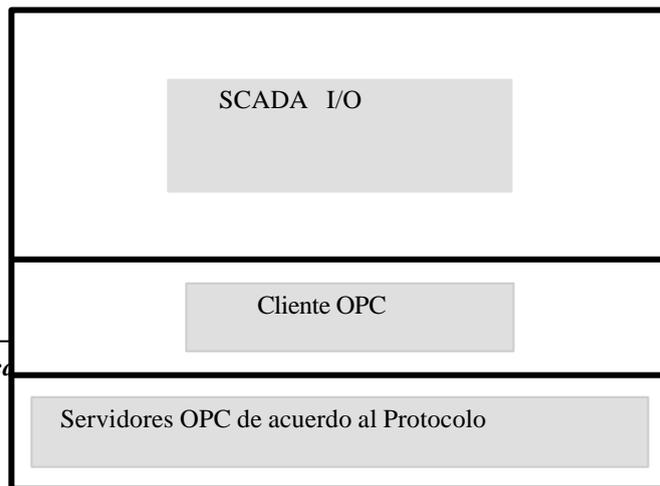
ACTUAL



FUTURO



Provisto por el proveedor de SCADA



Provisto por el proveedor de dispositivos

Con la tecnología de objetos, se ofrece al usuario dos ventajas básicas:

- * Permite crear objetos, que son piezas de código reutilizables para facilitar la implantación y mantenimiento de las aplicaciones.
- * Permite crear objetos entre diferentes aplicaciones de modo que puedan interoperar y comunicarse a través de una red.

Esto permitirá que múltiples dispositivos que hablan diferentes protocolos, puedan compartir el mismo puerto de comunicación del maestro de SCADA, eliminando así la necesidad de tener un puerto para cada protocolo. Debido a la gran cantidad de drivers actuales, la disponibilidad de servidores OPC no será inmediata. El advenimiento de arquitectura de software basadas en objetos y de drivers basados en OPC en los paquetes SCADA, se espera que tengan un gran impacto en los costos. Toda actualización o incorporación de drivers será fácil y se ampliará el ciclo de vida de los paquetes SCADA.

-----Mendoza 23.08.99