

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA



“Diseño de sistemas de gestión y supervisión de control de procesos
industriales”

PRESENTADO POR:

JOSÉ ERNESTO FIGUEROA DÍAZ
ROSA AMINTA TORRES RAMÍREZ

PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO ELECTRICISTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2006

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:
INGENIERO ELECTRICISTA

Título :

“Diseño de sistemas de gestión y supervisión de control de procesos
industriales”

Presentado por :

JOSÉ ERNESTO FIGUEROA DÍAZ
ROSA AMINTA TORRES RAMÍREZ

Trabajo de Graduación aprobado por :

Docente Director :
ING. RICARDO CORTÉZ

Docente Director :
ING. LUIS ESCOBAR BRIZUELA

San Salvador, Abril de 2006

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA :

DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL :

LICDA. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO :

ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ

ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

DIRECTOR :

ING. LUÍS ROBERTO CHÉVEZ PAZ

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

Ing. Ricardo Cortéz

Docente Director :

Ing. Luis Escobar Brizuela

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar dar gracias a Dios por permitirme culminar esta etapa de formación. Al Espíritu Santo por llenar mi corazón con: mucha paciencia para poder soportar y esperar su resolución en cada prueba, sabiduría para direccionar adecuadamente toda la información contenida en este documento y poder sobre llevar cada momento crítico, por su amor y prudencia, como también a la Virgen María por ser siempre mi intercesora ante su hijo.

En segundo lugar a mi familia, principalmente a mi madre que me ha respaldado en cada momento de mi vida con su amor, oraciones, apoyo moral y económico, siendo mi reto a seguir como ejemplo de superación profesional y personal, además quiero agradecerle especialmente a mi hermano Manuel que ha financiado con un aporte significativo el trabajo de investigación contenido en esta tesis. Gracias a los dos por su tolerancia y comprensión.

En tercer lugar a mis amigos: Milton Sigarán y Alex Coto que siempre estuvieron incondicionalmente apoyándome con el mantenimiento a mi computadora a cualquier hora del día y su amistad, también a mis colegas Bernardino Gutiérrez, Alfonso Ortiz, Mario Corleto y Oscar Palma por su cariño, respeto, horas de estudio y apoyo brindado en cada momento inolvidable vivido en la casa club.

Por último a mi compañero de tesis y amigo, por enseñarme que existe otra manera de vivir.

Infinitas Gracias, los llevaré siempre en mi corazón.

Rosa Aminta Torres Ramírez

A Dios por siempre guiarme y haberme llenado de sabiduría y prudencia, además de permitirme sentir su presencia a lo largo de cada cada momento difícil de esta etapa y a la Virgen María por enseñarme a confiar siempre en la voluntad de Dios y por ayudarme a esperar pacientemente y en paz el desenlace de un problema.

A mis padres, José Octavio Díaz y Marta Lilian Avilés, por su confianza, formación y amor, por todas las oraciones y todo el apoyo incondicional, principalmente gracias por que sin ustedes mi vida no hubiese sido igual.

A mi padre Eliseo Figueroa, que siempre me contagió de su alegría y optimismo, gracias por creer en mí y por apoyarme justo en el momento en que más lo necesité.

A Roxana, gracias por ser siempre ese resplandor de alegría a través de mis angustias, por ayudarme a darle forma a mis sueños y por llevarme siempre en tus oraciones.

A mis jefes de mis dos etapas laborales vividas a lo largo de este proceso, los ingenieros Gustavo Chávez y Víctor Hugo Méndez, por mostrar siempre una actitud comprensiva y una buena disposición a colaborarme en los momentos en que necesité dedicarle un tiempo extra a este trabajo.

A la sra. Enilda Torres por su amistad incondicional y por siempre recibirme en su casa con una sonrisa y estar siempre pendiente de mi salud a lo largo de mis estudios.

A mis amigos, Mario, Oscar, Samuel, Alfonso, Aminta y Omar por todos los momentos alegres y angustiosos que pasamos juntos a lo largo de toda la carrera, gracias por su apoyo, pero principalmente por enseñarme a convivir en grupo y a trabajar en equipo.

José Ernesto Figueroa Díaz.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1. ANTEPROYECTO	2
1.0 ANTECEDENTES	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2 OBJETIVOS.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4 ALCANCES	7
1.5 LIMITACIONES.....	8
CAPITULO 2. ESTRUCTURA JERARQUICA DE COMUNICACIÓN DE DATOS.....	9
2.0 ESTRUCTURA JERÁRQUICA CIM. DEFINICIÓN	9
2.1 CONSIDERACIONES PARA DETERMINAR EL TIPO DE BUS EN UNA RED INDUSTRIAL.....	14
2.2 ALTERNATIVAS DE BUS DE SENSORES	16
2.2.1 INTERFASE AS-I.....	17
2.2.2 SERIPLEX	24
2.3 BUS DE CAMPO.	33
2.3.1 FACTORES PARA IMPLEMENTAR UN BUS DE CAMPO	33
2.3.2 COMPONENTES DE UN PROYECTO BUS DE CAMPO Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	36
2.3.3 ALTERNATIVAS DE BUSES DE CAMPO.	38
2.4 RESUMEN DE PROTOCOLOS DE MAYOR USO EN LA INDUSTRIA.	84
BIBLIOGRAFÍA DE CAPITULO DOS.....	88
CAPÍTULO 3. NIVEL DE CONTROL DE LA PIRÁMIDE CIM.	
3.0 NIVEL DE CONTROL.....	89
3.1 RED DE AREA LOCAL (LAN)	92
3.1.1 LAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE UNA LAN SON:	92
3.1.2 ESTÁNDAR LAN IEEE 802.X.....	117
3.1.2.1 ESTÁNDAR LAN IEEE 802.3.....	117
3.1.2.2 ESTÁNDAR LAN IEEE 802.4.....	125
3.1.2.3 ESTÁNDAR IEEE 802.5.	128
3.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES WAN.....	130
3.2.1 TIPOS DE REDES WAN.....	134
3.2.2 PROTOCOLOS A NIVEL DE RED.....	142
BIBLIOGRAFÍA DEL CAPITULO TRES.....	160

CAPÍTULO 4. NIVEL DE GESTION.....	161
4.1 SISTEMA SCADA.....	161
4.2 LISTA DE OPCIONES DE SOFTWARE SCADA CON SU ESTRUCTURA DE COMUNICACIÓN.....	180
4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA.....	199
4.4 INTERFAZ OPC. (OLE FOR PROCESS CONTROL).....	214
4.5 TUTORIAL SOBRE DESARROLLO DE UN PEQUEÑO PROYECTO CON SCADA SATURN.....	221
4.6 EJEMPLO DE MONITOREO Y CONTROL DE UN PROCESO MEDIANTE SATURN.....	225
BIBLIOGRAFÍA DE CAPITULO CUATRO	229
CONCLUSIONES GENERALES	230
ANEXOS	232
GLOSARIO.....	260

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria salvadoreña, experimenta la necesidad de contar con una estructura de red de comunicación que integre todos sus procesos, desde producción hasta supervisión global e incluso gestión. En nuestro entorno industrial realmente pocos esfuerzos van orientados a implementar un sistema de supervisión y gestión integrados debido al aspecto económico, ya que estos sistemas necesarios para ejecutar una producción más eficiente se encuentran disponibles en el mercado de manera completa pero a costos muy elevados, costos que de acuerdo a la realidad salvadoreña son muy difíciles de cubrir a excepción de grandes organizaciones existentes en el país. La característica de estos sistemas disponibles en el mercado es que poseen una arquitectura cerrada, es decir, toda la estructura de red es del mismo fabricante, desde los controladores hasta el software de gestión.

Este trabajo se enfoca en plasmar opciones para implantar un sistema de arquitectura abierta, es decir, que todos los componentes de la red puedan interactuar con dispositivos de distintos fabricantes y lograr así una operabilidad óptima basada en el aprovechamiento de las características particulares que cada fabricante ofrece contando siempre con la opción del mejor precio disponible.

A lo largo del presente trabajo se van desarrollando las opciones orientadas al desarrollo de la estructura de comunicación industrial deseada, empezando en el primer capítulo la descripción de una propuesta de esquematización de red industrial y el detalle de sus primeros niveles como lo son el nivel de bus de sensores y el de bus de campo, en el siguiente capítulo, se detalla el tercer nivel en la estructura propuesta, especificando todas las características de una comunicación a nivel de red y finalmente, en el último capítulo, se encuentra una importante guía de selección sobre software de supervisión y adquisición de datos para las empresas que deseen implementar un sistema de supervisión global a precios alcanzables.

CAPITULO 1. ANTEPROYECTO

1.0 ANTECEDENTES

En la actualidad la industria salvadoreña se deberá someter a las normas internacionales que impone la globalización si realmente desea ser competitiva y eficiente con respecto a la industria de otros países. Es necesario eliminar un fenómeno que es bastante común dentro de una misma empresa, como es el fenómeno de las islas automatizadas, para eliminarlo bastará con integrar todos los diferentes procesos de automatización que existen (y que son independientes entre si) para poder comunicarse y lograr tener lo que se conoce como sistema de control industrial.

En la industria salvadoreña pocos esfuerzos se han hecho por diseñar sistemas de supervisión y gestión integrados. El proceso de automatización solo consiste usualmente en el control del sistema por medio de PLCs y se olvida por completo la importancia de tener una supervisión global que permite informar del comportamiento de todas las variables del proceso, alterar programas e identificar puntos de falla desde un lugar remoto. También se olvida la importancia de un proceso de gestión que facilita la presentación de resultados en tiempo real, el control de calidad, la dirección de un proceso en un futuro, etc.

Es necesario mencionar que las tareas automatizadas de gestión y supervisión se están realizando con sistemas basados en PCs debido a gran número de ventajas que éstas ofrecen (potencia de programación e interfaz con el usuario, la capacidad de memoria, presentación adecuada de los resultados, ayudas en línea, etc.) , el control directo lo realizan los autómatas programables que están conectados a una PC la cual realiza las funciones de diálogo con el operador, el tratamiento de la información y el control de la producción por medio de un software de aplicación que nos sirve como interfaz entre hombre y máquina (HMI), a este software que es creado específicamente para el área de producción se le define como SCADA (Supervisory Control Data Acquisition).

Para tener una idea clara de lo que implica diseñar un sistema de gestión y supervisión integrado para procesos industriales se requiere conocer los niveles que clasifican a dicho sistema, sus respectivas características, limitaciones, ventajas, desventaja, etc. Con

el objetivo de establecer el nivel de partida para la propuesta de análisis y aplicación de los sistemas de control de gestión y supervisión en la industria salvadoreña.

Cualquier sistema de control industrial que desea tener una estructura de comunicación se ve sometido a las siguientes etapas estándares: captación de señales, procesamiento de información, supervisión global y la etapa de gestión.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Desarrollo del entorno industrial se puede clasificar de manera general en tres fases: Producción, Supervisión y Gestión, en cada una se necesita cubrir ciertas necesidades.

En la fase de Producción se necesita: control en tiempo real, inmunidad a ruidos e interferencias en los sistemas de control, adaptación a riesgos especiales, simplificación del cableado, etc. En la fase de Supervisión se necesita acceder a grandes cantidades de información sobre el proceso controlado no siendo crítico el tiempo de respuesta y la Gestión de la empresa que necesitará acceso a bases de datos (producción, calidad, costos) comunicación con los clientes, proveedores, etc. La solución que se ha planteado al problema de comunicar óptimamente todos los niveles de la red industrial es Jerarquizar los Niveles de Comunicación, eligiendo las etapas según sus requerimientos y para ello se creó a partir del modelo CIM una estructura óptima de redes que permite obtener ventajas con un mínimo d costo y complejidad.

Para lograr incorporar este modelo en la industria salvadoreña se tienen que afrontar dos problemas. Primero, reconocer la importancia de las fases de supervisión y gestión para incorporarlas al proceso productivo de tal forma que esto permita aprovechar al máximo los recursos y obtener la mayor cantidad de información desde el punto de vista técnico, del de control, y desde el punto de vista administrativo, por medio de una interfaz que permita visualizar en la pantalla de una PC todo lo relacionado al proceso productivo; y segundo, para poder adoptar el modelo CIM, la red industrial necesita comunicar sus equipos en cada nivel por medio de protocolos. Para cada uno de estos niveles, el mercado ofrece una serie de productos de distintos fabricantes. Estos productos han sido creados por separado y han sido concebidos pensando en solucionar un nivel del proceso, lo que dificulta actualmente su integración en red.

1.2 OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- Promover en la industria salvadoreña el uso de medios interactivos para los procesos controlados mediante una PC.
- Investigar la aplicación de software estándar para el control de procesos en la industria salvadoreña.
- Investigar los buses industriales de campo con PLCs en controles industriales y sus aplicaciones en el medio industrial salvadoreño, en el marco de la globalización y los tratados de libre comercio.
- Diseñar una aplicación de control con un software estándar conveniente y con un bus industrial de campo apropiado para el ambiente industrial en el país

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar las características y capacidades de software estándar de control en la gestión y supervisión de procesos.
- Investigar diferentes tipos de buses industriales de campo (fieldbus) y seleccionar el que sea más conveniente, desde el punto de vista económico y técnico, para el ambiente industrial en el país.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En El Salvador la estructura de comunicaciones en el entorno industrial sólo incluye la adquisición de datos, procesamiento de información y supervisión local de cada subproceso, pero ahora de cara a la globalización es importante implementar el proceso de supervisión global y de gestión, de tal forma que facilite de modo interactivo el control de producción, control de calidad y dirección general del proceso de control en tiempo real.

La Universidad de El Salvador como centro de estudios superiores y de investigaciones debe estar siempre a la vanguardia en cada campo de la ciencia y tecnología. Con esta propuesta de estandarización la escuela de Ingeniería Eléctrica estaría dando un aporte más a un área que hasta el momento no se le ha dado la importancia debida en el sector de la industria nacional por lo tanto se considera oportuno proponer un estándar concreto de todo lo que implica el sistema de gestión y supervisión de control de procesos para la industria salvadoreña. Algunas de las características que debe poseer son la eficiencia, facilidad de comunicación, costos de instalación mantenimiento, tipo de tecnología y/o confiabilidad entre otras, siempre basándose en las normas internacionales que se citaron con anterioridad.

1.4 ALCANCES

- Investigar sobre los diferentes tipos de buses de campo y software de aplicación existentes y seleccionar aquellos que pueden ser utilizados en el sector industrial del país.
- Proponer el software de mayor conveniencia para aplicaciones de gestión y control de procesos industriales en la industria salvadoreña. Para lograr esto se compararán aplicaciones de software de mayor uso en la industria, así como estándares internacionales.
- Crear un tutorial para el diseño de aplicaciones con el software más conveniente según el apartado anterior.
- Diseñar un ejemplo de gestión y supervisión de un proceso de control con el uso del bus de campo escogido y con el software seleccionado mediante una PC

1.5 LIMITACIONES

- La adquisición de licencias de software de aplicación y de la tarjeta de adquisición de datos que se utilizarán en la propuesta de diseño de la interfaz hombre máquina del sistema. Estas dos limitaciones definen un criterio importante a evaluar en la toma de decisión de la selección entre las propuestas de software y de la cual se diseñará la aplicación.
- Disponer de una PC con los recursos de hardwares suficientes y necesarios para manejar las tarjetas de adquisición de datos y características básicas en el procesamiento de datos según el requerimiento del software de control de gestión que se escoja.

CAPITULO 2. ESTRUCTURA JERARQUICA DE COMUNICACIÓN DE DATOS.

En el presente capítulo se desarrolla el diseño de las etapas de más bajo nivel de la pirámide CIM del sistema de gestión y supervisión del proceso industrial tomado como base. En el se encuentra contenido la investigación de campo realizada en la industria a nivel mundial con el objetivo de averiguar que tanta tecnología aplican en sus procesos industriales y que tan automatizado es el control que éstos realizan de dichos procesos.

Para ello se ha realizado una investigación de los buses de sensores y de campo que podían ser tomados en cuenta, con el objeto de escoger el más conveniente para la industria salvadoreña.

2.0 ESTRUCTURA JERÁRQUICA CIM. DEFINICIÓN

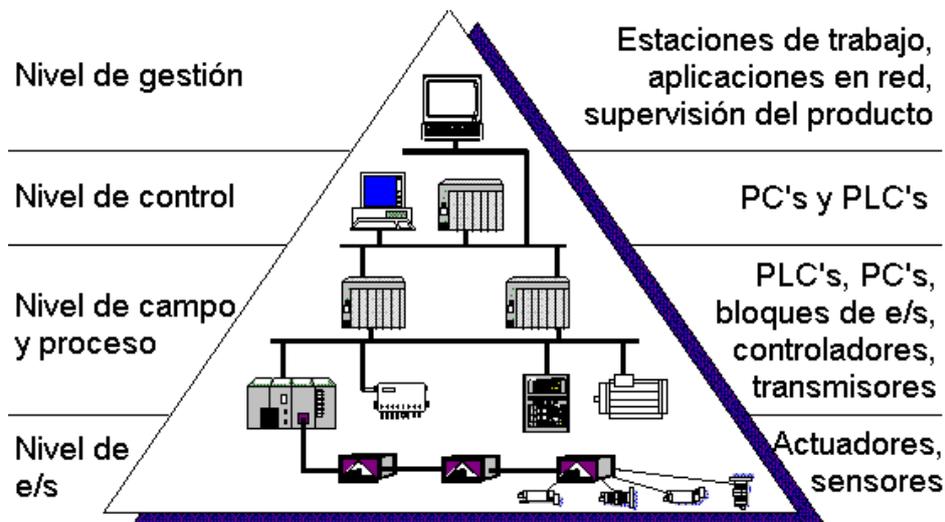


Figura 2.1 Estructura jerárquica CIM

NIVEL DE E/S: Es el nivel más próximo al proceso. Aquí están los sensores y actuadotes encargados de manejar el proceso productivo y tomar las medidas necesarias para la correcta automatización y supervisión.

NIVEL DE CAMPO Y PROCESO: Se encarga de la integración de pequeños automatismos (autómatas compactos, multiplexores de E/S, controladores PID, etc) dentro de subredes o “islas”. En el nivel más alto de estas redes se suelen encontrar uno o varios autómatas modulares, actuando como maestros de la red o maestros flotantes.

En este nivel se emplean los buses de campo. Al conjunto de islas integradas se le llama Célula de fabricación.

NIVEL DE CONTROL: Se encarga de enlazar y dirigir las distintas zonas de trabajo. A este nivel se sitúan los autómatas de gama alta y los ordenadores dedicados a diseño, control de calidad, programación, etc, es decir que es la etapa encargada de integrar las células de fabricación con la finalidad de supervisar el sistema y se suele emplear una red de tipo LAN.

NIVEL DE GESTIÓN: Es el nivel más elevado y se encarga de integrar los niveles anteriores en una estructura de fábrica, e incluso de múltiples factorías. Las máquinas aquí conectadas suelen ser estaciones de trabajo que hacen de puente entre el proceso productivo completo de la empresa y el área de gestión, en el cual se supervisan las ventas, stocks, comunica distintas plantas, etc. Se emplea una red de tipo LAN o WAN.

A esta clasificación o estructura jerárquica de los niveles de comunicación se le ha denominado CIM (Computer Integrated Manufacturing). Esta pirámide permite identificar y clasificar los niveles según sus requerimientos. Cada subsistema de un nivel debe tener comunicación directa con los subsistemas del mismo nivel y con los de los niveles inmediatamente superior e inferior. Es indispensable asegurarse que todos los componentes de la red poseen el mismo bus de campo, para que la comunicación no presente problemas, sino será necesario realizar pasarelas o gateway entre buses mediante terminales y así poder enlazar los dispositivos.

Las características generales que debe poseer cada nivel de la red industrial son las siguientes:

Bus de sensores y actuadores.

- Tiempo real
- Bajo Costo
- Alimentación incorporada al bus
- Reducción del cableado

- Conexión/ Desconexión en caliente
- Detección y reconocimiento de elementos (plug and play)
- Conexión preparada para dispositivos inteligentes (variadores de velocidad, PIDs,...)
- Rápida modificación y ampliación
- Poca cantidad de información (datos y parámetros)

Bus de campo.

La característica básica que se debe cumplir para que una red de comunicación pueda denominarse bus de campo es que, permita intercambiar órdenes y datos entre productos de un mismo o de distintos fabricantes a través de un protocolo reconocido por cada una de las islas, por lo tanto debe de poseer ciertas características generales y entre las más comunes podemos mencionar:

- Tiempo real
- Comparte la mayoría de las características de los buses de sensores y actuadores, pero puede manejar mayores cantidades de información
- Los datos se envían de forma cíclica, con restricciones temporales.
- Los mensajes o parámetros se envían solo cuando son necesarios y de manera prioritaria
- Utilizan tráfico de mensajes cortos para control y sincronización.
- Tramas pequeñas.
- Poseen mecanismos de control de error (detección y corrección)
- Bajo costo de instalación y de conexión por nodo.
- Los dispositivos se definen por perfiles (datos de E/S y parámetros)
- Incorporan servicios de configuración, programación y test del bus
- Deben permitir la transmisión serie sobre un bus digital de datos con capacidad de interconectar controladores con todo tipo de dispositivos de entrada-salida sencillos y permitir controladores esclavos inteligentes.
- Los estándares de comunicación a nivel de bus de campo cubren solo una parte del modelo OSI, concretamente los niveles físico, enlace y aplicación. El resto de niveles no son imprescindibles para una red de tipo muy local, donde los medios de conexión son de uso exclusivo y la estructura lógica es única.

- Las especificaciones de un determinado bus admiten más de un tipo de conexión física de entre las normalizadas. Sin embargo se busca proponer el que mejor convenga en base a ciertos criterios a considerar como lo son las distancias a cubrir, menor costo y tiempo de instalación y mantenimiento, velocidad, espacio, etc.
- Lo que realmente define al bus y le da nombre es el protocolo de acceso al medio MAC y de enlace LLC. Dicho protocolo suele incluir también y soporte rudimentario para la capa de aplicación, que consiste en la definición de una serie de funciones y servicios de la red mediante códigos de operación estándar.
- El tipo de aplicación, dirigido al usuario, suele ser propio de cada fabricante, apoyándose en las funciones específicas de dicha aplicación para crear programas de gestión y presentación casi siempre dedicados a una gama específica de productos, pero permite la flexibilidad de gestión y monitoreo de la red. A lo sumo, el software de aplicación es abierto y permite la programación en un lenguaje estándar.
- En la mayor parte de los buses de campo, el protocolo está previsto para gestionar una red con estructura lógica de tipo maestro-esclavo, donde el control de red lo tiene siempre el maestro.
- Proporcionan un alto nivel de fiabilidad en las comunicaciones (que es la naturaleza crítica del proceso) y la integración con redes de otros niveles MAP o TCP/IP.

Redes locales industriales.

- Configuración de dispositivos.
- Funcionamiento en entorno hostil (vibraciones, ruido, ambiente agresivo,...)
- Posibilidad de transmitir mensajes prioritarios (gestión de emergencias)
- Restricciones temporales
- Dispositivos conectados muy variados.
- Volumen de datos importante y de cualquier tamaño.
- Deben cubrir áreas extensas.
- Tiempos no críticos.
- Principalmente para supervisión y control

- Disponer de amplio ancho de banda para admitir datos de otras subredes como pueden ser voz, video, etc.
- Internet como herramienta de trabajo del personal, no integrada con el proceso.

Redes de factoría.

- LAN clásicas (entorno de oficina, contabilidad y administración, ventas, gestión de pedidos, almacén, etc.)
- Conexiones WAN en Internet
- Punto a punto (no difusión)
- Cantidad de información muy alta (transferencia de ficheros, bases de datos, backups,...)
- Tiempos no críticos.
- Extensión incluso a nivel mundial.

Las Redes de comunicación industrial presentan las siguientes ventajas:

- Reducción del tiempo de puesta en funcionamiento (40% menos de cableado)
- Reducción de costos por modificación del sistema productivo.
- Visualización y supervisión por medio de una integración completa de todo el proceso productivo (desde el operario a los gestores)
- Toma de datos del proceso más rápida e instantánea.
- Automatización más robusta y controlable
- Mejora del rendimiento general de todo el proceso.
- Posibilidad de intercambio de datos entre sectores del proceso y entre departamentos.
- Programación a distancia, sin necesidad de estar a pie de fábrica.
- Medio para la incorporación de la última tecnología a la industria.

También debe poseer básicamente las características siguientes:

- Integración de todos los procesos en un sistema único.
- Capacidad para responder a las necesidades de intercomunicación en tiempo real

- Soportar el ambiente hostil donde existe una gran cantidad de ruido electromagnético y condiciones ambientales duras.
- Capacidad de poder acceder a grandes cantidades de información.
- Acceso a las bases de datos, comunicación con los clientes y proveedores.

Sin embargo, la integración de todos los procesos en un sistema único complica enormemente el diseño de la red industrial, ya que en algunos casos resulta técnicamente difícil lograr la comunicación de los equipos de distintos fabricantes. Como solución, diferentes organismos internacionales ha creado protocolos para estandarizar el proceso de comunicación según las necesidades de la red. Hasta el momento no existe un estándar aceptado internacionalmente que cubra cada aspecto de la red industrial, principalmente en el bus de campo. Sin embargo en cada nivel de la red se ha hecho aportes significativos cuya finalidad es obtener el tan anhelado estándar, las reglas son bastante genéricas pues no se puede correr el riesgo de volverse obsoletas por los constantes avances tecnológicos.

2.1 CONSIDERACIONES PARA DETERMINAR EL TIPO DE BUS EN UNA RED INDUSTRIAL

Es necesario examinar los siguientes puntos como parte del proceso de selección:

1. Qué nivel de comunicación se requiere?

Cada categoría puede caracterizarse por el tipo de comunicación de datos.

- a) *Nivel de sensores.* Estos comunican bits de datos de I/O asociados con el estado (on/off) del sensor. No se pueden transmitir palabra de datos.
- b) *Nivel de dispositivo.* Estos comunican bits de datos de I/O asociados con el estado y diagnóstico del dispositivo (sensor o actuador) por medio de un microprocesador. La cadenas de datos de más de ocho o nueve palabras pueden segmentarse en varias transmisiones.
- c) *Nivel de Campo.* Se caracterizan por manejar un gran flujo de datos.

2. Cuál es la aplicación de la red?

- a) *Control discreto*. Son propios para redes de sensor o de dispositivos
- b) *Control de proceso*. Estas aplicaciones tienden a requerir un mayor flujo de datos y amplios anchos de banda propios de redes de dispositivos de alto nivel y buses de campo.
- c) *Control de lotes 'batch'*.
- d) *Una aplicación integrada*.

Cuando evaluamos las diferentes redes dentro de una categoría, el funcionamiento es un problema, el factor determinante puede ser más que una simple velocidad.

Es importante entender los requisitos de funcionamiento del sistema, e igualar el procesador y la red a ellos.

3. Se desea tener una red abierta o propietaria?

Las redes abiertas permiten que cualquier fabricante desarrolle las interfaces para sus dispositivos. *La ventaja* de ser un sistema 'abierto' es que el usuario tiene una opción entre diversos fabricantes del mismo tipo de dispositivo. *La desventaja* es la integración del sistema para asegurarse de que diversos dispositivos de varios fabricantes funcionen todos juntos en una red específica.

Para las redes propietarias un fabricante es usualmente el responsable.

4. Necesitará nuestra red comunicarse con otras redes en un nivel superior o inferior?

5. La red tiene dispositivos disponibles para satisfacer la aplicación?

6. Con el número de conexiones requeridas, la red proporciona una adecuada velocidad de muestreo?

7. El protocolo de la red y el método de alimentación ¿soporta la topología y la distancia de la aplicación entre los dispositivos?.

En el diseño de la red es necesario considerar el número y el tipo de los dispositivos, la distancia entre los dispositivos, y la topología de la red ya que todo esto determinará la velocidad máxima de funcionamiento de la red, y el número y la colocación de las fuentes de alimentación requeridas por los dispositivos.

8. Que tan determinista (fiable) necesita ser la red?

9. Se cuenta con herramientas de diseño como ayuda para la configuración de la red?.

10. Se desea que las direcciones de dispositivos fueran:

- a) Configurados por Hardware?
- b) Configurar por Software?
- c) Son todos, o la mayoría los dispositivos disponible que están certificados o están garantizados de alguna manera para ser plug-and-play?

Los dispositivos tienen que ser configurados para establecer su dirección en la red, y fijar los parámetros de funcionamiento. Se utilizan dos métodos comunes: interruptores de hardware y herramientas de software. Las herramientas de software también permiten los ajustes de los parámetros de ejecución en los dispositivos.

La opción para la configuración de dispositivos por hardware o software no especifica el tipo o a la marca de la red, en la mayoría de los casos. Esto puede también ser un factor de determinación en la selección de los dispositivos específicos para una red dada.

11. Qué tan complejo es el proyecto?. Necesitará como ayuda un integrador del sistema?.

2.2 ALTERNATIVAS DE BUS DE SENSORES

Es necesario conocer la mayor cantidad posible de información referente a este tipo de sensores, de modo que se pueda comparar las opciones existentes en el mercado y escoger así el que sea más conveniente desde el punto de vista técnico y económico.

Existen en el mercado actualmente ciertos buses que cumplen con la función de bus de sensores y a la vez de buses de campo, esto debido a la integración que se está teniendo por los avances de la tecnología, entre estos buses podemos mencionar CANBus, Devicenet, Profibus DP, Interbus. Pero para efectos didácticos de este trabajo, se busca un bus que cumpla específicamente con las características de comunicación al más bajo nivel de la pirámide CIM, los buses que cumplen con estas características son solamente dos : El bus AS-i y el bus Seriplex.

2.2.1 INTERFASE AS-i

La interface AS-i es un sistema para los procesos de más bajo nivel en los sistemas de automatización. La cantidad de cables que previamente se encontraban presentes en este nivel ahora son sustituidos por un solo cable eléctrico. Utilizando el cable AS-i y el maestro AS-i, los sensores y actuadores más simples pueden ser conectados a los dispositivos de control por medio de los módulos AS-i

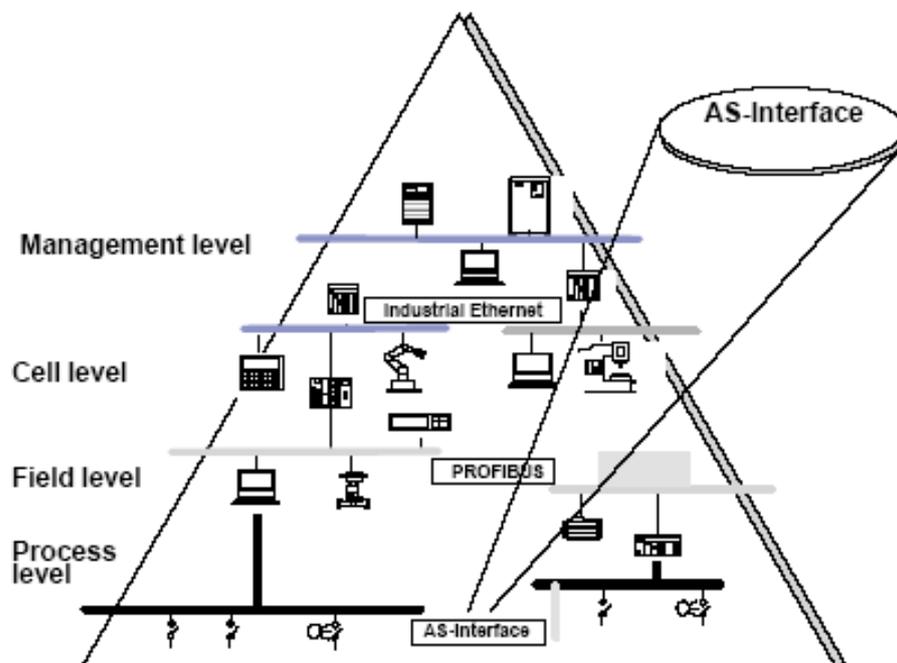


Figura 2.2 .Interface AS-i en pirámide CIM

La Interfase AS-i es distinguida por varias características principales:

- La interfase AS-i está optimizada para conectar sensores y actuadores binarios. El cable AS-i es utilizado para ambas cosas: intercambio de datos entre los sensores y actuadores (esclavos AS-i) y el maestro AS-i, así como también alimentación de potencia entre los sensores y actuadores.
- Alambrado sencillo y bajo costo: Instalación sencilla bajo la técnica de la “penetración” y alta flexibilidad.
- Cortos tiempos de reacción: el maestro AS-i requiere un máximo de 5 ms para intercambio de datos cíclicos con los 31 nodos.
- Los nodos en el cable AS-i (esclavo AS-i) pueden ser sensores o actuadores con un conector AS-i integrado o módulos AS-i en los cuales pueden ser conectados hasta cuatro sensores o actuadores convencionales.

COMPONENTES DEL SISTEMA EN LA RED AS-i

- Maestro AS-i,
- Esclavos AS-i, distinguidos de acuerdo a su diseño:
Módulos AS-i,
Sensores y actuadores con un conector AS-i integrado.
- Cable AS-i
- Unidad de alimentación de potencia AS-i
- Unidad de direccionamiento (opcional).

El siguiente diagrama muestra como los componentes descritos anteriormente pueden ser interconectados.

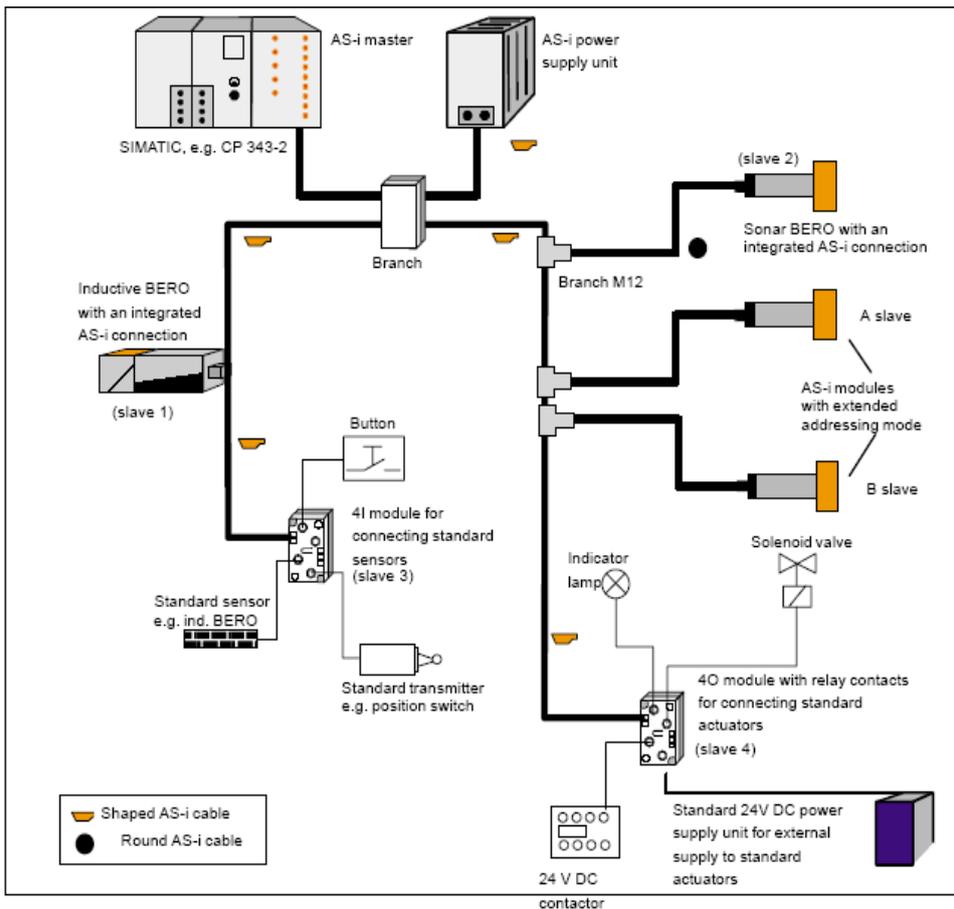


Figura 2.3. Componentes del sistema en la red AS-i.

Todos los nodos que pueden ser direccionados por un maestro AS-i son llamados esclavos AS-i. Estos esclavos pueden ser de dos tipos:

- * Módulos AS-i: son dispositivos a los cuales se pueden conectar hasta 4 sensores o actuadores convencionales.
- * Sensores o actuadores con una conexión AS-i integrada que les permite enlazarse directamente a una interfase AS-i.

También existe la posibilidad de conectar a la red AS-i esclavos análogos, que intercambian datos análogos con el maestro AS-i.

Vale mencionar que el sistema AS-i es una interfase de maestro único, es decir, solo un maestro por red AS-i controla el intercambio de datos, esto significa que hace esperar a todos los esclavos uno tras otro para obtener una respuesta.

La dirección de un esclavo AS-i es su identificación. El establecimiento de la dirección puede realizarse mediante la utilización de un unidad especial de direccionamiento o por medio de un maestro AS-i. La dirección siempre es almacenada permanentemente por el esclavo.

La técnica de transmisión utilizada (modulación de corriente) garantiza alta confiabilidad en la operación. El maestro monitorea el voltaje en el cable y los datos transferidos. Éste detecta los errores de transmisión y la falla de algún esclavo y envía un mensaje al PLC. El usuario puede en este instante reaccionar al mensaje. El reemplazo o adición de esclavos AS-i durante la operación normal no afecta la comunicación con otros esclavos AS-i.

Características físicas.

Las características físicas más importantes de la interfase AS-i y sus componentes son las siguientes:

- Cable de dos hilos para datos y alimentación de potencia.

Un simple cable de dos hilos con una sección transversal de 1.5 a 2.5 mm² puede utilizarse. No es necesario que sea trenzado o blindado.

- Red de estructura de árbol con una longitud de cable de hasta 100m.

La estructura de árbol de la interfase AS-i permite a cualquier punto en el cable ser utilizado como el inicio de una nueva derivación. La longitud total de todas la subsecciones puede ser de hasta 100 m

- Integración directa.

Prácticamente toda la electrónica necesaria para un esclavo puede ser incluida en un circuito integrado especial. Esto permite al conector AS-i ser integrado directamente en actuadores y sensores binarios. Todos los componentes requeridos pueden ser instalados dentro de un espacio de aproximadamente 2 cm³

Limitaciones del sistema.

- Ciclo de tiempo

Max. 5ms con esclavos AS-i estándar.

AS-i usa longitudes constantes de mensajes. No son requeridos procedimientos complicados para controlar la transmisión e identificar longitudes de mensajes o formatos de datos. Esto hace posible que el maestro registre a todos los esclavos en un máximo de 5ms y actualice los datos en ambos, en el maestro y en el esclavo.

- Número de esclavos conectables al sistema.

Max. de 31 esclavos estándar.

Los esclavos AS-i son los canales de entrada y de salida del sistema AS-i, y solamente están activos cuando son invocadas por el maestro AS-i.

- Número de entradas y salidas

Max de 248 entradas y salidas binarias con los módulos estándar.

Cada esclavo AS-i estándar puede recibir 4 bits de datos y enviar 4 bits de datos. Módulos especiales permiten que cada uno de estos bits sea utilizado por un sensor o actuador binario. Esto significa que un cable AS-i con esclavos AS-i estándar puede tener un máximo de 124 entradas y 124 salidas. Todo sensor o actuador típico puede ser conectado a la interfase AS-i de esta manera. Los módulos son usados como entradas/ salidas distribuidas.

El cable AS-i

Diseño y ventajas.

El cable AS-i permite una sencilla y rápida instalación de un sistema AS-i. Este cable generalmente lo encontramos como un cable de goma de dos hilos ($2 \times 1.5 \text{ mm}^2$). Es armado utilizando la técnica de la penetración. Las hojas de contacto penetran la envoltura de goma y hacen contacto con los dos alambres. Esto garantiza una baja resistencia de contacto y asegura una conexión de datos confiable. Si fuera necesario remover o cambiar algún módulo después de haberlo conectado al cable

AS-i, esto es posible sin ningún problema ya que como se mencionó anteriormente la envoltura del cable es de goma.

Módulos AS-i: Bloques de esclavos AS-i

Dentro del sistema AS-i, los módulos pueden ser considerados como módulos de entrada y salida. Junto con los actuadores y sensores, conforman los esclavos AS-i, y conecta dichos esclavos al maestro.

Módulos activos y pasivos.

Los módulos activos son aquellos que poseen integrado un chip AS-i para que puedan ser conectados a él, sensores y actuadores convencionales, o sea, cualquier tipo de sensor puede ser adherido a una red AS-i.

Los módulos pasivos son los que no poseen el chip integrado que se menciona anteriormente y a este tipo de módulos solo se le pueden conectar sensores y actuadores que ya traen incluida su propia electrónica AS-i, más bien estos módulos son utilizados solamente como derivadores en una red AS-i.

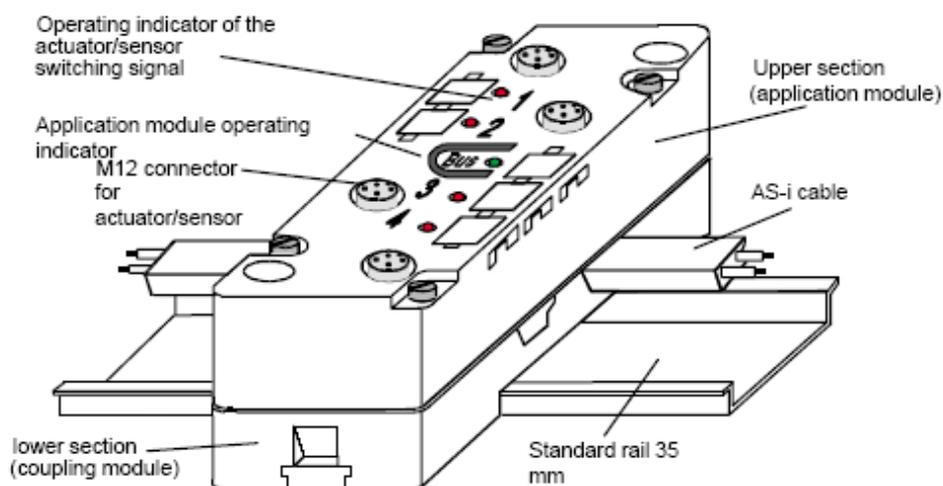


Figura 2.4. Diagrama de un módulo AS-i activo.

Los módulos están diseñados de modo que sea creada una interfaz electromecánica uniforme al cable AS-i.

Repetidor.

Este dispositivo es utilizado para extender la máxima longitud posible en la interfaz AS-i que es de 100 m. Un segmento de 100m. puede ser extendido en un máximo de dos segmentos adicionales de 100m.

Una unidad de alimentación AS-i es requerida para cada segmento de 100 m de cable. Otra característica es que provee aislamiento eléctrico entre los dos segmentos de cable a los que se conecta y que pueden conectarse esclavos a ambos lados del repetidor.

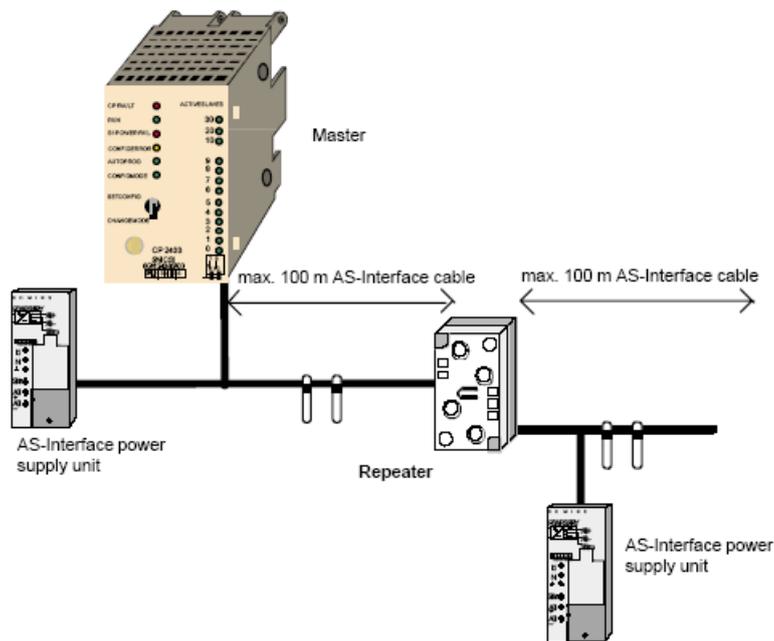


Figura 2.5. Uso del repetidor.

Extensor.

Otra alternativa para la extensión de la distancia de la red AS-i es el uso del extensor. Éste es utilizado en aplicaciones donde el maestro es instalado a una gran distancia

de la instalación de la red AS-i, éste puede estar ubicado hasta 100 m. de distancia del segmento AS-i.

Los esclavos AS-i solo pueden ser conectados a un lado del extensor, y debe ser al lado opuesto del maestro. La unidad de alimentación solo es requerida del lado de la red que está lejos del maestro.

En este caso no se provee aislamiento eléctrico entre los dos segmentos de cable.

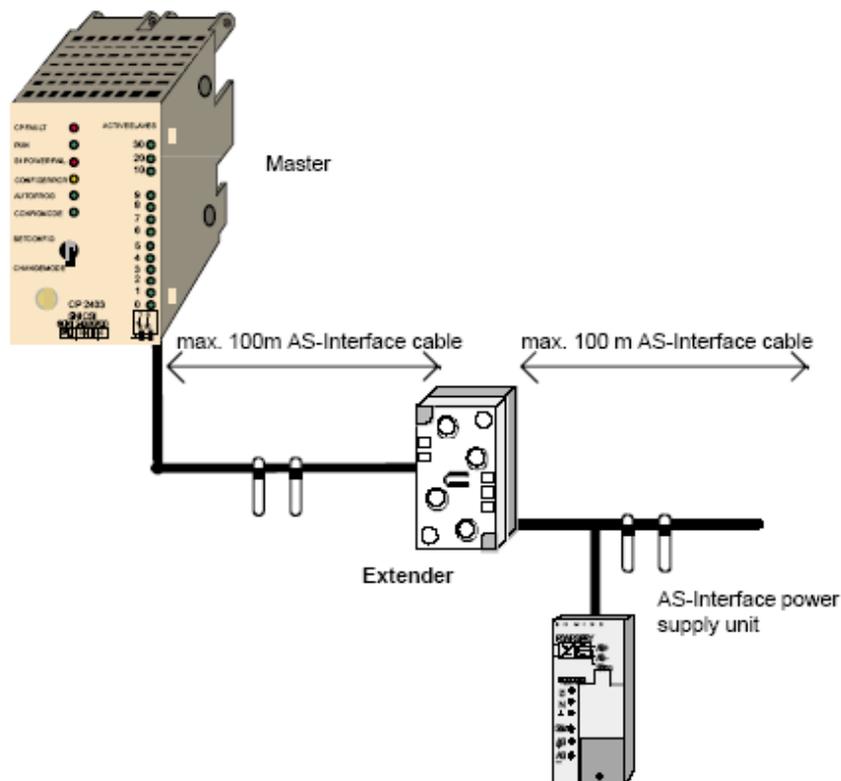


Figura 2.6. Uso del extensor.

2.2.2 SERIPLEX

Algunas de las características de Seriplex son:

- Se reduce la cantidad de cableado.
- El costo de instalación por dispositivo es una fracción del costo convencional de instalación.

- Usualmente se reduce a la mitad el tiempo de instalación y detección de errores.
- Es más fácil el mantenimiento y determinación de errores.
- Se incrementa la fiabilidad y el tiempo de ejecución.

El costo de instalación es realmente el costo a considerar. El costo de los dispositivos de hardware cuesta más o menos lo mismo que el hardware convencional. El beneficio del costo recibido en el uso de I/O distribuidos radica en los materiales y mano de obra ahorrado durante la instalación y puesta en marcha. Dependiendo del trabajo, la instalación para hacer funcionar la red puede ser significativa; el identificar y ordenar las conexiones cuando hay cientos de pares en un sistema de control puede llevar mucho tiempo, sin mencionar el daño que puede causar a las componentes del sistema de control si los alambres se cruzan y se produce un cortocircuito.

Recientemente se han introducido varias tecnologías de red para la comunicación con dispositivos I/O. Sin embargo, la mayoría de éstos son actualmente protocolos de comunicación de alto nivel que residen por encima de los dispositivos físicos del bus de control SERIPLEX. Estos sistemas tienen un protocolo más sofisticado, están basados en un microprocesador y son más costosos de implementar. Además, ellos tienen bajo tiempo de respuesta y muchas veces no permiten un control en tiempo real y la mayoría no son inherentemente determinísticos, que es también un importante requisito para los sistemas de control industrial.

Es interesante estudiar las diferencias entre los sistemas a nivel de bit y a nivel de byte. Existen diferencias importantes en la estructura del bus, el tiempo de búsqueda, en lo determinístico, la transferencia del tamaño del dato, etc. Los sistemas tipo byte son ideales para comunicaciones de alto nivel y los sistemas tipo bit son ideales para lo simple, para dispositivos I/O tales como sensores y actuadores.

La tecnología SERIPLEX fue introducida por Automated Process Control, Inc. (APC), en Jackson, Mississippi, en 1987 y fue desarrollada específicamente para aplicaciones de control en la industria. Varios cientos de equipos de I/O son adaptados a una simple red,

que se extiende por encima de los 1524 metros. Equipos (binarios) análogos y digitales pueden ser controlados y monitoreados en la red. El pequeño chip SERIPLEX se aloja en los sensores y dispositivos actuadores, proporcionando una conexión directa al bus. En los últimos años, esta tecnología, ha demostrado su capacidad de proporcionar sistemas de control a bajos costos. Según los usuarios, esta reducción de costos de instalación y de funcionamiento es de un 50% a un 70% comparado con los métodos convencionales de cableado.

DESCRIPCION DEL SISTEMA

El bus de control SERIPLEX es un sistema determinístico, multiplexado, inteligente, con un sistema de I/O distribuidos y proporciona los modos maestro/esclavo y peer-to-peer.

El cable de la red SERIPLEX ofrece dos opciones para conectar los dispositivos I/O:

- Directamente a los dispositivos que contienen un ASIC (Application- Specific Integrated Circuit) SERIPLEX alojado en ellos, o
- A través de los bloques de I/O de propósito general que contiene el SERIPLEX ASIC.

El ASIC o chip, proporciona: capacidad de comunicación, direccionabilidad y la inteligencia para ejecutar la lógica virtual para cualquier sensor o actuador. El bus de control soporta la comunicación de equipos binarios (discreto o digital) y análogos.

Los ahorros de costo de hardware e instalación se logran al colocar bloques de I/O tan cerca como sea posible al punto de uso del equipo de I/O. La comunicación ocurre sobre un cable de cuatro hilos y bajo voltaje. El bus de control SERIPLEX elimina los miles de alambres en paralelo que usualmente viajan a través de tuberías desde los gabinetes de control local hasta los dispositivos de I/O, tales como termocuplas, push buttons, switches de proximidad, sensores fotoelectricos, válvulas, solenoides, contactores, sensores termicos, etc. Además del ahorro en el costo de los materiales, existe también un ahorro significativo de mano de obra.

El costo de mano de obra por instalar un cable pequeño, de cuatro hilos del tamaño de un dedo pequeño que no requiere de tubería, es una fracción del costo de instalación de los que si lo requieren.

El bus de control SERIPLEX transmite señales digitales y análogas de I/O en tiempo real para aplicaciones de control y adquisición de datos. Éste combina la capacidad de sistemas de I/O distribuidos y locales en el mismo bus. Además esta diseñado para competir con un nivel superior de bus, con un protocolo más sofisticado tipo bus de campo cuyo sistemas de comunicación satisfaga de mejor manera la transmisión de paquetes grandes de datos de información. Esta ventaja reside principalmente en el nivel físico del dispositivo, proporcionando las actualizaciones en tiempo real de I/O, en el proceso deterministico y critico necesario para la mayoría de los sistemas de control, y niveles de comunicación de alto nivel que no requieren de una respuesta rápida de reacción.

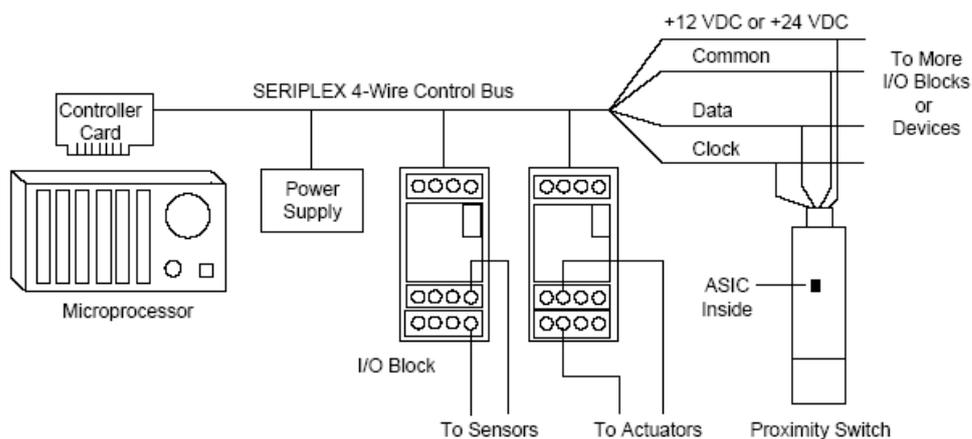


Figura 2.7. Configuración típica maestro/esclavo (utilizando una computadora).

Una configuración básica maestro/esclavo incluye un CPU principal, una tarjeta de interfaz para proveer una fuente de señal de comunicación, una fuente de alimentación, algunos bloques I/O y algunos equipos con ASIC SERIPLEX alojados en ellos (ver figura 1). Se conectan estos componentes en un cable de cuatro hilos con dos conductores para la comunicación y dos para la alimentación de la red.

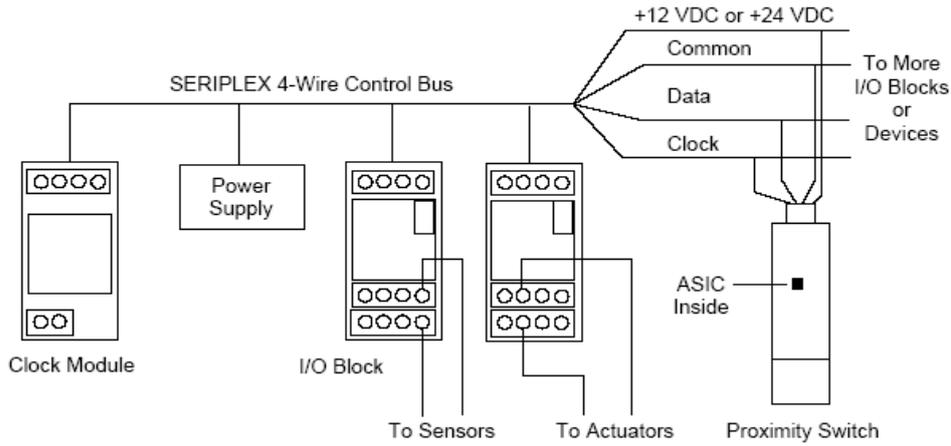


Figura 2.8. Configuración típica Peer to Peer (módulo a módulo).

Una configuración Peer to Peer (Figura 2) no siempre usa una CPU. Esta simplemente requiere un módulo de reloj para la fuente de comunicación síncrona, una fuente de alimentación, dispositivos de I/O y el cable. La alimentación del bus tiene una capacidad para controlar más de 7,000 puntos de I/O binarias, o 480 señales análogas (240 entradas más 240 salidas), o alguna combinación de señales discretas y análogas a través del delgado cable de cuatro hilos. Esto elimina los cientos de pares de alambres punto a punto vistos a menudo en un sistema de control, funcionando desde un gabinete de control a través de la tubería.

El bus Seriplex puede ser configurado en anillo, estrella, multinivel, conexiones múltiples en serie, "loop-back" y cualquier combinación de topología deseada (ver figura 3).

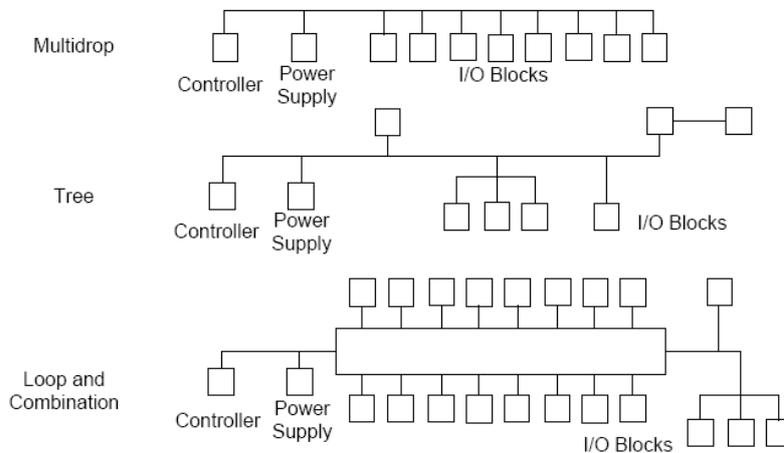


Figura 2.9. Ejemplo de topologías para un bus SERIPLEX

La operación difiere substancialmente de otros sistemas multiplexados en la capacidad de comunicación y las funciones lógicas que son directamente programadas en los elementos de la memoria de manera permanente. La capacidad de comunicación es inherente en los bloques o dispositivos de I/O, debido a que en el SERIPLEX ASIC no existe un microprocesador.

En el caso de dispositivos de entrada (como sensores) con un SERIPLEX ASIC alojado en ellos, las únicas conexiones que se necesitan están directamente en el bus (ver figuras). No se necesita un cableado adicional. La alimentación para el sensor usualmente puede ser administrada por los dos conductores del bus que proveen energía DC. Los actuadores con el ASIC alojado también se conectan directamente al bus SERIPLEX.

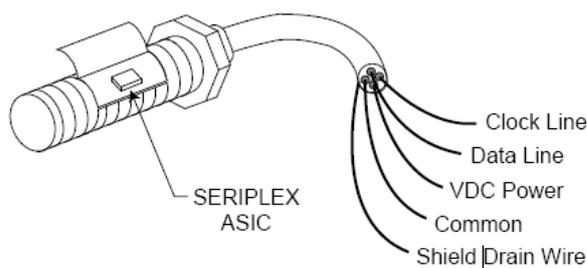


Figura 2.10. Líneas del cable Seriplex.

Sin embargo la buena práctica de la ingeniería dicta que los dispositivos actuadores deben ser alimentados de una fuente separada para evitar dañar el aislamiento. Dos de los cuatro conductores del cable blindado entregan +12 VDC de energía o +24 VDC (es opción del usuario) al bus. El voltaje del bus para los sistemas utilizando los dispositivos o módulos de la primera generación son restringidos a +12 VDC de energía. Los otros dos conductores proporcionan la comunicación a y desde los módulos y los dispositivos. Una de las líneas de comunicación es para la señal de datos y la otra para la señal de reloj que controla la sincronización de la red. El cable blindado usualmente tiene un conductor de drenaje.

¿CÓMO TRABAJA EL BUS SERIPLEX?

El corazón del bus es el ASIC SERIPLEX. Este circuito integrado con aplicación específica está alojado en los dispositivos de I/O o en los bloques de I/O y es el que permite en el bus la comunicación entre los dispositivos I/O y el CPU principal.

En el modo maestro/esclavo (referenciado como modo 2), el ASIC proporciona la comunicación de los eventos del campo, ocurridos en los dispositivos de I/O, a un CPU principal, para actuar sobre la aplicación residente en el host.

En el modo Peer-to-Peer (referenciado como modo 1), no existe un CPU principal, los eventos ocurridos en cada dispositivo son comunicados directamente entre los bloques I/O o los dispositivos que tienen alojado un ASIC. Estos acontecimientos ocurren a nivel de dispositivos y están basados en las funciones lógicas programadas dentro de los ASIC's.

El cable usado para el bus de control SERIPLEX está diseñado especialmente y lo ofrecen varios fabricantes. El diseño básico consiste en dos alambres AWG #22, para el reloj y las señales de los datos y dos alambres para la energía y los conductores comunes.

Los alambres están protegidos totalmente con un alambre de drenaje. El cable está diseñado para capacitancia baja y así alcanzar distancia y velocidad máximas en la comunicación. La capacitancia en el cable tiene un efecto directo en la distancia y la velocidad de la comunicación. Por ejemplo, al usar uno de los cables estándares clasificados en 16 pF por pie y con el reloj de 100 kHz, la distancia máxima para la comunicación es aproximadamente de 500 pies, pero si aumentamos el reloj a 16 kHz, la distancia máxima de la comunicación con el mismo cable es aproximadamente de 4800 pies. Por otro lado si un cable con 20 pF por pie limita la comunicación a un valor aproximado de 350 pies en 100 kHz, y 3900 pies en 16 kHz.

Existen variaciones en el cable básico, tales como tipos de aplicación o pares adicionales de conductores para proporcionar energía separada a los actuadores. Las hojas de datos del cable están disponibles según el fabricante.

ARQUITECTURA ABIERTA.

El bus de control SERIPLEX se ofrece como una TECNOLOGÍA ABIERTA con un programa simple de una página que contiene la licencia. Es muy fácil y barato alojar en un dispositivo el SERIPLEX ASIC, y no requiere de la compra de un sistema de desarrollo costoso. El sistema de desarrollo que incluye 10 ASICs, una herramienta del sistema para su configuración, un manual de diseño de circuito de I/O y la información necesaria para diseñar una tarjeta de interfaz o un programador de ASIC está disponible al firmar el acuerdo. El programa que licencia está abierto a los que deseen desarrollar los productos que pueden comunicarse sobre el bus de control de SERIPLEX. La información técnica y la ayuda está disponibles para los que desean desarrollar interfaces para otro tipo de clientes. El SERIPLEX ASIC está disponible para las compañías que desean alojar el ASIC en sus sensores

Como resultado de la filosofía de una tecnología abierta, el SERIPLEX ASIC se puede combinar con otras redes de comunicaciones en el nivel de IC, como el silicio o usar una configuración de multi-chip, o por medio de un gateway. Las interfaces para distintos buses de campo son simplificados con el uso del puerto dual RAM por la tarjeta de interfaz de la CPU de SERIPLEX. El sistema de bus de control SERIPLEX es la red menos costosa, más fácil, y más simple de implementar para proporcionar la comunicación de I/O análogas y digitales en sistemas distribuidos y locales disponible hoy en día.

En gran medida, el bus SERIPLEX ofrece la mayor reducción de costos de instalación para I/O distribuidos que cualquier otro sistema actualmente disponible, incluyendo la base industrial más grande instalada que cualquier bus de control en el mercado.

TABLA 2.1. CUADRO COMPARATIVO DE REDES I/O – ASI, SERIPLEX

CARACTERISTICA	ASI BUS	SERIPLEX
Diseño Básico	Un chip por cada sensor o actuador.	Un chip por cada sensor o actuador.
Voltaje de Operación	24 VDC	12 VDC – primera generación. 12 o 24 VDC – segunda generación.
Capacidad Lógica en el bus	Control cíclico de encendido y apagado	32 funciones lógicas booleanas
Verificación del error a nivel de dispositivo	Si	Si –CDR (Complimentary Data Retransmission) y salida de diagnostico
Método de operación	Maestro/ esclavo	Maestro / esclavo y peer- to-peer
Numero de Dispositivos por red	31 esclavos (nodos) 124 dispositivos binarios	No-multiplexado: 510 (255 entradas + 255 salidas) Multiplexado: 7,680 discreto o 480 análogas o una combinación.
Tiempo de examinación del Bus.	5 ms para 31 esclavos	Escalable – 0.72 ms para 31 sensores + 31 actuadores; 5.2 ms para 510 dispositivos de I/O.
Método de direccionamiento	Switches Externo DIP	Elemento Programable EE en el chip
Estructura de la red	árbol, loop, Multinivel, estrella, etc.	Abierto – cualquier combinación de árbol, loop, Multinivel, estrella, etc.
Longitud de la red sin repetidores	Máximo 100 metros	1524 metros o más
Medio de transferencia	2 alambres no blindados. Alimentación y señal	Cable de 4 hilos
Capacidad de la señal introducción al mercado	Digital, análogo 1993	Binario, Análogo, ASCII 1990
Producto funcionando	1994	1990
Configuración Adicional en bits	No	Si
Tamaño del paquete de datos.	4 bits	1 – 255 bits

2.3 BUS DE CAMPO.

2.3.1 FACTORES PARA IMPLEMENTAR UN BUS DE CAMPO

La opción de implementar sistemas de control basados en redes requiere de un estudio para determinar cual red posee las mayores ventajas al usuario final, que deberá buscar una plataforma de operación compatible con el mayor número de equipamientos posibles.

Surge así la opción por la utilización de arquitecturas con sistemas abiertos que al contrario de las arquitecturas propietarias, donde un solo fabricante lanza productos compatibles con su propia arquitectura de red, un usuario puede encontrar en más de un fabricante la solución a sus problemas. Además de eso, muchas redes abiertas poseen organizaciones de usuarios que facilitan información e intercambio de experiencia respecto a los más diversos problemas relativos al funcionamiento de la red.

Las redes industriales son clasificadas por el tipo de equipamiento conectado a ellas y el tipo de datos que por ella trafica. Los datos pueden ser bits, bytes o bloques. Las redes con datos en forma de bits transmiten señales discretas contando simples estados ON/OFF. Las redes con datos en formato de byte pueden contener paquetes de informaciones discretas y/o analógicas y las redes con datos en formato de bloques son capaces de transmitir paquetes de información de variados tamaños

Según esto las redes se clasifican en:

1. red sensorbus - datos en formato de bits
2. red devicebus - datos en formato de bytes
3. red fieldbus - datos en formato de paquetes de mensajes

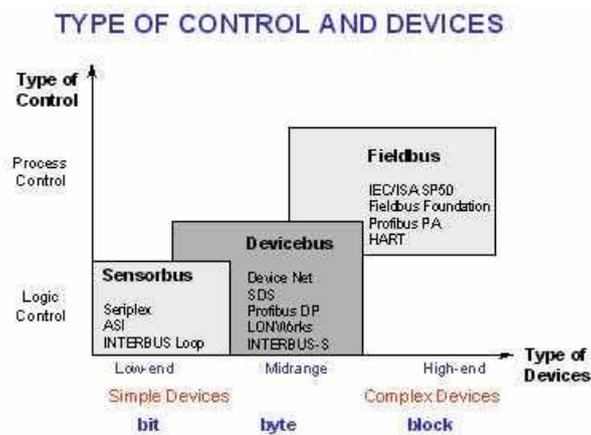


Figura 2.11. Tipos de control y dispositivos

Sensorbus conecta equipos simples y pequeños directamente a la red. Los equipos de este tipo de red necesitan de comunicación rápida en niveles discretos y son típicamente sensores y actuadores de bajo costo. Esta red no pretende cubrir grandes distancias y su principal función es mantener tan bajo los costos como sea posible. ejemplos típicos de sensorbus incluyen Seriplex y ASI.

Devicebus cubre un espacio entre sensorbus y fieldbus ya que puede cubrir distancias entre de hasta 500 metros. Los equipos conectados a esta red tendrán más puntos discretos, analógicos o una mezcla de ambos. Algunas de estas redes permiten transferencia de bloques de datos aunque a una menor prioridad, los datos son en forma de byte, esta red tiene menos requisitos en la transferencia de datos que sensorbus, pero consigue gerenciar más equipos y datos. Algunos ejemplos de redes del tipo devicebus son DeviceNet, Smart Distributed System (SDS), Profibus DP, LONWorks y INTERBUS-S.

Las redes fieldbus interconecta equipos de I/O mas inteligentes y puede cubrir distancias mayores. Los equipos en la red poseen inteligencia para poder desempeñar funciones específicas de control como los lazos PID, controles de flujo y otros procesos. Los tiempos de transferencias pueden ser largos y la red es capaz de comunicarse por varios tipos de datos (discreto, analógico, parámetros, programas e información de usuario) ejemplos de este tipo de red incluye: IEC/ISA SP50, Fieldbus Foundation, Profibus PA y HART.

Específicamente para el estudio del nivel físico de los buses de campo analizaremos los tipos de conexiones posibles (cables, coaxial y óptico), conexiones, terminadores, características eléctricas, etc... basándonos en el documento: FIELDBUS FOUNDATION PHYSICAL LAYER PROFILE SPECIFICATION, Document FF-94-816, August 28,1995.

El nivel de instrumentos conectados al Bus de campo que escogeremos será el que utiliza la velocidad normalizada de 31,25 kb/s, este criterio se basa en la tendencia que actualmente esta adoptando la industria a nivel mundial y este determina las siguientes reglas:

a) Un instrumento FIELDBUS debe ser capaz de comunicarse entre las siguientes características y números de elementos:

- entre 2 y 32 instrumentos para una conexión sin seguridad intrínseca y alimentación fuera del canal de comunicación.*
- entre 2 a 6 instrumentos alimentados por el Bus de comunicación con seguridad intrínseca.*
- entre 1 a 12 instrumentos alimentados por el Bus de comunicación sin seguridad intrínseca.*

Esta regla no impide conectar mas instrumentos que los especificados, estos datos fueron alcanzados teniendo en consideración un consumo de 9 mA +/- 1 mA, con tensión de alimentación de 20 VDC y barreras de seguridad intrínseca con 19 VDC de salida y entre 40 a 60 mA de corriente para los instrumentos.

b) Un Bus cargado con el número máximo de instrumentos y la velocidad de 31,25 kb/s no deberá exceder entre cualquiera dos equipos una distancia mayor de 1.900m (incluyendo las derivaciones).

Esta regla no impide el uso de distancias mayores siempre que sean respetadas las características eléctricas de los equipos.

c) el número máximo de repetidores para la regeneración de la forma de onda entre dos instrumentos no podrá exceder de 4

PHYSICAL LAYER

**DISTANCE CAN BE INCREASED WITH REPEATERS
MAXIMUM = 4**

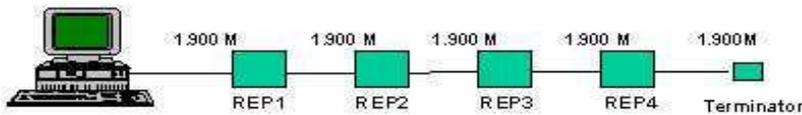


Figura 2.12. Distancias máximas entre repetidores

d) un sistema FIELDBUS debe ser capaz de continuar operando mientras un instrumento esta siendo conectado/desconectado.

e) las fallas de cualquier elemento de comunicación o derivación (como las sobrecargas en cortocircuito o bajas impedancia) no deberá perjudicar la comunicación por mas de 1 ms.

f) debe ser respetada la polaridad en sistemas que utilizan par trenzado, sus conductores deben ser identificados y la polarización debe ser mantenida en todos los puntos de conexión.

2.3.2 COMPONENTES DE UN PROYECTO BUS DE CAMPO Y SUS CARACTERÍSTICAS

Esta sección abordara los principales componentes utilizados en un proyecto FIELDBUS.

Cables

De acuerdo con los requisitos de la norma *ISA-S50.02*, el cable a utilizar para conectar instrumentos FIELDBUS en la velocidad de 31,25 Kbits/s puede ser un simple par trenzado blindado y que contenga los siguientes requisitos mínimos (a 25 °C):

- a) Z_0 en fr (31,25 KHz) = **100 W \pm 20%**;
- b) Atenuación máxima en 1,25 fr (39 KHz) = **3.0 dB/Km.**;
- c) Máxima capacitancia no balanceada del blindaje = **2 nF/Km.**;
- d) Resistencia DC máxima (por conductor) = **22 W/Km.**;
- e) Retardo máximo de propagación entre 0,25 fr e 1,25 fr = **1.7 ms/Km.**;
- f) Área del conductor = **nominal 0,8 mm² (#18 AWG)**;
- g) **Cobertura mínima del blindaje mayor o igual a 90%.**

Un cable tipo A se ajusta a estas especificaciones para nuevas instalaciones FIELDBUS. Las mayorías de los cables utilizados en los sistemas 4-20 mA pueden ser clasificados como del tipo B, C y D. Estos tipos (B,C,D) no son considerados ideales para la comunicación FIELDBUS. Las distancias para estos tipos de cables han sido especificadas con muchas limitaciones.

La siguiente tabla muestra los tipos de cables y sus longitudes máximas:

Tabla 2.2 Tipos de cables y sus distancias máximas.

Tipo	Descripción	Sección	Long. Max
A	par trenzado con blindaje	#18 AWG	1900m
B	multi-par trenzado con blindaje	#22 AWG	1200m
C	multi-pares trenzado sin blindaje	#26 AWG	400m
D	múltiples conductores sin blindaje	#16 AWG	200m

Conectores

Los conectores son dispositivos opcionales muy utilizados en las instalaciones donde los equipos deben ser periódicamente desconectados o movidos y podría ser conveniente una conexión temporal de un equipo en determinado local.

2.3.3 ALTERNATIVAS DE BUSES DE CAMPO.

2.3.3.1 HART (Highway Addressable Remote Transducer)

Nivel: Bus de Campo.

Origen: corporación Rosemount creó el estándar en los últimos años 80.

Es una tecnología de comunicaciones dominante en la industria de los controles de proceso. HART utiliza los mismos alambres usados para el control 4-20mA permitiendo un acercamiento incremental a la integración del campo.

Número máximo de nodos: 15 nodos.

Distancia: 3 Km.

Velocidad: 1.2 Kbits/sec.

Organización comercial de soporte: Fundación de la comunicación HART.

Aplicaciones Típicas: es una red de comunicaciones que utiliza el cableado de la instrumentación 4-20ma instalado ya en muchas refinerías, tratamiento de aguas, producto químico y otras instalaciones que utilizan procesos de automatización.

Ventajas: Puede utilizar el cableado instalado previamente de 4-20mA (Utilizado extensamente en las industrias de proceso). Tecnología muy bien apoyada y fácilmente entendida. Permite conectar varios dispositivos sobre un mismo cable o bus, la alimentación de los dispositivos, mensajes de diagnósticos y acceso remoto de los datos del dispositivo (en un mismo cable), sin afectar la señal analógica de medición.

Desventajas: Uso limitado en redes grandes. La mayor limitación es su velocidad (1200 baudios), normalmente se pueden obtener 2 respuestas por segundo.

Una característica interesante de las comunicaciones en HART es que utiliza un canal análogo y digital en el mismo alambre. De hecho, HART fue diseñado para utilizar el mismo cableado usado en la vieja generación del cableado 4-20mA. Este protocolo hace uso del estándar Bell 202 Frequency Shift Keying (FSK) que sobrepone las señales de comunicación digital a las de 4-20 mA. Un '1' lógico es representado por una frecuencia de 1200 Hz y un '0' lógico es representado por una frecuencia de 2200 Hz.

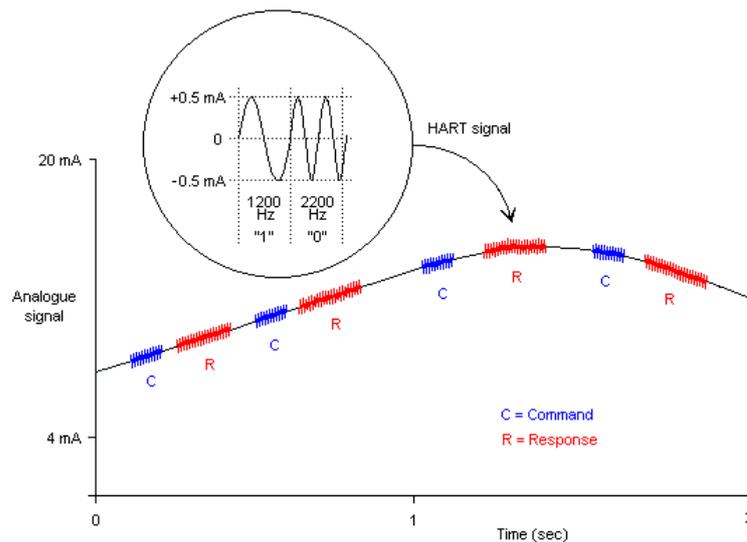


Figura 2.13. Protocolo HART utilizando FSK para codificar la señal digital por encima de la señal analógica de 4-20 mA.

La alimentación se suministra por el mismo cable y puede soportar hasta 15 dispositivos. La tecnología de Comunicación HART tiene un requisito de suministro muy bajo que trabaja típicamente en 3.8 mA.

HART posee un Lenguaje de Descripción del Dispositivo (DDL) en el cual un fabricante de dispositivos de campo (esclavo) lo utiliza para crear un archivo a través de un

software con todas las características pertinentes del dispositivo, tal que un DDL capacita al host para comunicarse perfectamente con el dispositivo. Un DD (Descripción del Dispositivo) es un archivo de datos electrónico que describe los rasgos específicos y funciones de un dispositivo, incluso los detalles de menús y rasgos de despliegue de gráfico para ser usado por aplicaciones del host (incluso los dispositivos del handheld) para acceder a todos los parámetros y datos en el dispositivo correspondiente. No obstante, un dispositivo HART- habilitado no le exige al usuario que tenga una Descripción del Dispositivo. Sin embargo las mejoras en la tecnología han hecho dispositivos inteligentes más complejo y han agregado funcionalidad en dispositivo específicos que son sólo accesible a través del uso de un DD. El sistema de administración de recurso / Mantenimiento usan el DD para describir la funcionalidad construida dentro de un dispositivo.

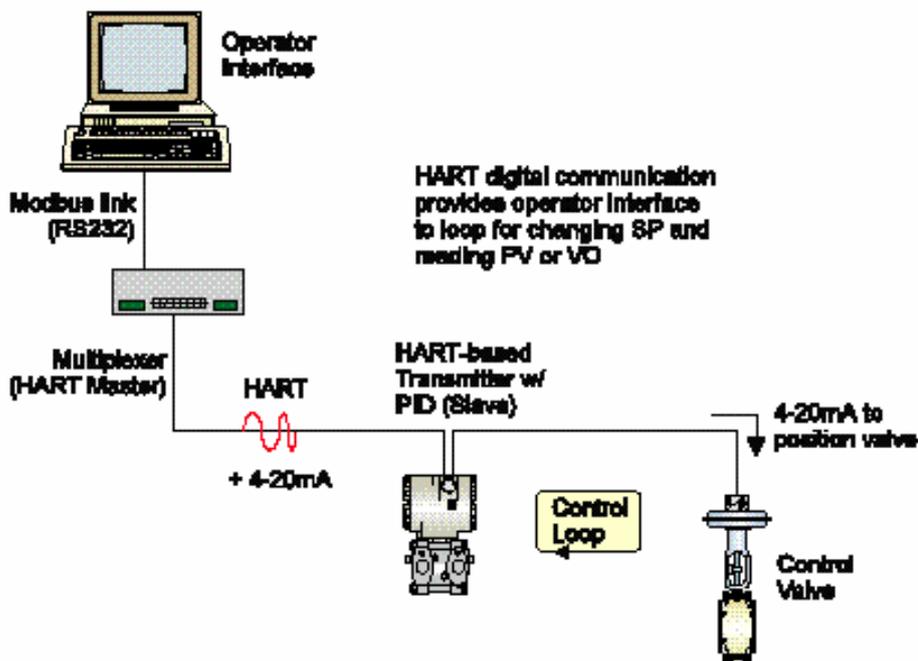


Figura 2.14. Representación de una red de bus de campo HART.

Las máximas distancias de transmisión según las características del cable se muestran a continuación:

Tabla 2.3 Distancias de transmisión utilizados en HART.

Capacitancia en el cable ¹				
Numero de dispositivos en la red	65 pF/m	95 pF/m	160 pF/m	225 pF/m
1	2769	2000 m	1292 m	985 m
5	2462 m	1815 m	1138 m	892 m
10	2,154 m	1600 m	1015 m	769 m
15	1846 m	1415 m	892 m	708 m

Los dispositivos de HART no solamente proporcionan el acceso a la red de los datos de control de proceso sino que también proporcionan una variedad amplia del estado del dispositivo y de alarmas de diagnóstico. Un dispositivo de HART identificará generalmente uniones mal hechas en las unidades facilitando la localizan de averías en la red.

ESTRUCTURA DEL MENSAJE HART.

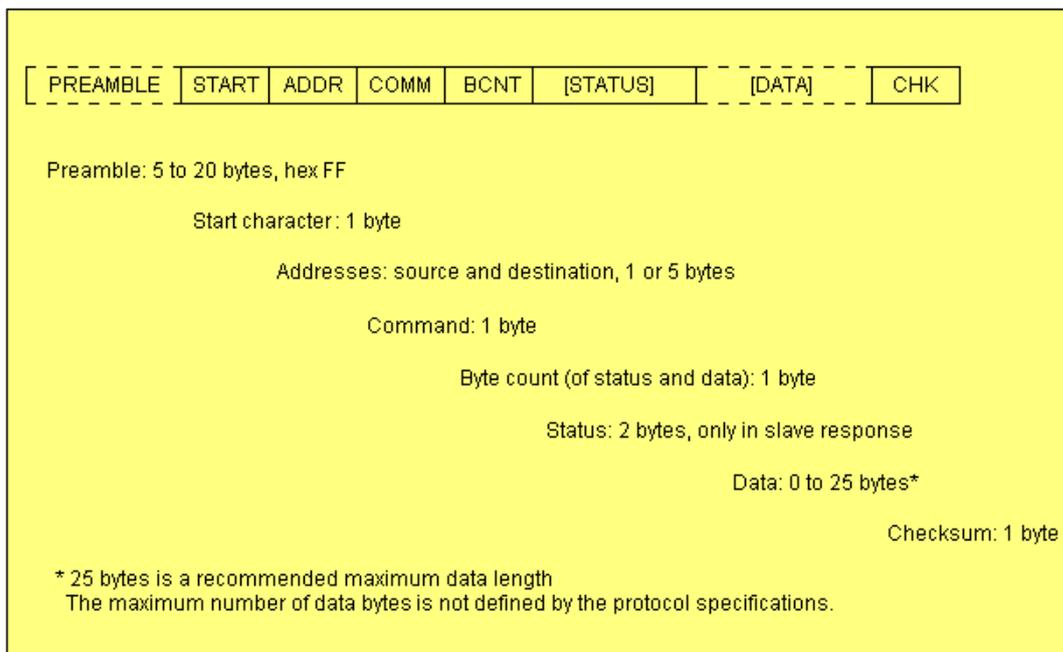


Figura 2.15. Trama del mensaje en HART

¹ El ancho de banda con el objetivo de no tener pérdidas en la señal es de 2500 Hz. Para asegurar esto, el producto de la capacitancia y la resistencia del cable debe de ser de 65µs.

El **preámbulo**, entre 5 y 20 bytes.

El **carácter de inicio** puede tener uno de varios valores y puede indicar el tipo de mensaje: De maestro a esclavo, de esclavo a maestro, o mensaje Burst desde el esclavo; también el formato de dirección: paquete corto o largo.

La **dirección** incluye ambas direcciones la del amo (un solo bit: 1 para un amo primario, 0 para un amo secundario) y la dirección del esclavo. En el formato de paquete corto, la dirección del esclavo es de 4 bits que contienen la "dirección de sondeo" (0 a 15). En el formato de paquete largo, es 38 bits que contienen un "único identificador" para ese dispositivo en particular. (Un bit se utiliza también para indicar si un esclavo está en modo burst.)

El byte de **comando** contiene la orden de HART para este mensaje. Los órdenes universales están en el rango 0 a 30; los órdenes de prácticas comunes están en el rango de 32 a 126; los órdenes dispositivo-específicos están en el rango 128 a 253.

El **byte de cuenta** contiene el número de bytes a seguir en el estado y bytes de los datos. El receptor utiliza esto para saber cuando el mensaje está completo. (no existe el carácter especial "fin de mensaje".)

El campo de **estado** (también conocido como el "código de respuesta") es de dos bytes, sólo esta presente en el mensaje de respuesta de un esclavo. Contiene información sobre los errores de comunicación en el mensaje saliente, el estado de la orden recibida, y el estado propio dispositivo.

El campo de **datos** puede o no puede estar presente y depende del comando en particular. Se recomienda una longitud máxima de 25 bytes, para guardar razonablemente un tramo del mensaje global. (Pero algunos dispositivos tienen órdenes "dispositivo-específico" que usan campos de los datos más largos.)

Finalmente, el byte del **checksum** contiene un "or exclusivo" o "paridad longitudinal" de todos los bytes anteriores (desde el carácter de inicio). Junto con los bits de paridad vinculados a cada byte, esto se usa para detectar errores de comunicación.

2.3.3.2 CANopen: El Europeo CAN Bus.

Nivel: Bus de Dispositivo.

Origen: CAN en Automation, 1993

Basada en tecnología CAN (Controller Area Network), se desarrolló para la industria automovilística, y la especificación eléctrica RS485.

Número máximo de nodos: 64

Conectores: el popular 'mini ' de 18mm y micro del ' ' 12mm', enchufes y toma de desconexión rápida e impermeable y 9 pin D-shell.

Distancia: 100 m y 500 m con repetidor

Velocidad: 125, 250, 500 y 1000 Kbits/sec.

Tamaño máximo del mensaje: 8 bytes de datos por nodo por mensaje

Formatos del mensaje: Polling (Interrogación), Strobming (efecto estroboscópico), Cambio de Estado, cíclico, y otros. Protocolo basado en el principio Productor/ Consumidor .

Organización Comercial De Soporte: CAN en la automatización

Aplicaciones Típicos: Encontrado comúnmente en sistemas de control del movimiento, montaje, máquinas de soldadura y tratamiento de materiales. Alambre de un solo cable

de bloques de sensor multi-entrada, de los sensores inteligentes, de válvulas neumáticas, de lectores de código de barra, de interfaces del operador y drivers.

Ventajas: mejor ajuste para el control de movimiento a alta velocidad y de lazos cercanos de retroalimentación que otras redes basadas en CAN. La alta confiabilidad, uso eficiente del ancho de banda de la red y suministro disponible en la red.

Desventajas: limitada aceptación fuera de Europa. El protocolo es complejo y algo complicado desde el punto de vista de los diseñadores. Las mismas limitaciones generales que otras CAN: ancho de banda limitada, tamaño limitado del mensaje y longitud máxima de la red.

Capacidades de CAN's

CANopen es una familia de perfiles basados en CAN, es un protocolo de alto nivel (capa de aplicación y perfil de comunicación) que proporciona funcionalidad adicional tal como objetos de comunicación estandarizados para el proceso de datos, datos de servicio, administración de la red, sincronización y los mensajes de emergencia.

Las redes de CANopen proporcionan funcionalidad de multi-maestro, porque están basados en CAN. En CANopen hay diversos métodos específicos para lograr una comunicación en tiempo real. CANopen especifica también una conexión predefinida maestro/esclavo que descarga las tareas recién llegadas desde los identificadores de distribución tal como se requiere en la capa de transmisión de datos de CAN. Una de las funciones importantes es la fragmentación de los bloques de datos mayores a 8 bytes. El protocolo del transporte utiliza servicios de confirmación para garantizar que la capa de perfil de comunicación recibe correctamente la configuración de datos.

La diferencia general de CANopen para el modo maestro/esclavo orientado para el bus de campo es la capacidad que cada nodo tiene para acceder al bus y comunicarse directamente con cualquier otro nodo que no tenga maestro. Porque CANopen está basado en CAN, el perfil de la comunicación proporciona el proceso de transmisión de datos event-driven, que reduce la comunicación tanto como sea posible. Para aplicaciones del control del movimiento existe también operación síncrona (cíclico y acíclico).

El área de aplicación principal de CANopen es control descentralizado de la maquinaria.

ESTRUCTURA DEL MENSAJE CANOpen

Una trama de datos está compuesta de siete campos de bits diferentes:

Comienzo de trama	de	Arbitraje	Control	Datos	CRC	ACK	Fin de trama
-------------------	----	-----------	---------	-------	-----	-----	--------------

Figura 2.16. Trama del mensaje CANOpen.

Comienzo de trama

Indica el comienzo de Tramas de datos y tramas remotas. Consiste en un simple bit 'dominante'. Una estación solo está autorizada a comenzar una transmisión cuando el bus está desocupado. Todas las estaciones tienen que sincronizarse al borde marcado por el Inicio de Trama de la estación que primero inicio la transmisión.

Campo de arbitraje

Consiste en un identificador y un RTR-Bit

El formato del campo de arbitraje es diferente para los formatos de trama Standard y Extendidos.

- Identificador: La longitud del identificador es de 11 bits.
- RTR-Bit: Es el bit de "Requerimiento de transmisión remota".

*En el formato standard el campo de arbitraje consiste en 11 bits Identificadores y el RTR-BIT. Los bits Identificadores se denotan ID-28....ID-18.

*En el formato extendido el campo de arbitraje consiste en 29 bits Identificadores, el SRR-BIT, el IDE-BIT y el RTR-BIT. Los bits Identificadores se denotan ID-28....ID-0

▪ *Identificador*

Formato Standard

La longitud del IDENTIFICADOR es de 11 bits y corresponde al ID BASE en Formato Extendido. Esos bits son transmitidos en el orden de ID-28 al ID-18. El bit menos

significativo es ID-18. Los 7 bits más significativos (ID-28 – ID 22) deben no ser todos recesivos.

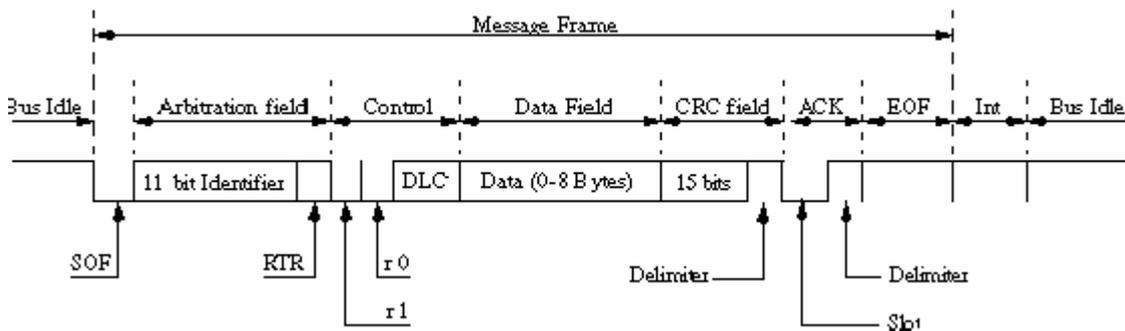


Figura2.17 Formato para la trama estándar de CAN

Formato Extendido

En contraste con el formato Standard el Formato Extendido consiste en 29 bits. El formato comprende dos secciones: ID BASE con 11 bits y ID Extendida con 18 bits

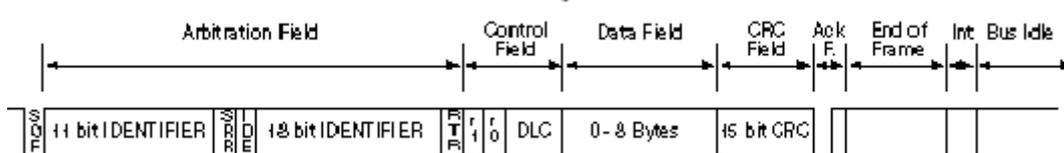


Figura 2.18 Formato para la trama estándar de CAN

ID BASE

Consiste en 11 bits. Es transmitido en el orden de ID-28 al ID-18. Es equivalente al formato del identificador Standard. El ID BASE define la base de prioridad de la trama Extendida.

ID EXTENDIDA

Consiste en 18 bits. Es transmitido en el orden de ID-17 al ID-0. En una trama Standard el Identificador es seguido por un bit RTR.

BIT RTR (tanto para formato Standard como para Formato Extendido)

Remote Transmisión Request BIT (o bit de requerimiento de transmisión remota)

En una Trama de Datos el BIT RTR tiene que ser "dominante". En una Trama Remota el BIT RTR tiene que ser "recesivo".

En una Trama extendida el ID BASE es transmitido primero, seguido por el bit IDE y el bit SRR. El ID Extendido es transmitido después del bit SRR.

BIT SRR (Formato Extendido)

Sustitute Remote Request BIT (o respuesta remota sustituta)

El SRR es un bit recesivo. Es transmitido en Tramas Extendidas en la posición del bit RTR de las Tramas Standard y entonces sustituye el bit RTR en la Trama Standard.

Sin embargo, las colisiones de una Trama Estándar y una Trama extendida, el ID BASE de la cual es la misma que el Identificador de la Trama Standard, son resueltas de modo que la Trama Standard prevalece a la Trama Extendida.

BIT IDE (Formato Extendido)

Identifier Extension Bit (Bit de identificación de extensión)

El bit IDE pertenece a:

-El Campo de Arbitraje para el Formato Extendido

-El Campo de Control para el Formato Standard

El bit IDE en el Formato Standard es Transmitido "dominante", mientras que en el Formato Extendido es transmitido como "recesivo".

Campo de Control

El Campo de Control consiste en 6 bits. El formato del campo de control es diferente para El Formato Standard y para el Formato Extendido. Las Tramas en el Formato Standard incluyen el Código de Longitud de Datos, el bit IDE, el cual es transmitido "dominante", y el bit reservado r0. Las tramas en el Formato Extendido incluyen el Código de Longitud de Datos y dos bits reservados r1 y r0. Los bits reservados tiene que ser enviados "dominantes", pero los receptores aceptan bits "dominante" y "recesivo" en todas las combinaciones.

- Código de Longitud de Datos: número de bytes en el campo de Datos. Se indica con 4 bits y se transmitirá en el campo de Control.

Campo de Datos

El campo de datos consta de los datos a ser transmitidos con la Trama de Datos. Puede contener de 0 a 8 bytes.

Campo CRC

Contiene la secuencia CRC seguido por el delimitador CRC.

- Secuencia CRC: la secuencia de chequeo de Trama deriva de un código de redundancia cíclica.
- Delimitador CRC: es un simple bit "recesivo".

Campo ACK

Son dos bits y contiene el Slot ACK y el delimitador ACK.

Fin de Trama

Cada trama de datos y trama remota se delimita por un indicador que consiste en siete bits "recesivos".

2.3.3.3 DEVICENET

Nivel: Bus de Dispositivos.

Origen: Allen-Bradley, 1994

Basado en tecnología CAN, prestada de la industria automovilística, y la especificación eléctrica RS485.

Número máximo de nodos: 64

Conectores: El popular 'mini' 18mm y 'micro' 12 mm enchufes y tomas impermeables de desconexión rápida y bloques de terminal Phoenix de 5 pines.

Emplea dos pares trenzado (un par para alimentación hasta 8 A y otro par para datos hasta 3A). Requiere una impedancia de 120 Ohmios en la terminación de la línea.

Distancia: 100 m y 500 m

Velocidad: 125, 250 y 500 Kbits/sec.

Tamaño máximo del mensaje: 8 bytes de datos por mensaje por nodo.

Formatos del mensaje: Polling (Interrogación), Strobing (efecto estroboscópico), Cambio de Estado, cíclico, y otros; basado en el modelo productor/consumidor y admite el modelo maestro/esclavo, multimaestro, Peer to Peer.

Organización comercial de soporte: Asociación abierta del fabricante DeviceNet

Aplicaciones Típicas: Encontrado comúnmente en ensamblajes, máquinas de soldadura y tratamiento de materiales. Instalación de un solo cable de: bloques de sensor multi-entrada, sensores inteligentes, válvulas neumáticas, de lectores de código de barra, de interfaces del operador y drivers.

Ventajas: bajo costo, extendida aceptación, alta confiabilidad, uso eficiente del ancho de banda de la red y suministro disponible en la red (aunque complica la comunicación).

Desventajas: Limitado ancho de banda, tamaño limitado del mensaje y longitud máxima de la red, un 90% de problemas son a nivel físico a) Por cableado, por ejemplo, caídas de voltaje que implica problemas de comunicación en los nodos.

DeviceNet y tecnología CAN Ultra Confiable.

Cuando los diseñadores de DeviceNet buscaron una tecnología a prueba de balas para los propósitos críticos de la red de fábrica, optaron por una solución preparada para la industria del automóvil. CAN fue desarrollada por Bosch en los primeros años de la década de los 80 para eliminar los grandes y costosos arnes de cableado en los automóviles Mercedes Benz.

CAN fue desarrollado de modo que los componentes de control primarios en un automóvil (componentes de los frenos, bolsas de aire, luces, ventanas y cerraduras eléctricas de la puerta, etc) se podían conectar con un solo cable en lugar de un paquete de cables del 3" de espesor.

DeviceNet: es una capa de aplicación de software por encima de CAN.

CAN por sí mismo es un protocolo de bajo nivel de arbitraje del mensaje implementado en un chip de bajo costo que está disponible a través de múltiples fabricantes y elaborado por millones. Para tener un protocolo de red completamente funcional, una capa adicional del software debe ser agregada. DeviceNet se puede considerar como un sistema sofisticado de 'macros' para mensajes de CAN, específicamente diseñados para la automatización.

DeviceNet es un Bus de Campo versátil, de propósitos generales diseñado para satisfacer el 80% de los requisitos más comunes de alambrado a nivel de máquina (y célula). Los dispositivos pueden ser alimentados desde la red así que se reduce al mínimo el cableado. El protocolo se puede implementar en muchos cientos de diversos productos de centenares de fabricantes, desde los sensores inteligentes a múltiples válvulas y los interfaces del operador.

Una de las ventajas más importantes de DeviceNet son sus formatos múltiples de mensaje, que permiten al bus 'trabajar fácil e inteligentemente'.

Devicenet proporciona poderosas soluciones de conectividad tales como:

- Tecnología del chip: El lenguaje que utiliza el protocolo de Devicenet es ANSI C, y la compañía puede suministrarle el código fuente del producto que se desea diseñar para Divecenet.
- Tarjetas del adaptador de la PC: Se cuenta con PC/ISA, PC104, PCI, PCMCIA, STD32 y los maestros y esclavos VME para DeviceNet. Utilizan las mismas herramientas de configuración, hardware y software de interfaz que todos los otros interfaces de bus de campo (DeviceNet, ProfiBus, InterBus, etc...).

2.3.3.4 PROFIBUS

ProfiBus: El FieldBus Más popular Del Mundo

Nivel: Bus de Dispositivo y de Campo

Origen: Gobierno alemán en cooperación con fabricantes de automatización, en 1989. El protocolo entero de Profibus se contiene en un ASIC, que es producido por múltiples vendedores.. Contiene toda la sincronización, software de administración del paquete, interfaz del hardware y todo lo necesario para transferir datos entre los dispositivos de Profibus. Todo lo que se requiere para implementar Profibus es agregar el ASIC al dispositivo. Un microprocesador o la circuitería de I/O se puede conectar directamente con el ASIC para proporcionar los datos de la aplicación. Esta basado en la especificación eléctrica RS485 y la norma europea EN50170.

Formatos:

ProfiBus DP (Maestro/esclavo),

ProfiBus FMS (Multi-maestro/Peer to Peer), y

ProfiBus PA (seguridad intrínseca).

Conectores: 9-Pines conector D-Shell o conector 12 mm de rápida desconexión.

Número máximo de nodos: 127.

Distancia: 100 m a 24 kilómetros (con los repetidores y transmisión con fibra óptica).

Velocidad: 9600 hasta el 12M Bit/seg.

Tamaño del mensaje: hasta 244 byte de datos por nodo por mensaje

Formatos del mensaje: Polling (Interrogación), Peer-to-Peer.

Organización comercial de soporte: Organización comercial de ProfiBus

Aplicaciones Típicas: Encontrado comúnmente en control de procesos y máquinas grandes de montajes, y tratamiento de materiales. Instalación eléctrica de un solo cable: de los bloques de sensor multi-entrada, válvulas neumáticas, complejos dispositivos inteligentes, sub-redes más pequeñas (tales como ASI), e interfaces del operador.

Ventajas: ProfiBus es la red estándar más ampliamente aceptada a nivel internacional. Casi universal en Europa y también popular en Norteamérica, Suramérica, y partes de África y de Asia. ProfiBus puede manejar cantidades grandes de datos a alta velocidad y responder a las necesidades de instalaciones grandes. Las versiones DP, FMS y PA tratan colectivamente la mayoría de aplicaciones de automatización.

Desventajas: Muy costoso para mensajes con cantidades pequeñas de datos; ninguna alimentación en el bus; un costo levemente más alto que algunos otros buses, debido al costo de sus componentes.

ProfiBus es el FieldBus abierto más instalado del mundo. Su velocidad substancial, la distancia y la capacidad de manejo de datos se hacen ideales para muchos procesos de control y aplicaciones intensivos de los datos. El ProfiBus DP, el formato más común del mensaje para I/O en este tipo de redes es el Polling, que significa que su amo asignado solicita periódicamente el estado de cada nodo. Esto asegura de que cada dispositivo en la red (puede enviar hasta 244 bytes de datos por exploración) se actualiza de manera constante y confiable. Cada mensaje contiene mas de 12 bytes para una longitud máxima de 256 bytes.

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.

Es posible la configuración múltiple maestro en ProfiBus DP, en el caso en que cada dispositivo esclavo se le asigna a un maestro. Esto significa que los múltiples maestros pueden leer entradas del dispositivo pero solamente un maestro puede escribir salidas a ese dispositivo.

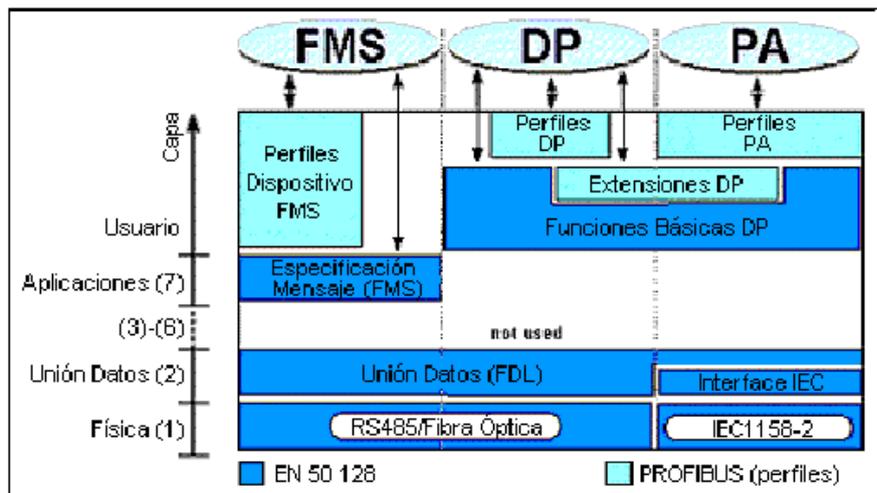
En el caso de ProfiBus FMS el formato del mensaje es Peer to Peer, que permite que los maestros se comuniquen el uno con el otro. Así como en ProfiBus DP, hasta 126 nodos están disponibles y todos pueden ser los maestros si se desea. Sólo que los mensajes de FMS son para tareas más complejas (en tamaño y en tiempo) que los mensajes del DP. Cuando el Profibus DP y FMS se utilizan simultáneamente en la misma red se le llama MODO COMBI. Esto se utiliza más comúnmente en situaciones donde un PLC opera conjuntamente con una PC, y el maestro primario se comunica con el maestro secundario vía FMS. Los mensajes del DP se envían vía la misma red a los dispositivos de I/O.

El protocolo ProfiBus PA es igual que el DP, excepto que los niveles de voltaje y corriente están reducidos para resolver los requisitos de la seguridad intrínseca (los dispositivos de PA son accionados normalmente por la red en estos niveles) para procesos industriales.

Arquitectura protocolar.

PROFIBUS está basado en normas internacionalmente reconocidas. La arquitectura protocolar está orientada al sistema OSI (Open System Interconnection)², 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 (ver figura):

² Ver en la sección de anexos el modelo OSI.



2.19. Arquitectura protocolar de 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 interface de usuario, mientras que no define de las capas 3 a 7.
- Asegura una transmisión de datos rápida y eficiente.
- El **DDLM (Direct Data Link Mapper)** proporciona al interface 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 interface 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.

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) 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 interface de protocolo conocida como *FMA (Fieldbus Management)*:

Trama.

La trama admite 3 tipos de formato: tramas de longitud fija sin datos, tramas de longitud fija con datos y tramas de longitud variable.

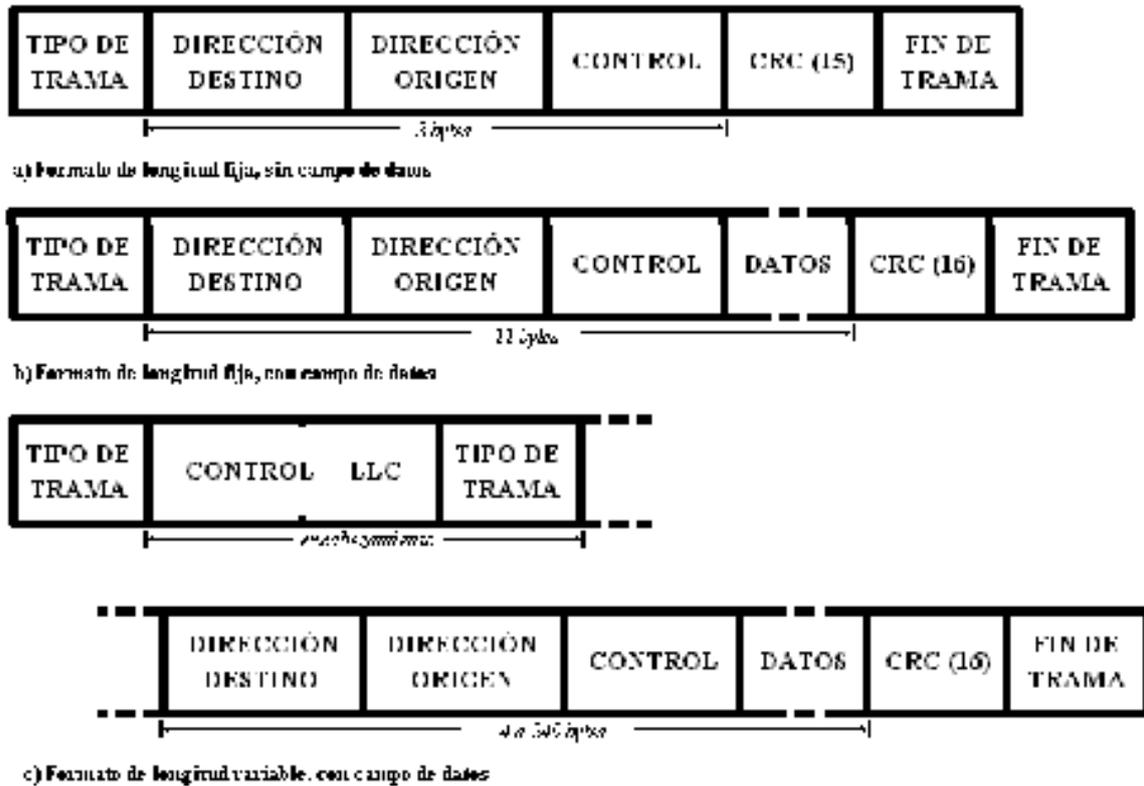


Figura 2.20. Distintos formatos de trama.

Mensajes cíclicos y acíclicos.

Estos dos tipos de mensajes son los que ofrece como básicos el protocolo estudiado. Las características que presentan son:

- **Mensajes cíclicos:** Estos mensajes permiten el intercambio de datos de baja prioridad y por tanto no críticos en cuanto tiempo de respuesta. Los servicios disponibles son los siguientes:

SDN (Send Data with No acknowledge): Mensajes de difusión (de Maestro a todos los esclavos).

SDA (Send Data with Acknowledge): Mensaje punto a punto cuya función es enviar datos o funciones de control del Maestro a uno de los esclavos.

RDR (Request Data with Reply): Mensajes punto a punto cuya función es la de solicitar datos a uno de los esclavos.

SRD (Send and Request Data): Mensajes punto a punto que permiten enviar datos y recibir datos de un esclavo.

La respuesta a uno de estos mensajes está condicionada por el tiempo total de ciclo del testigo entre todos los nodos activos.

- **Mensajes acíclicos** : Estos mensajes permiten acortar el tiempo de respuesta de los datos críticos. A cada turno de Maestro se puede enviar un mensaje de difusión conteniendo los valores críticos de todos los esclavos. La lista de estos valores es conocida por todas las estaciones maestras en una tabla. Los mensajes pueden ser de 2 tipos:

CRDR (Cyclic Request Data with Reply).

CSRD (Cyclic Send and Request Data).

La petición de estos mensajes se realiza mediante un telegrama especial de difusión, que contiene de forma encadenada las peticiones a todos los esclavos (ver figura siguiente para observar el formato de estos telegramas).



2.21. Trama de difusión para intercambios cíclicos.

Las respuestas se producen de forma escalonada mediante una instrucción de lectura rápida en cada uno de los esclavos, pero sin tener que esperar el tiempo de

procesamiento de la orden, puesto que la petición se hizo ya anteriormente mediante el mensaje de difusión (ver figura).

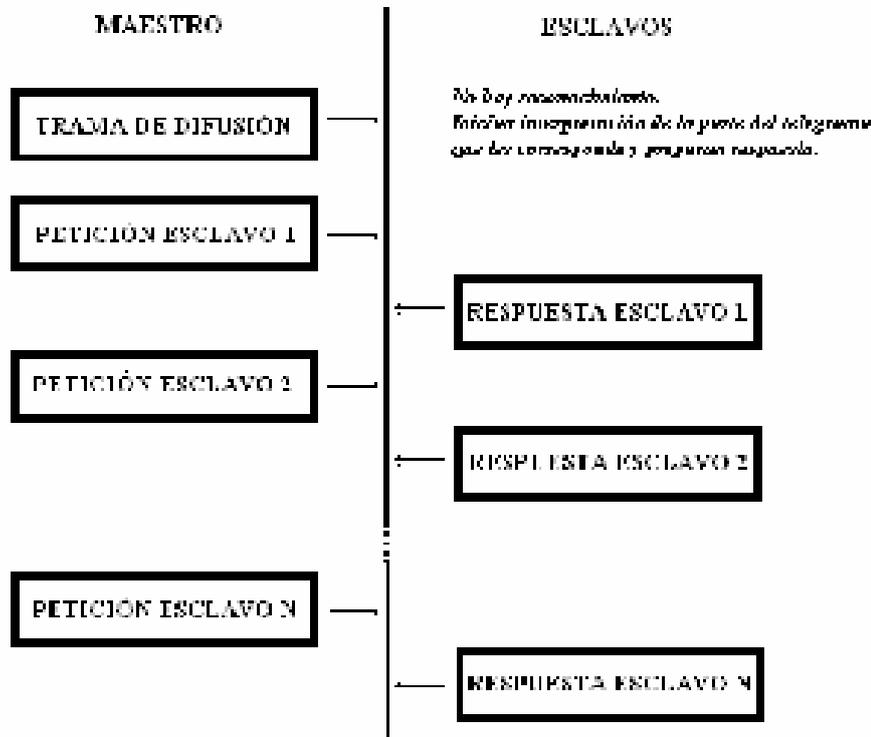


Figura 2.22 Secuencia de telegramas en un intercambio cíclico.

Las tramas de los telegramas admiten, como ya se ha dicho, formatos muy diversos, dependiendo del tipo de aplicación. Dentro de la Organización de usuarios de PROFIBUS se han formado distintos grupos que han desarrollado los detalles de protocolo para distintos campos de aplicación, en ramas tan diversas como regulación (de velocidad, de temperatura), química, alimentación, etc..

PROFIBUS DP.

PROFIBUS-DP está diseñado para la comunicación de datos a alta velocidad a nivel de dispositivo. 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.

Funciones básicas de PROFIBUS DP.

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.

Tecnología de transmisión

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

Acceso al bus

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

Comunicación

- 1)Par a par (transmisión de datos de usuario) o Multicast (comandos de control).
- 2)Transmisión cíclica de datos entre maestro-esclavo y transmisión acíclica entre maestros.

Tipos de dispositivos

- 1)DP maestro clase 2(DPM2): dispositivos de diagnóstico/programación/configuración. Se usan para la identificación de la configuración del sistema DP o para el funcionamiento y supervisión de operaciones.
- 2)DP maestorclase1(DPM1):controladores programables centrales como PLCs y PCs, que intercambia información con las estaciones descentralizadas (DP esclavos) con un ciclo de mensaje específico.

3)DP esclavo: dispositivos con entradas/salidas binarias o analógicas, esclavos, etc.

El DPM1 envía de forma cíclica su estado a todos los DP esclavos que tiene asignados mediante un comando Multicast a intervalos de tiempo configurables. La reacción del sistema a un error durante la fase de transferencia de datos del DPM1 (p. ej. error en un DP esclavo) se determina por un parámetro de configuración “auto-borrado”.

Si este parámetro pasa a un estado true (verdadero), el DPM1 pone todas las salidas de sus DP esclavos asignados a un estado de espera (seguridad) hasta que se cumplan de nuevo todas las condiciones para una transmisión correcta.

Modos de operación

El comportamiento del sistema es determinado principalmente por el estado de los DPM1. Los DPM1 pueden ser controlados localmente o mediante el bus por el dispositivo de configuración. Hay 3 estados principales:

1)Operate: Transmisión cíclica de datos de entrada y salida. DPM1 se encuentra en la fase de transferencia de datos. En una comunicación cíclica, se leen las entradas de los DP esclavos, y se escribe la información de salida en los DP esclavos.

2)Clear: Se leen las entradas manteniendo las salidas en estado de seguridad. DPM1 lee la información de entrada de los DP esclavos y mantiene las salidas en estado de espera (seguridad).

3)Stop: Sólo se permite la transmisión de datos entre maestros, es decir, no se produce ningún tipo de transmisión entre DPM1 y los DP esclavos.

Velocidad

1)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

1) Los comandos de control permiten la sincronización de entradas y salidas.

Modo Sync: Sincroniza salidas.

Modo Freeze: Sincroniza entradas.

Funcionalidad

1) Transmisión de datos de usuario cíclica entre el maestro y el(los) esclavo(s).

2) Activación o desactivación dinámica de DP esclavos de forma individual.

3) Chequeo de la configuración del DP esclavo.

4) Poderosas funciones de diagnóstico, con 3 niveles jerárquicos de mensajes.

5) Sincronización de las entradas y/o salidas.

6) Asignación de direcciones sobre el bus de los DP esclavos.

7) Configuración del DP maestro (clase 1) sobre el bus).

8) Máximo de 244 bytes de entradas y salidas de datos por DP esclavo.

Funciones de diagnóstico

1) Permiten una rápida localización de los errores.

2) 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

1) Todos los mensajes se transmiten con una distancia Hamming $HD=4$

2) Temporizador guardián en DP esclavo.

3) Protección de acceso para las entradas/salidas de los DP esclavos.

4) Monitorización de los datos de usuario con un temporizador configurable en el maestro.

Transmisión cíclica de datos entre DPM1 y DP esclavos.

La transmisión de datos entre DPM1 y sus DP esclavos asignados es ejecutada de forma automática por DPM1 en un orden definido. Al configurar el sistema del bus, el usuario especifica la asignación de un DP esclavo a un DPM1 y cuales de estos esclavos se incluirán o se excluirán de la transmisión de datos de usuario.

La transmisión de datos de usuario entre DPM1 y DP esclavos se divide en 3 fases:

- *Parametrización.*
- *Configuración.*
- *Transferencia de datos.*

Durante las fases de parametrización y configuración, cada DP esclavo compara su configuración real (tipo de dispositivo, formato y longitud de la información) con la configuración esperada que es la que presenta DPM1. El DP esclavo sólo será incluido en la fase de transferencia de datos si coinciden las dos configuraciones anteriores. Estas pruebas garantizan al usuario una protección adecuada contra los errores de parametrización.

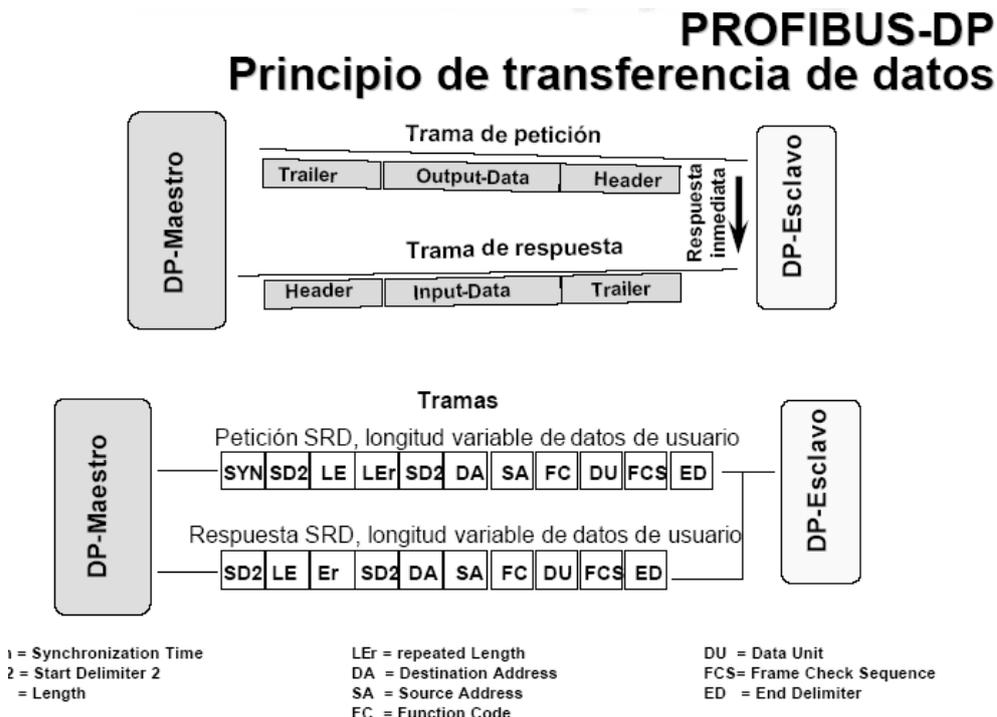


Figura 2.23. Transmisión de datos de usuario con PROFIBUS DP

Transmisión cíclica de datos entre DPM1 y los dispositivos de configuración.

Además de las funciones maestro-esclavo, también son posibles las funciones de comunicación entre maestros. Estas funciones hacen posible a los dispositivos de diagnóstico y configuración configurar el sistema sobre el bus, habilitar y deshabilitar transferencias de datos entre DPM1 y DP esclavos individuales e incluso cambiar el estado de operación de DPM1.

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, 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. 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. 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. 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”.
- ***Protocolo de transmisión para PROFIBUS PA.***

PROFIBUS-PA usa las funciones básicas del PROFIBUS-DP para la transmisión de valores de medida y de estado, y las funciones extendidas del mismo para la parametrización y operación de los dispositivos de campo.

Para la transmisión se usa la tecnología de dos cables en concordancia con la norma IEC 1158-2.

Los telegramas son suministrados con límites de comienzo y fin de la transmisión en el segmento IEC 1158-2.

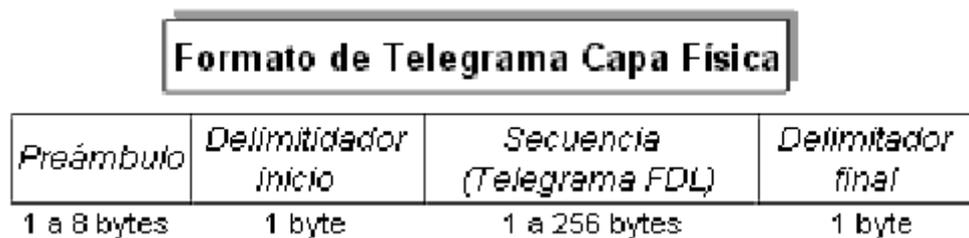


Figura 2.24. Transmisión de datos con PROFIBUS PA en el bus.

PROFIBUS-FMS.

PROFIBUS-FMS está diseñado para la comunicación a nivel celular. A este nivel los controladores programables (ej. PLC's y PC's) se comunican en principio entre sí. En esta área de aplicación es más importante un alto grado de funcionalidad que unos tiempos rápidos de reacción del sistema.

OBJETO - CLIENTE ORIENTADO - MODELO DE SERVIDOR

Servicios del FMS:

- Establece y desconecta conexiones lógicas.
- Lee y escribe variables.
- Carga y lee áreas de memoria.
- Compila, empieza y detiene programas.
- Transmite mensajes de sucesos con más o menos prioridad.
- Peticiones de estado y de identificación de dispositivos.
- Servicios para la dirección del diccionario de objeto.

Buses de campo – tipos relacionados de relaciones de comunicación

- Conexiones maestro-maestro.
- Conexiones maestro- esclavo para la transmisión de datos cíclica o acíclica.
- Conexiones maestro- esclavo para la transmisión de datos cíclica o acíclica con iniciativa del esclavo.
- Conexiones para relaciones de comunicaciones.
- Atributos de conexión.

Capas de aplicación.

La capa de aplicación proporciona los servicios de comunicación que pueden ser usados por el usuario. Estos servicios hacen posible el acceder a variables, transmitir programas y controlar su ejecución así como la transmisión de sucesos. Formado por las siguientes partes:

- La especificación de mensajes del bus de campo, la cual describe los objetos y servicios de comunicación.

- El interface de la capa más baja que es usado para adaptar los servicios de la anterior con esta segunda capa.

Modelo de comunicación.

El modelo de comunicación PROFIBUS-FMS permite a los procesos de aplicación distribuidos ser unificados en un proceso común usando relaciones de comunicación. Esa porción de un proceso de aplicación en un dispositivo de campo que puede ser alcanzado vía comunicación se llama “dispositivo virtual de campo”. La siguiente figura muestra la relación entre el dispositivo real de campo y el dispositivo virtual de campo. En este ejemplo, solo ciertas variables, como número de unidades, proporción de fallo y tiempo fuera de servicio, son parte del dispositivo virtual de campo y pueden ser leídas y escritas vía las dos relaciones de comunicación.

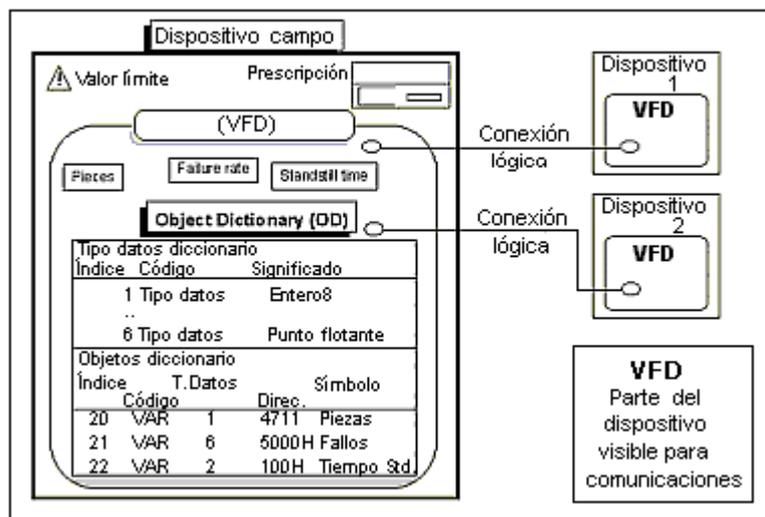


Figura 2.25. Dispositivo de campo virtual.

Objetos de comunicación y diccionario de objetos.

Todos los objetos de comunicación de un dispositivo FMS están por completo en el diccionario de objetos locales del dispositivo. El diccionario de objetos contiene la descripción, estructura y tipos de datos, así como la relación entre las direcciones internas del dispositivo de los objetos de comunicación y su designación en el bus (

índice/nombre). El diccionario de objetos se compone de los siguientes elementos:

- Cabecera.
- Lista de tipos de datos estáticos.
- Diccionario de objetos estáticos.
- Lista dinámica de listas de variables.
- Lista dinámica de programa.

Las partes individuales del diccionario de objetos solo deben estar presentes cuando el dispositivo soporte en dicho momento esas funciones.

Los objetos estáticos de comunicación están por completo en el diccionario de objetos estáticos. Pueden ser predefinidos por el fabricante del dispositivo o especificados durante la configuración del bus del sistema. FMS reconoce cinco tipos de objetos de comunicación:

- Variable simple.
- Array: series de variables simples del mismo tipo.
- Registro: series de variables simples de distinto tipo.
- Dominio.
- Suceso.

Los objetos dinámicos de comunicación están por completo en la parte dinámica del diccionario de objetos. Pueden ser predefinidos o definidos, borrados o cambiados con los servicios de FMS. FMS reconoce dos tipos de objetos dinámicos de comunicación:

- Invocación del programa.
- Lista de variable: series de variables simples, arrays o registros.

El direccionamiento lógico es el método preferido de direccionar para objetos de comunicación FMS. El acceso es interpretado con una dirección corta (el índice) que es un número del tipo hexadecimal sin signo. Cada objeto tiene un índice individual.

Como opción, los objetos también pueden ser direccionados por nombre o con sus direcciones físicas.

Cada objeto de comunicación puede ser opcionalmente protegido contra accesos no autorizados. El acceso a un objeto puede ser solo permitido con una cierta contraseña o puede ser solo permitido para cierto grupo de dispositivos. La contraseña y el grupo de dispositivos pueden ser especificados en el diccionario de objetos para cada objeto individualmente. Además, los servicios permitidos (accesos de solo lectura) para

acceder a un objeto pueden ser restringidos.

Interface de la capa más baja.

El mapa de la capa 7 a la capa 2 es manejada por esta interface. Sus tareas incluyen el control de flujo y la supervisión de la conexión.

El usuario se comunica con los otros procesos de aplicación a través de canales lógicos llamados relaciones de comunicación. El interface mantiene varios tipos de relaciones de comunicación para la ejecución de los servicios FMS y FMA7. Las relaciones de comunicación tienen diferentes capacidades de conexión (por ejemplo, supervisión, transmisión y demandas a los compañeros de comunicación).

Las relaciones de comunicación de conexión-orientada representan una conexión lógica par a par entre dos procesos de aplicación. La conexión debe ser primero establecida con un servicio de iniciación antes de que pueda ser usada para la transmisión de datos.

Antes de ser establecida con éxito, la conexión está protegida contra accesos no autorizados y queda disponible para la transmisión de datos. Cuando una conexión establecida no se necesita más, se puede desconectar con un servicio de aborto. El interface permite la supervisión de la conexión controlada en tiempo para las relaciones de comunicación de conexión-orientada.

Los atributos de conexión “abierto” y “definido” son otros rasgos característicos de las relaciones de comunicación de conexión orientada.

En conexiones definidas el compañero de la comunicación se especifica durante la configuración.

2.3.3.5 CONTROLNET

Origen: Allen-Allen-Bradley, 1995. Basado en el cableado RG6/U (popular en aplicaciones de televisión por cable) y el chip ASIC Rockwell.

Nivel: Bus de Control

Cantidad de fabricantes de dispositivos que se comunican con este protocolo: 35

Número máximo de nodos: 48 nodos y 99 con repetidores

Distancia Máxima: 1 Km con cable coaxial y 3 Km con fibra óptica.

Velocidad: 5M bit/Sec

Tamaño del Mensaje: 0-510 bytes.

Formatos del Mensaje: basado en el modelo Productor/Consumidor; multi-maestro y peer to peer.

Organización comercial de Soporte: ControlNet internacional.

Usos Típicos: Misión crítica, establecimiento de una red a lo ancho de una fabrica entre múltiples PC, PLC's y sub-redes (es decir DeviceNet, fundación FieldBus H1, etc.) y control de proceso.

Ventajas: El uso deterministico, repetible, uso eficiente del ancho de banda de la red, proporciona redundancia en un costo más bajo que la mayoría de las otras redes disponibles incluyendo Ethernet. Puede ser transmitido en cualquier protocolo del transporte IP vía Ethernet, firewire o USB.

Desventajas: cantidad limitada de fabricantes y costoso ASIC Rockwell.

ControlNet fue concebido como la última red de alto nivel de FieldBus, y diseñado para resolver vario criterios de automatización de alto rendimiento y del control de proceso. De importancia primaria es la capacidad de dispositivos de comunicarse el uno al otro al 100%, alcanzando una respuesta más rápida que redes maestro/esclavo tradicionales. Esto se hace posible por el modelo de comunicación Productor/Consumidor y el organizador, que prioriza rigurosamente los mensajes.

ControlNet permite que los maestros múltiples controlen los mismos puntos de I/O. La capacidad de repetición asegura que el tiempo de transmisión sea constante e inalterado por los dispositivos conectados o eliminados de la red.

Fue diseñado específicamente para acomodar la información de alto nivel y para controlar necesidades de literalmente docenas de sub-redes y de controladores. La capacidad determinística de Controlnet es extremadamente importante, pues muchas veces se presentan situaciones del control de proceso donde están implicados materiales peligrosos y se requiere de una certeza absoluta con respecto al procesos del control

Además, su arquitectura tiene conectividad redundante como característica integral. La redundancia es algo difícil de alcanzar con otras redes, pero cada nodo de ControlNet tiene conexiones duales para este mismo propósito.

Utilizan la misma configuración de herramientas e interfaz del hardware y de software que todos los otros interfaces de FieldBus.

2.3.3.6 INTERBUS

Nivel: Bus de Dispositivo

Origen: Phoenix Contact, 1984.

Cantidad de fabricantes de dispositivos que se comunican con este protocolo: más de 700.

Número máximo de nodos: 256

Conectores: 9 pines D-Shell y DIM circular de 23 mm; opciones de cableado que permite el par trenzado, la fibra óptica, el infrarrojo o conexiones SMG

En el caso del par trenzado se utilizarán tres pares con el protector y el drenó.

Distancia: 400m por segmento (entre cada nodo), 12.8 Kilómetros en total.

Velocidad: 500 Kbits/sec

Tamaño del mensaje: 512 bytes de datos por nodo, transferencias de bloque ilimitadas

Organización comercial de soporte: El club de InterBus

Aplicaciones Típicas: Encontrado comúnmente en máquinas de montaje, de soldadura y de tratamiento de materiales. Instalación de un solo cable de: bloques de sensor multi-entrada, válvulas neumáticas, lectores de código de barra, drivers e interfaces del operador. También puede ser utilizado con el lazo del sensor y sub-redes AS-I.

Ventajas: Capacidad de auto-direccionamiento que hace arranques muy simples; capacidad de diagnóstico extensa, aceptación extensa (especialmente en Europa), rápido tiempo de reacción y uso eficiente del ancho de banda, alimentación opcional a los sensores y actuadores (para los dispositivos de entrada) disponible en la red.

Desventajas: Uno fallo de conexión desactiva la red completa.; capacidad limitada para transferir grandes cantidades de datos.

InterBus fue uno de los primeros Fieldbuses que alcanzaron gran renombre. Continúa siendo popular debido a su flexibilidad, velocidad, capacidad de diagnóstico y auto-direccionamiento. Fue diseñado para un solo host. Cada nodo esclavo tiene dos conectores, uno que recibe datos, y uno que pasa los datos al siguiente esclavo. La información de la dirección no se contiene en el protocolo; los datos se empujan a través de la red de una manera circular y el maestro puede determinar qué nodo está siendo leído o escrito por su posición en el círculo.

Debido a la topología inusual de la red, InterBus tiene otras dos ventajas. Primero, un maestro puede configurarse sin intervención del usuario debido a la topología del anillo. InterBus tiene el potencial de ser entendido por cualquier tipo de persona (por lo menos tanto como cualquier red puede ser). En segundo lugar, la simplificación drástica de averías en la red, pues proporciona la información exacta y dónde han ocurrido.

Por otra parte, InterBus maneja I/O análogas y Digitales con facilidad, y el canal de PCP es un mecanismo por el cual las transferencias de bloque de datos se pueden empaquetar dentro del protocolo de InterBus sin interferir con la transmisión de los datos normales de I/O.

TRAMA PARA INTERBUS

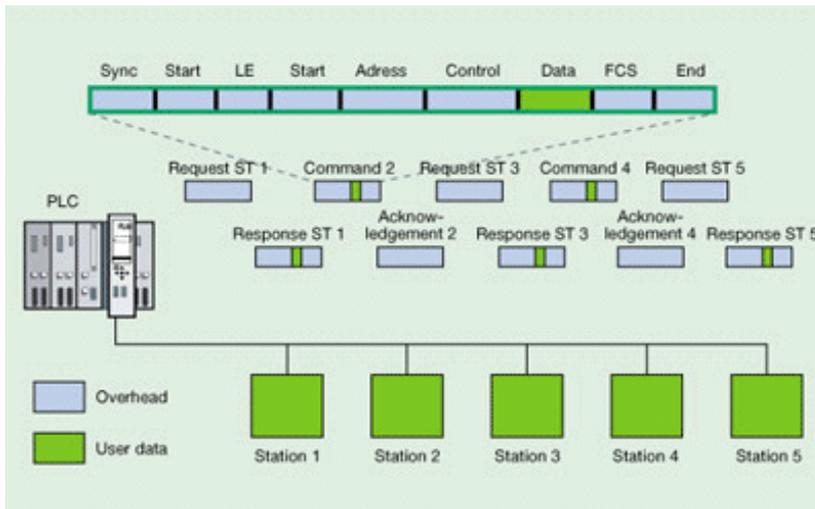


Figura 2.26. Trama de Interbus

2.3.3.7 FUNDACIÓN FIELDBUS

El estándar internacional abierto para misiones críticas, el control de proceso y los ambientes intrínsecos seguros

Origen: ISA, 1997. Implementado en chips y producido por múltiples fabricantes. Basado en la norma ISA SP50/IEC 61158, para "H1" Intrínseco Seguro, con velocidad de 31.25Kbit/sec; y Ethernet de Alta Velocidad "HSE", con velocidad de 100Mbit/sec.

Nivel: Bus de Campo

Número máximo de nodos: 240 por segmento; 65.000 segmentos posibles.

Distancia: 1900 metros para H1

Velocidad: 31.25K y 100M Bit/sec

Tamaño del mensaje: 128 bytes

Formato del mensaje: Cliente/Servidor, Editor/Subscriber, Notificación del acontecimiento

Tipos de cables:

Tabla 2.4 Especificaciones de cables para FF.

Tipo	Longitud [m]	Impedancia [ohms]	Resistividad	Atenuación [db/Km]	Descripción
A	1900	100	22	3	Par individual con apantallamiento
B	1200	100	56	5	Pares Múltiples con apantallamiento global
C	400	desconocido	132	8	Pares Múltiples sin apantallamiento
D	200	desconocido	28	8	Conductores múltiples, no en pares

Los cables para las instalaciones con FF deberán ser instalados en bandeja o conduit. Se sugiere que todos los cables deben ser par trenzados múltiples o individuales con apantallamiento individual por cada par.

Organización comercial de soporte: Fundación de Fieldbus

Aplicaciones Típicas: Sistemas de Control Distribuido; Control de proceso continuos, procesamiento por lotes, aceite y gas.

Ventajas: Protocolo flexible, sofisticado con muchas capacidades; seguridad Intrínseca; nivel de acercamiento integrado a los dispositivos a nivel de fabrica; Competidor muy fuerte como estándar futuro en la industria de procesos.

Desventajas: "industria de proceso" céntrica; disponibilidad limitada de dispositivos compatibles; proceso lento de la adopción de la estandarización y de la industria.

La fundación Fieldbus finalmente ha venido introduciéndose y se está estableciendo rápidamente como el estándar del futuro para redes de procesos industriales. Desde su introducción oficial en 1997, muchos fabricantes de DCS han estado adoptando la fundación Fieldbus, han estado desarrollando y han estado certificando los dispositivos. La fundación Fieldbus compete con Modbus, HART y Profibus PA como estándar.

Es un protocolo sofisticado y orientado a objetos, que utiliza formatos múltiples de mensajes y permite que un controlador reconozca un sistema rico de información de configuración y de parámetros ("descripción del dispositivo") de los dispositivos que se han conectados en el bus. La fundación Fieldbus incluso permite que un dispositivo transmita parámetros referente a la confiabilidad estimada de una porción particular de datos.

Además, utiliza un organizador para garantizar la entrega de mensajes, así que las aplicaciones determinísticas y la capacidad de repetición se tratan sólidamente. Cada segmento de la red contiene un organizador. El HSE, Ethernet de alta velocidad, es un estándar de Ethernet 100Mbit que utiliza el mismo protocolo y objetos que FF H1, en TCP/IP.

El HSE todavía no está comercialmente disponible.

2.3.3.8 WORLDIFIP

Nivel: Bus de Campo

Origen: WorldFIP es un estándar europeo que fue creado en 1987 (como FIP) por EXERA, un grupo de usuarios de múltiples industrias.

Cantidad de fabricantes de dispositivos que se comunican con el: más de 50.

Número máximo de nodos: 256 nodos

Distancia: 500 m, 10 Km (con repetidores).

Velocidad: 31.25 kbit/seg, 1 Mbit/seg y 2.5 Mbit/seg con el cable opcional dual-redundante, y para fibra óptica de 5 Mbit/seg.

Tamaño del mensaje: 32 bytes

Formato del mensaje: Modelo Productor/Consumidor, cíclico, notificación del acontecimiento, mensajes explícitos.

Organización comercial de soporte: Asociación internacional no lucrativa Worldfip

Aplicaciones Típicas: Encontrado comúnmente en control de procesos, máquinas de montaje automovilístico, de tratamiento de materiales.

2.3.3.9 MODBUS.

Nivel: Bus de Campo

Origen: Compañía Modicon, en 1978.

Modbus PLUS es el protocolo más ampliamente usado de toda la automatización industrial. Por ser muy simple de entender y fácil para la representación del dispositivo y las comunicaciones estándares de tipo serial hacen a Modbus muy popular. En una red Modbus cada dispositivo mira a la red como colección de bits y de registros. No hay requisitos para el número y el tipo de bits y registros apoyados por un dispositivo de Modbus. Un maestro de Modbus lee y escribe estos bits y registros utilizando un sistema

de comandos muy simple. La comunicación fluye solamente en una dirección a la vez. Un amo de Modbus envía una petición y el esclavo contesta a la petición.

Número máximo de nodos: 32 nodos

Conectores: Se utiliza típicamente conectores DB9 o bloques de conectores.

Distancia: 450 m y 1.8 Km con repetidores.

Velocidad: Puede correr a cualquier velocidad, pero es más comúnmente utilizado entre 31.25 Kb/s y 5 Mb/s.

Tamaño del mensaje: 256 bytes

Formato del mensaje: Maestro/Esclavo; I/O discretas y análogas.

Organización comercial de soporte: Modicon/Groupe Schneider

Aplicaciones Típicas: Protocolo serial de mayor popularidad en el área de instrumentación, automatización y sistemas de control.

Ventajas: Fácil de implementar en procesadores pequeños con memoria limitada. Cualquier dispositivo con un puerto serial y un interfaz de comunicaciones RS485 puede convertirse en un esclavo de Modbus

Desventajas: Comunicaciones seriales lentas. Ninguna representación estándar del dispositivo.

Modbus se puede implementar en cualquier dispositivo con un puerto serial que pone a disposición cualquier microprocesador de 8-bit. Aunque puede ser utilizado en una simple configuración esclavo de Maestro/Esclavo para las comunicaciones RS232 este usualmente se pone en ejecución para la norma RS485. RS485 es un estándar de comunicación multi-drop, daisy-chained, usado normalmente con un máximo de 32 nodos. En una red RS485 cada dispositivo esclavo de Modbus se identifica con una

dirección 8-bit. La dirección 255 es reservada y utilizada para las comunicaciones broadcast (los maestros de Modbus tienen esta capacidad para escribir mensajes a todos los esclavos en la red). Un maestro de Modbus emite un mensaje para un esclavo específico. El mensaje solicita el valor de un cierto número de bits o registros o fija algunos bits o registros de un esclavo en particular en la red. El comando es recibido por cada esclavo en la red y contestado por el esclavo con la dirección que corresponde a la dirección del mensaje.

Aunque el bus cuenta con pocos comandos (veinte) son algunos los que realmente se utilizan. Los comandos más comunes son lectura y escritura de bits, lectura de registros, fijar uno o múltiples registros. El sistema de comando pequeño es otra razón de su gran popularidad en el mundo del control de dispositivos pequeños.

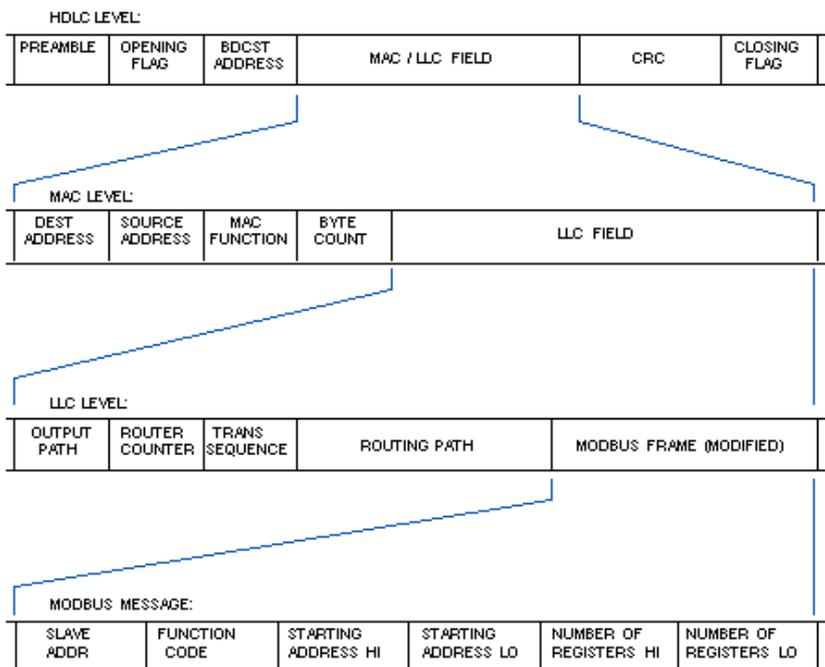


Figura 2.27. Trama para protocolo modbus.

Tabla 2.5 CARACTERISTICAS FISICAS DEL BUS.

NOMBRE DEL BUS	Topología de la red	Medio físico	N ⁰ de nodos	Distancia máxima	Cantidad de alambres	Nivel
HART	Punto a punto, multidrop, estrella y punto a multipunto	Par trenzado apantallado	15	3 Km	2	Campo
CANBUS	Bus	Par trenzado	64	100 m y 500 con repetidores	2	Dispositivo
CONTROLNET	Bus, Arbol, Estrella	Coaxial y Fibra Optica	48 sin repetidores	1 Km para coaxial y 3 Km para fibra	Coaxial	Control
DEVICENET	Bus	Par trenzado para datos y alimentación	64	500 metros @ 125kb/s 100 metros @ 500kb/s	4	Dispositivo
FOUNDATION FIELDBUS	Multidrop con alimentación de dispositivos en el bus	Par trenzado	240	1900m @ 31.25K 500m @ 2.5M	2	Campo

Tabla 2.5 CARACTERISTICAS FISICAS DEL BUS (continuación).

NOMBRE DEL BUS	Topología de la red	Medio físico	Nº de nodos	Distancia máxima	Cantidad de alambres	Nivel
INTERBUS	Abierto: Bus, árbol, anillo, estrella	Par trenzado, fibra, infrarrojo slip-ring.	512 en sistema Total. 256 en bus remoto	En total 12.8 Km (copper) 400m máx entre los dispositivos	2	Dispositivo
PROFIBUS FMS	Bus	1 Par trenzado de dos hilos con apantallamiento o fibra	127	19.2km @ 9.6kb/s 200m @ 500kb/s	2	Campo
PROFIBUS PA	Bus, estrella y anillo	1 Par trenzado de dos hilos con apantallamiento o fibra	127	1.9 Km y 24 Km con fibra	2	Campo

Tabla 2.5 CARACTERISTICAS FISICAS DEL BUS (continuación).

NOMBRE DEL BUS	Topología de la red	Medio físico	Nº de nodos	Distancia máxima	Cantidad de alambres	Nivel
WORLDFIP	Bus	Par trenzado Fibra	64 nodos por segmento, hasta 4 segmentos con repetidores (256 nodos)	500 m y 40 Km con repetidores o más dependiendo del cable, velocidad y cantidad de nodos	2	Campo
MODBUS PLUS	Bus y Arbol	Par trenzado o Fibra Optica	32	450 m y hasta 1.8 Km con repetidores	2	Campo

Tabla 2.6 CARACTERISTICAS DEL MECANISMO DE TRANSPORTE DEL BUS.

NOMBRE DEL BUS	Velocidad de Transmisión	Longitud del segmento de datos	Tecnología aplicada	Modo de operación o de comunicación	Método de arbitraje
HART	1.2 Kb/s	255 bytes	ASIC	Maestro/Esclavo Modo Bursa	Ninguno
CANBUS	500 kb/s, 250 kb/s, 125 kb/s	8 Bytes	Chip	Maestro/Esclavo	CSMA/CR
CONTROLNET	5 Mb/s	510 Bytes	ASIC	Maestro/Esclavo	Token Passing
DEVICENET	500 kb/s, 250 kb/s, 125 kb/s	8 bytes	Chip	Maestro/ Esclavo, multimaestro, otros	CSMA
FOUNDATION FIELDBUS	31.25 kb/s 1 Mb/s 2.5 Mb/s	32 Bytes	Chip	Notificación de Eventos	Planificador centralizado determinista, múltiple reserva

Tabla 2.6 CARACTERISTICAS DEL MECANISMO DE TRANSPORTE DEL BUS(Continuación).

NOMBRE DEL BUS	Velocidad de Transmisión	Longitud del segmento de datos	Tecnología aplicada	Modo de operación o de comunicación	Método de arbitraje
INTERBUS	500kBits/s, full duplex	hasta: - 64bytes en tiempo real dato /dispos. - 244 Bytes PCP dato/dispos. - 512 In + 512 Out bytes por sistema	Chip	Maestro/esclavo con total transferencia de la trama	Ninguno
PROFIBUS FMS	500 Kb/s	244 Bytes	Chip para velocidades mayores a 500 Kb/s y cualquier microprocesador equipado internamente con una interface serie asíncrona	Multimaestro, maestro/esclavo y peer to peer.	Polling cíclico/aciclico

Tabla 2.6 CARACTERISTICAS DEL MECANISMO DE TRANSPORTE DEL BUS(Continuación).

NOMBRE DEL BUS	Velocidad de Transmisión	Longitud del segmento de datos	Tecnología aplicada	Modo de operación o de comunicación	Método de arbitraje
PROFIBUS PA	31.25 kb/s	244 bytes	ASIC	Maestro/Esclavo Peer to Peer	Token passing
PROFIBUS DP	31.25 kb/s	244 bytes	ASIC	Multimaestro, maestro/esclavo y peer to peer.	Polling cíclico/acíclico
WORLDFIP	31.25 kb/s 1Mb/s, 2.5 Mb/s, 12 Mb/s	244 bytes	ASIC	Maestro/Esclavo Peer to Peer	Token passing Bus arbiter
MODBUS	31.25 kb/s 1Mb/s, 2.5 Mb/s para par trenzado 5 Mb/s para fibra óptica	Hasta 256 bytes	No necesita un chip ASIC	Multi-Maestro Peer to Peer	

2.4 RESUMEN DE PROTOCOLOS DE MAYOR USO EN LA INDUSTRIA.

2.4.1 PROTOCOLO HART:

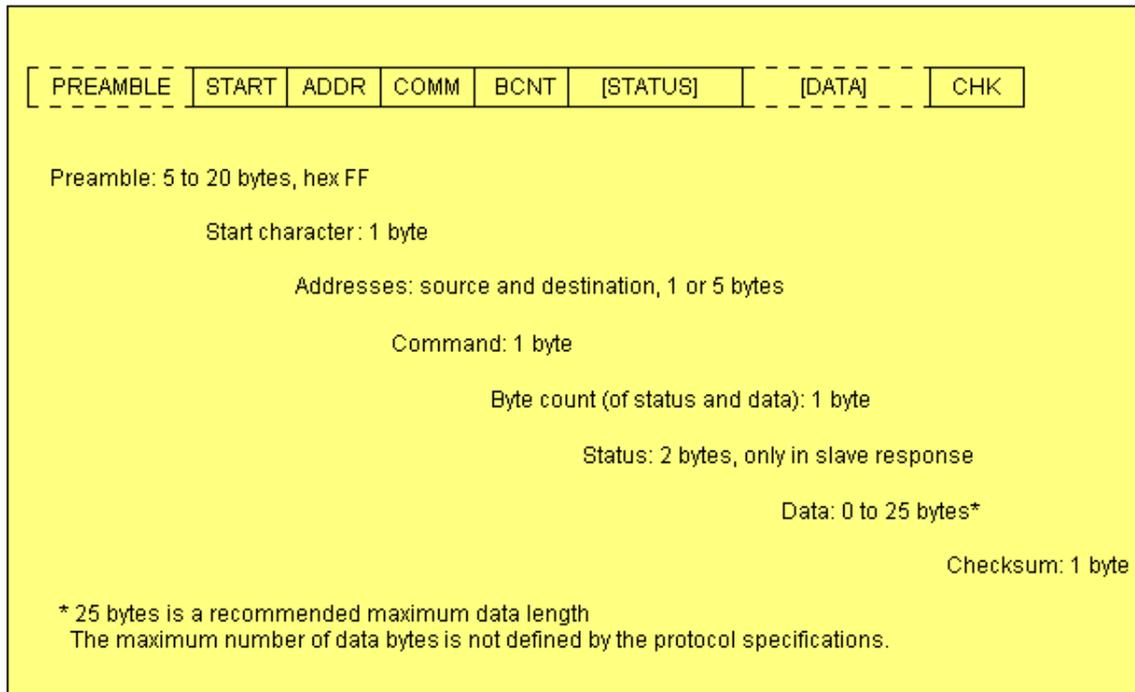


Figura 2.28. Trama de protocolo HART.

COMUNICACIÓN A BUS DE DISPOSITIVOS: Dispositivos de 4 – 20 mA conexión punto a punto o AS-i Bus.

COMUNICACIÓN A BUS DE DATOS: ETHERNET

2.4.2 PROTOCOLO CANOpen

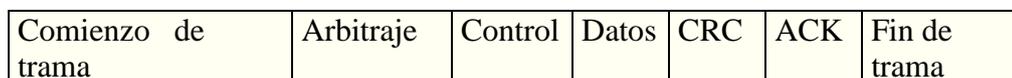


Figura 2.29 Trama de protocolo CANOpen

COMUNICACIÓN A BUS DE DISPOSITIVO:
Protocolo AS-i Bus.

COMUNICACIÓN A BUS DE DATOS: ETHERNET

2.4.3 PROTOCOLO PROFIBUS DP.

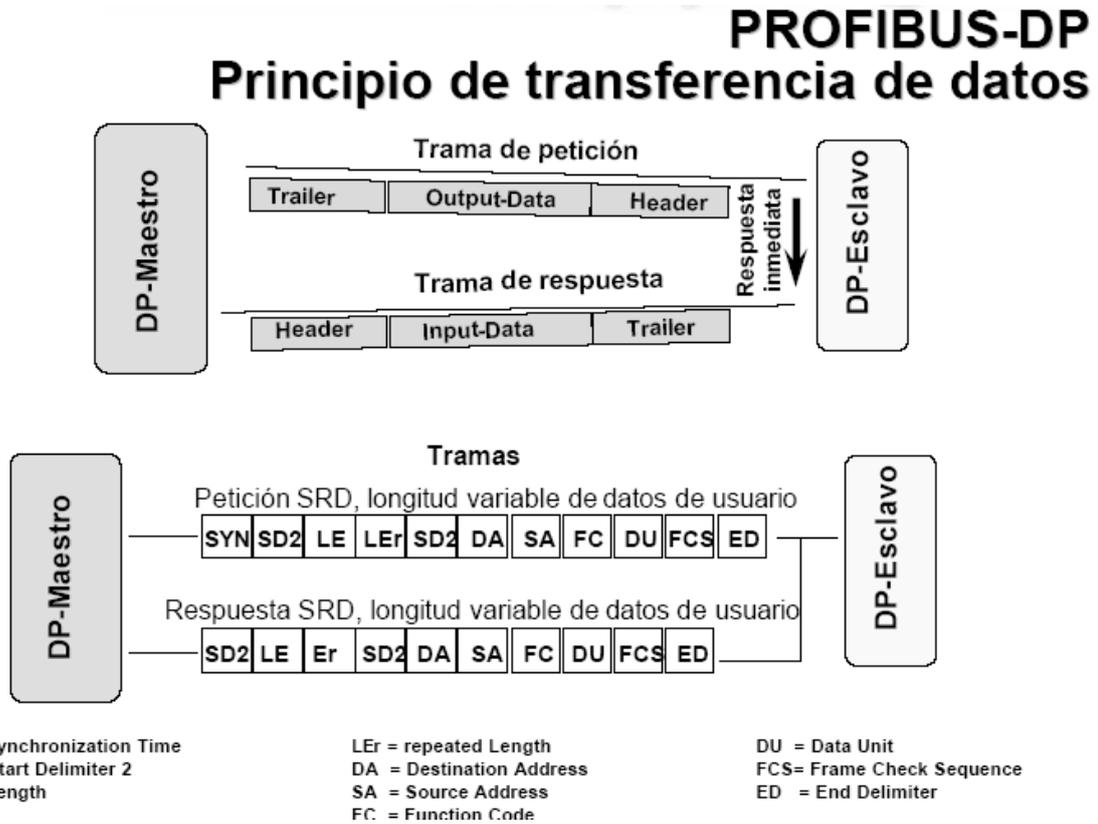


Figura 2.30 Trama de protocolo PROFIBUS DP

COMUNICACIÓN A BUS DE DISPOSITIVO:
Protocolo AS-i Bus y SERIPLEX

COMUNICACIÓN A BUS DE DATOS: ETHERNET

2.4.4 PROTOCOLO MODBUS PLUS .

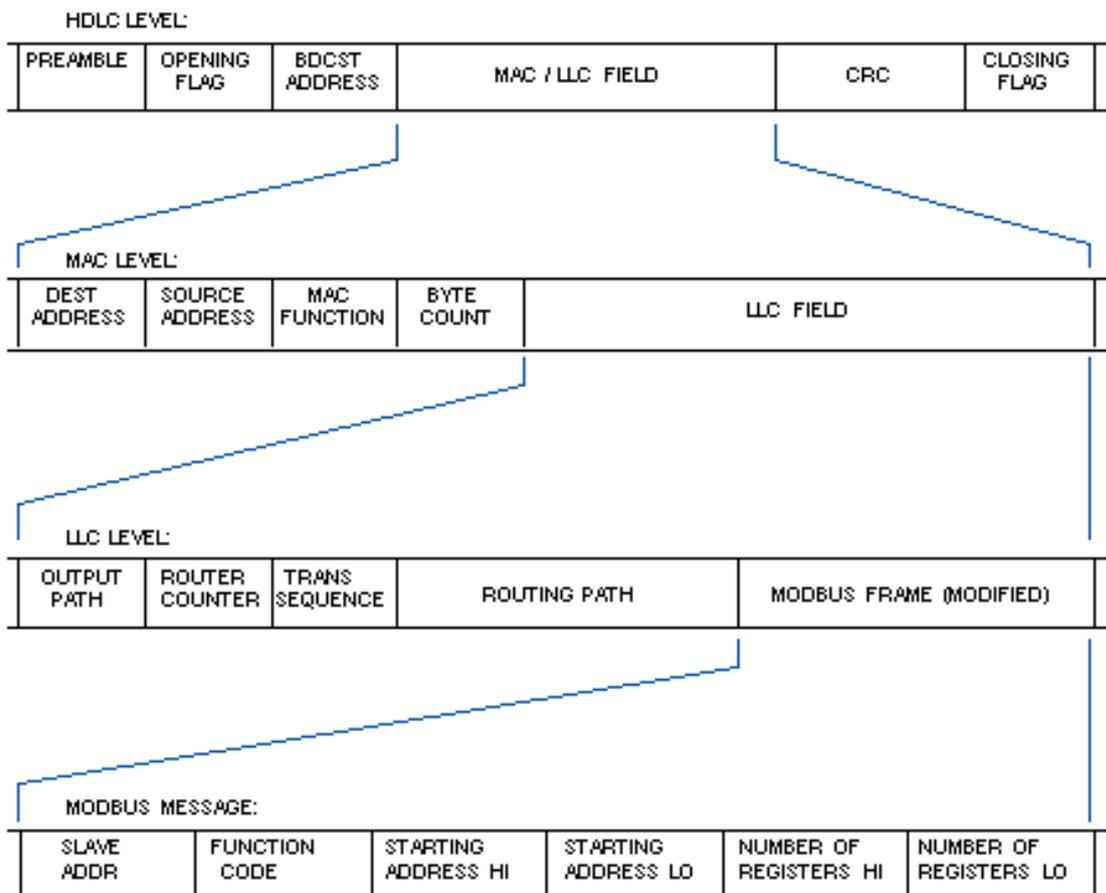


Figura 2.31 Trama de protocolo MODBUS PLUS.

COMUNICACIÓN A BUS DE DISPOSITIVO:
Protocolo AS-i Bus y SERIPLEX

COMUNICACIÓN A BUS DE DATOS: MODBUS TCP

2.4.5 PROTOCOLO INTERBUS-S

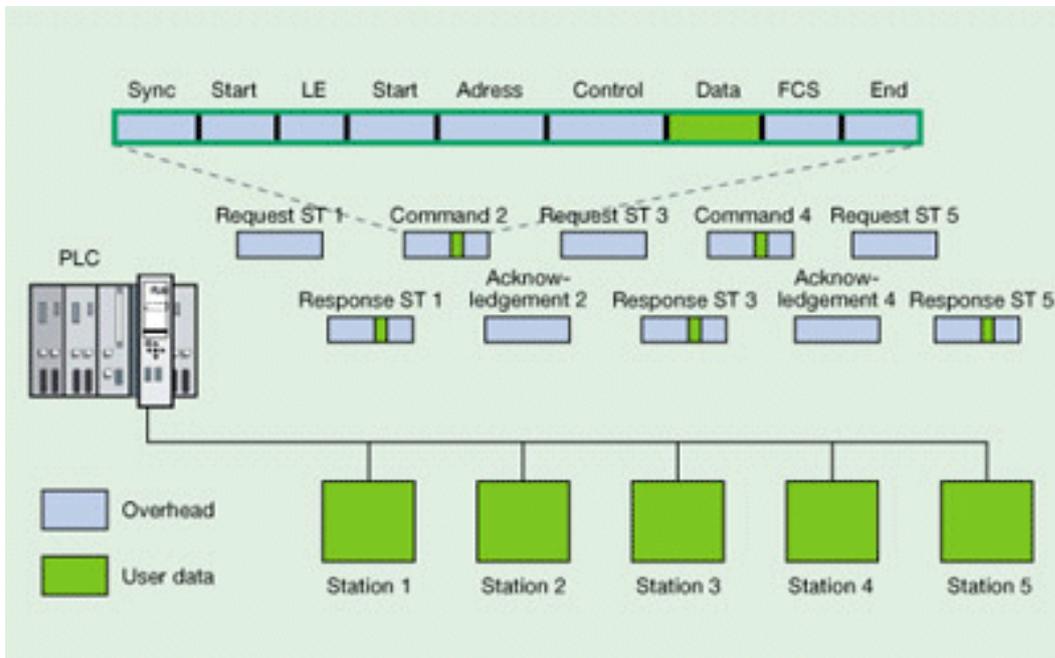


Figura 2.32 Trama de protocolo INTERBUS-S

COMUNICACIÓN A BUS DE DISPOSITIVO:
Protocolo SERIPLEX

COMUNICACIÓN A BUS DE DATOS: ETHERNET

BIBLIOGRAFÍA DE CAPITULO DOS

<http://www.idc-online.com/assets/files/seriplexwhitepaper.pdf>

<http://www.can-cia.de>

www.bosh.de/KB/can

www.fieldbus.org

www.profibus.com

www.hartcomm.org/pdf/ddlman.pdf.

www.rtaautomation.com

<http://www.as-interface.com/>

<http://www.controlnet.org/>

<http://www.odva.org/>

<http://www.worldfip.org/>

<http://www.modicon.com/>

<http://www.seriplex.org/>

http://www.dachs.net/images/fb_class.pdf

<http://www.smar.com/System302/Files/projetosff/cursofb1.pdf>

<http://www.synergetic.com/>

CAPÍTULO 3. NIVEL DE CONTROL DE LA PIRÁMIDE CIM.

En este capítulo se entra en detalle en lo referente a la descripción del nivel de red de control de la pirámide CIM, principalmente lo concerniente a redes de datos, se revisan los principales protocolos de comunicación tanto a nivel de LAN como de WAN.

3.0 NIVEL DE CONTROL.

En este apartado nos enfocaremos en el tercer nivel de la pirámide CIM (El nivel de control) que es básicamente el encargado de enlazar las distintas células de fabricación³ en grupos más grandes. Para ello se utilizará una red de comunicación apropiada que nos permita llevar la información hasta un ordenador principal.

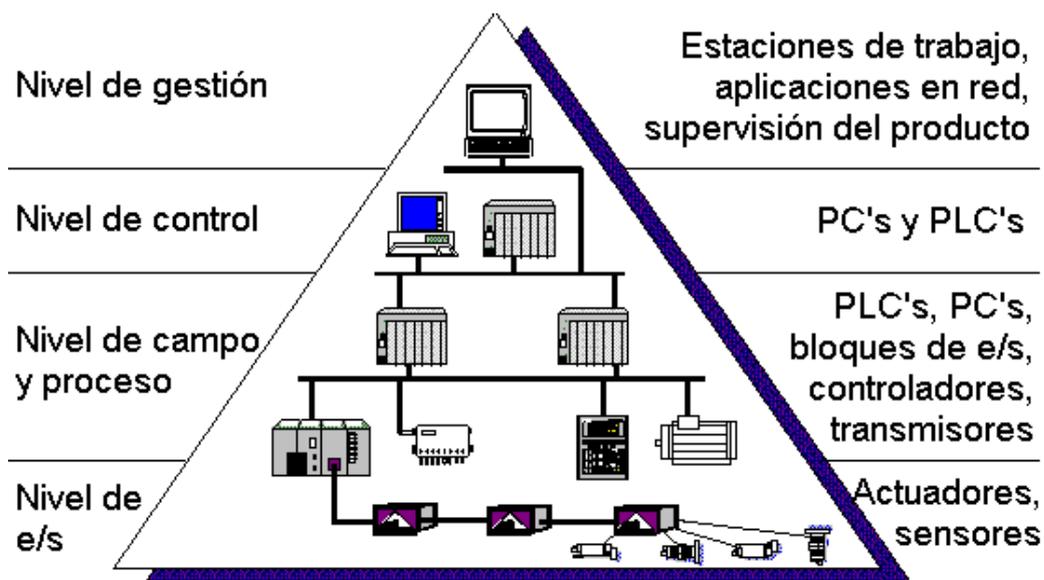


Figura 3.1. Pirámide CIM.

Existen diferentes tipos de redes utilizadas según el entorno en el cual operarán. Como cada una de ellas tiene sus necesidades propias, cada red es única. Podemos clasificarlas en dos

³ Conjunto de islas automatizadas que controlan ciertas secciones de un proceso.

tipos: **redes de control** (o supervisión) y **redes de datos**. Las redes de control están ligadas a la parte baja de la pirámide, es decir a los niveles presentados anteriormente.

Las redes de datos están orientadas al transporte de grandes paquetes de datos, que aparecen de forma esporádica (baja carga), y con un gran ancho de banda para permitir el envío rápido de una gran cantidad de datos. En contraste, las redes de control se enfrentan a un tráfico formado por un gran número de pequeños paquetes que se transmiten con frecuencia entre un alto número de estaciones que forman la red y que la mayoría de veces trabajan en tiempo real.

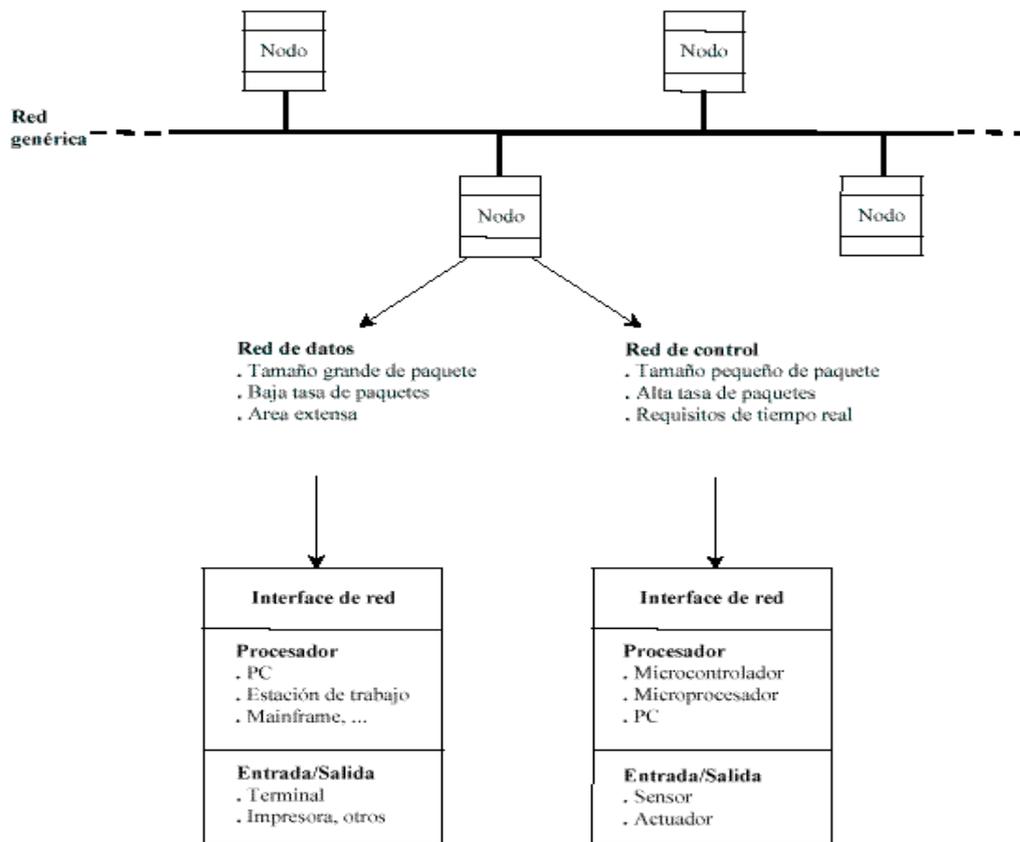


Figura 3.2. comparación entre redes de datos y redes de control

El tamaño de una red de datos puede a menudo determinar que tipo deberá utilizar una empresa u organización. Según el tamaño de las redes, éstas transmiten la información de distinta manera.

La clasificación básica de redes de datos por su cobertura es:

1. Red de Area Local / Local Area Network (LAN)

Una red de área local (LAN) es el tipo de red más común encontrado en las empresas. Este tipo de redes conectan computadoras y dispositivos ubicados a poca distancia entre ellos.

2. Red de Area Metropolitana / Metropolitan Area Network (MAN)

Una red de área metropolitana es una colección de redes de área local. Están ubicadas en la misma área geográfica.

Una MAN (Metropolitan Area Network) es un sistema de interconexión de equipos informáticos distribuidos en una zona que abarca diversos edificios, por medios pertenecientes a la misma organización propietaria de los equipos. Este tipo se utiliza normalmente para interconectar redes de área local.

Extensión: De 7 a 50 Km.

3 Red de Area Extensa / Wide Area Network (WAN)

Las redes de área extensa cubren grandes regiones geográficas como un país, un continente o incluso el mundo. Cable transoceánico o satélites se utilizan para enlazar puntos que distan grandes distancias entre sí.

Debido a la extensión que se requiere cubrir, la red más apropiada para utilizar en una industria, es una red LAN, por lo cual se enfoca el estudio a este punto.

3.1 RED DE AREA LOCAL (LAN)

El IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) nos da la siguiente definición de lo que es una LAN: "*Sistema de comunicación de datos que permite a un cierto número de dispositivos comunicarse directamente entre sí, dentro de un área geográfica reducida y empleando canales físicos de comunicación de velocidad moderada o alta*".

Los componentes básicos requeridos para que funcione una LAN se pueden dividir en dos categorías: **Hardware y Software**.

- a) Una red de área local requiere los siguientes componentes **hardware**:
 - El servidor de archivos,
 - Las estaciones de trabajo, el cableado,
 - Equipamiento de conectividad y
 - Las tarjetas de red o NICs (Network Interface Card).
- b) El **software** necesario para que una LAN funcione correctamente está formado por:
 - El sistema operativo del servidor de ficheros o sistema operativo de red y
 - El de la estación de trabajo.

3.1.1 LAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE UNA LAN SON:

- Compartir recursos, como impresoras, scanners, módems, discos remotos,...
- Interconexión de equipos informáticos.
- Es una red privada corporativa ya que la red es propiedad de la organización.
- Cobertura geográfica limitada, máximo **10 Km**.
- La información se transmite en serie sincrónica y asincrónicamente, comúnmente desde 300 bps hasta 20 Mbps, aunque hay en proyecto y desarrollo sistemas que pueden llegar hasta 1000 Mbps
- Velocidades de transmisión elevadas, de **1 a 100 Mbps**.

- Comparada con los sistemas de transmisión analógica, la LAN es relativamente inmune al ruido. La tasa de error (BER) es del orden de 10^{-9} , mientras que la tasa de error en transmisión de voz, por ejemplo, es de 10^{-4} . La confiabilidad es alta.
- Permite un uso transparente. El uso de equipos remotos como la impresora o módem es como si estuvieran en nuestro equipo local.
- Fácil instalación y explotación.
- Gestión y administración de la LAN.

Ventajas de una red LAN.

Las ventajas que nos pueden aportar el uso se pueden resumir en los siguientes puntos:

- *La compartición de recursos.* Esto nos permite tener datos e información actualizados, el acceso a periféricos remotos y nos permite usar programas y aplicaciones de una forma centralizada.
- *Incremento de la capacidad de comunicaciones.* Nos da un gran abanico de posibilidades, como correo electrónico, intranet, etc.
- Reducción de costes. Directamente porque el número de recursos a utilizar son menores ya que estos se comparten por un conjunto de ordenadores. E indirectamente por el aumento de la productividad.

Una arquitectura de red combina los estándares y protocolos existentes necesarios para crear una red que funcione. Toda arquitectura debe tener una serie de características, como son la conectividad, la modularidad, la facilidad de implementación, la facilidad de uso, la fiabilidad y la facilidad de modificación. Para ello las arquitecturas de red se dividen en niveles, siendo cada nivel responsable de una cierta tarea. Cuando se combinan estas tareas, se obtiene un servicio realizado por la red.

Cada nivel puede comunicarse con el nivel superior e inferior a él, los protocolos definen como se establece la comunicación entre los niveles y como se deben intercambiar los datos entre ellos. Cuando cada nivel completa su función, pasa los datos y el control del servicio al nivel inmediatamente superior o inferior. Todas las redes se construyen sobre niveles de

protocolos, y dichos niveles son los bloques de construcción utilizados por las organizaciones de estándares para crear arquitecturas de red.

3.1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS REDES DE AREA LOCAL

Como ya sabemos, una LAN con múltiples estaciones de trabajo puede instalarse utilizando diferentes topologías. Pero en todas ellas se dispone de un único medio físico en el cual no pueden acceder todas los ordenadores a la vez, para ello deberán de existir una serie de normas o técnicas de acceso al medio.

Las características técnicas de las redes de área local incluyen las topologías, los métodos de acceso empleados para transmitir datos por la red, los medios de transmisión, y los programas (software) y equipos necesarios para operar la red.

3.1.2.1 TOPOLOGÍAS DE RED DE DATOS.

Cuando hablamos de la topología de una red, hablamos de su configuración. Esta configuración recoge tres campos: físico, eléctrico y lógico. El nivel físico y eléctrico se puede entender como la configuración del cableado entre las maquinas o dispositivos de control o conmutación. Cuando hablamos de la configuración lógica tenemos que pensar en como se trata la información dentro de nuestra red, como se dirige de un sitio a otro o como la recoge cada estación.

La topología, en redes de comunicaciones, es la forma de unir las diferentes computadoras.

La forma en que unamos las computadoras obligará a gestionar de diferente manera el envío de señales de una a otra.

A. TOPOLOGÍA EN ESTRELLA.

La estrella permite también la transmisión por conmutación de circuitos y un enrutamiento muy fácil y flexible por cuanto el nodo central conoce todas las trayectorias que de él irradian. Como existe un nodo central (“Hub”), el acceso a la red se puede controlar fácilmente y se

puede establecer esquemas de prioridad de utilización en algunos de los nodos o usuarios. Con la centralización del control, el nodo central debe ser muy confiable y con una suficiente capacidad computacional para el enrutamiento y control de todo el tráfico de la red. El acceso del usuario al nodo central se verifica a través de las “unidades de interfaz de nodo (Node Interface Unit, NIU)”, las cuales están conectadas al nodo central, aunque muchas veces ellas están directamente incorporadas en él. Ver esquema en la figura 3.3.

Ventajas de la topología de estrella

- Gran facilidad de instalación.
- Posibilidad de desconectar elementos de red sin causar problemas.
- Facilidad para la detección de fallo y su reparación.
- Es ideal en configuraciones en las que hay que conectar muchas estaciones a un mismo punto.
- Se pueden conectar terminales no inteligentes.
- Las estaciones pueden tener velocidades de transmisión diferentes.
- Las estaciones pueden utilizar distintos medios de transmisión.
- Se puede obtener un alto nivel de seguridad.
- La transmisión está controlada por el equipo central.

Inconvenientes de la topología de estrella

- Un fallo en el concentrador provoca el aislamiento de todos los nodos a él conectados.
- Se han de comprar hubs o concentradores.
- Elevado precio debido a la complejidad de la tecnología que se necesita en el equipo central.
- Requiere más cable que la topología de bus
- La instalación de los cables resulta bastante cara.
- La actividad que debe soportar el equipo central hace que normalmente las velocidades de transmisión sean inferiores a las que se consiguen en las topologías en bus y en anillo

B. TOPOLOGÍA EN ANILLO.

Es una topología apropiada para modos de transmisión por paquetes. El anillo consiste en una serie de enlaces conectados con repetidores activos o “Unidades de Acceso, (AU)”. Las secuencias de información circulan en el anillo en forma unidireccional pasando por las unidades de acceso, las cuales deciden si aceptan la información o la dejan seguir a la próxima; en las unidades de acceso no hay almacenamiento (buffering) y el retardo producido es mínimo (generalmente de pocos dígitos). La vulnerabilidad del anillo es grande también, pues una rotura en un enlace interrumpe el flujo de información.

La topología en anillo y la topología en estrella se pueden combinar para formar una estrella cuyos rayos son las secciones de un anillo y cuyo nodo central es la denominada Unidad de Acceso a Multiestación (MAU). Esta configuración físicamente es una estrella pero lógicamente es un anillo; corrientemente se dice que es un “anillo colapsado”. Ver esquema en la figura 3.3

Ventajas de la topología de Anillo

- No existe principio ni fin en la red, pues todas las computadoras deben estar unidas a un solo anillo de cable.
- La capacidad de transmisión se reparte equitativamente entre los usuarios.
- La red no depende de un equipo central.
- Es fácil localizar los equipos y enlaces que originan errores.
- Se simplifica al máximo la distribución de mensajes.
- Es fácil comprobar los errores de transmisión.
- Es fácil enviar un mismo mensaje a todas las estaciones.
- El índice de errores es muy pequeño.
- Se pueden conseguir velocidades de transmisión muy altas.
- Permite utilizar distintos medios de transmisión.

Desventajas de la topología de Anillo.

- La fiabilidad de la red depende de los repetidores.
- Es necesario un dispositivo monitor.
- Es difícil incorporar nuevos dispositivos sin interrumpir la actividad de la red.
- Es difícil de ampliar.
- La instalación es bastante complicada

C. LA TOPOLOGÍA EN BUS (O BARRA).

Requiere un medio de transmisión full dúplex en el cual las señales fluyen en cualquiera dirección. El modo de transmisión es por paquetes. A diferencia de las topologías en estrella o en anillo, los nodos o usuarios asociados con el bus no efectúan ninguna clase de enrutamiento; esto se debe a que este es un medio radiante o difusor (“broadcast”) en el cual los nodos escuchan todas las transmisiones y solamente copian aquellos mensajes que llevan su dirección. En algunos sistemas de bus radiante los nodos tienen que competir entre sí para poder utilizar el medio; esto quiere decir que el control del medio está distribuido entre los diferentes nodos en competencia.

La topología de bus y la topología en estrella se pueden combinar de tal manera que el nodo central (convertido en una “barra colapsada o puntual”) retransmita simultáneamente a todas las estaciones en los rayos de la estrella la transmisión de una estación dada. El nodo central controla todos los aspectos de la transmisión. Esta configuración físicamente es una estrella pero lógicamente es un bus, en la cual el nodo central puede controlar el acceso y establecer prioridades. Ver esquema en la figura 3.3

Ventajas de la topología de Bus

- Requiere menos cable que una topología estrella.
- El medio de transmisión es totalmente pasivo.
- Es sencillo conectar nuevos dispositivos.
- Se puede utilizar toda la capacidad de transmisión disponible.
- Es fácil de instalar.
- Es particularmente adecuada para tráfico muy alto.

Desventajas de la topología de Bus

- Se requieren terminadores.
- Toda la red se caería si hubiera una ruptura en el cable principal.
- Es difícil detectar el origen de un problema cuando toda la red "cae".
- No se debe utilizar como única solución en un gran edificio.

- La red en sí es fácil de intervenir con el equipo adecuado, sin perturbar el funcionamiento normal de la misma.
- El interfaz con el medio de transmisión ha de hacerse por medio de dispositivos inteligentes.
- A veces los mensajes interfieren entre sí.
- El sistema no reparte equitativamente los recursos.
- La longitud del medio de transmisión no sobrepasa generalmente los 2.000 metros.

La topología en árbol es una generalización de la topología en bus. La configuración en árbol comienza en un punto denominado “cabecera” o “headend”. De la cabecera salen varios cables que a su vez contienen más ramales, los cuales se subdividen en más ramales formando una red que puede ser bastante compleja; en este caso el control está centralizado en la cabecera. Las topologías anillo en estrella y barra en estrella pueden ser consideradas como topologías “híbridas”.

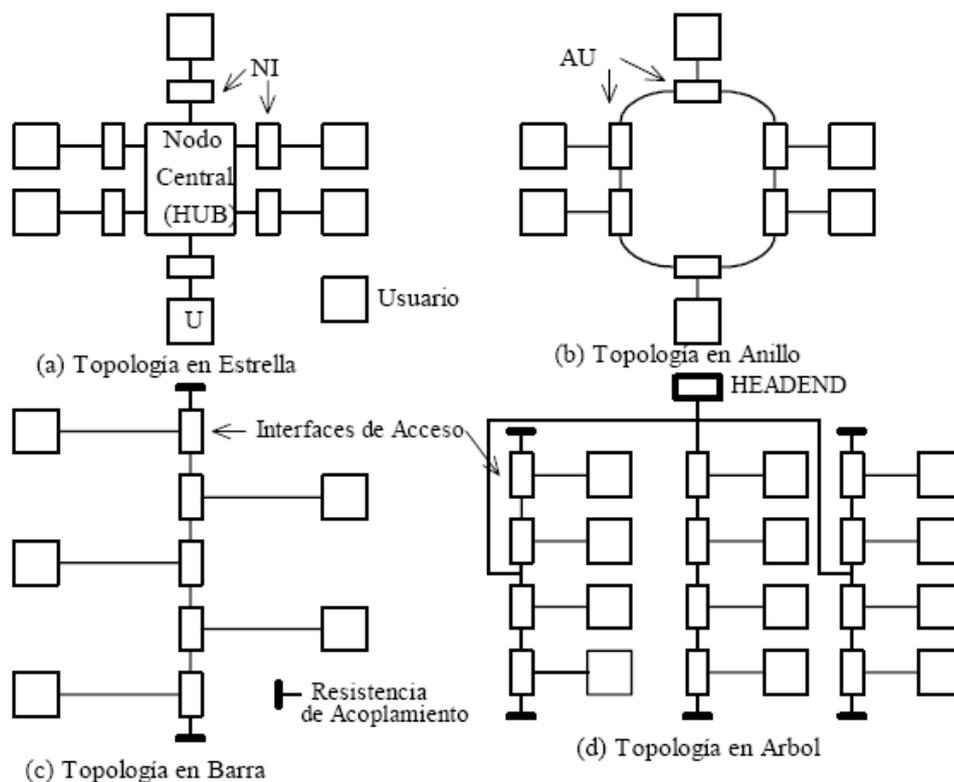


Fig. 3. 3. Topologías de la red de área local

EL CABLEADO DE LA RED

El cable es el medio a través del cual fluye la información a través de la red. Hay distintos tipos de cable de uso común en redes LAN. Una red puede utilizar uno o más tipos de cable, aunque el tipo de cable utilizado siempre estará sujeto a la topología de la red, el tipo de red que utiliza y el tamaño de esta.

Estos son los tipos de cable más utilizados en redes LAN:

- A. Cable de par trenzado sin apantallar / UTP Unshielded twisted pair
- B. Cable de par trenzado apantallado / STP Shielded twisted pair
- C. Cable coaxial
- D. Cable de fibra óptica
- E. LAN's sin cableado

F. Cable de par trenzado sin apantallar / Unshielded Twisted Pair (UTP) Cable

Este tipo de cable es el más utilizado. Tiene una variante con apantallamiento pero la variante sin apantallamiento suele ser la mejor opción para una PYME⁴.

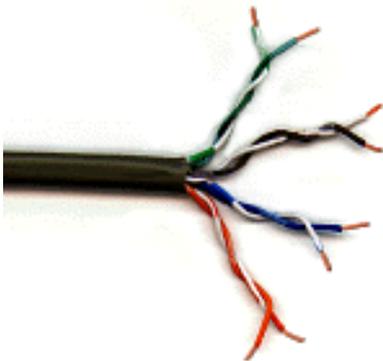


Figura 3.4. Cable UTP

La calidad del cable y consecuentemente la cantidad de datos que es capaz de transmitir varían en función de la categoría del cable. Las gradaciones van desde el cable de teléfono, que solo transmite la voz humana hasta el cable de categoría 5 capaz de transferir 100 Megabytes por segundo.

⁴ Pequeña Y Mediana Empresa.

CATEGORÍAS UTP

Tipo	Uso
Categoría 1	Voz (Cable de teléfono)
Categoría 2	Datos a 4 Mbps (LocalTalk)
Categoría 3	Datos a 10 Mbps (Ethernet)
Categoría 4	Datos a 20 Mbps/16 Mbps Token Ring
Categoría 5	Datos a 100 Mbps (Fast Ethernet)

Tabla 3.1. Categorías de los cables UTP según velocidad de transmisión.

La diferencia entre las distintas categorías es la tirantez. A mayor tirantez mayor capacidad de transmisión de datos. Se recomienda el uso de cables de Categoría 3 o 5 para la implementación de redes en PYMES. Es conveniente sin embargo utilizar cables de categoría 5 ya que estos permitirán migraciones de tecnologías 10Mb a tecnología 100 Mb.

CONECTOR UTP

El estándar para conectores de cable UTP es el RJ-45. Se trata de un conector de plástico similar al conector del cable telefónico. La siglas RJ se refieren al estándar Registered Jack, creado por la industria telefónica. Este estándar define la colocación de los cables en su pin correspondiente.

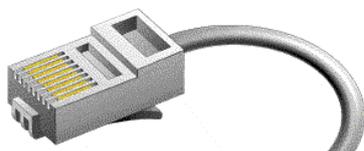


Figura 3.5. Conector RJ-45.

G. Cable de par trenzado apantallado / shielded twisted pair (STP) cable

Una de las desventajas del cable UTP es que es susceptible a las interferencias eléctricas. Para entornos con este problema existe un tipo de cable UTP que lleva apantallamiento, esto es, protección contra interferencias eléctricas. Este tipo de cable se utiliza con frecuencia en redes con topología **Token Ring**.

H. Cable Coaxial

El cable coaxial contiene un conductor de cobre en su interior. Este va envuelto en un aislante para separarlo de un apantallado metálico con forma de rejilla que aísla el cable de posibles interferencias externas.



Figura 3.6. Cable coaxial.

Aunque la instalación del cable coaxial es más complicada que la del UTP, este tiene un alto grado de resistencia a las interferencias. Por otra parte también es posible conectar distancias mayores que con los cables de par trenzado. Existen dos tipos de cable coaxial, el fino y el grueso conocidos como thin coaxial y thick coaxial.

Con frecuencia se pueden escuchar referencias al cable coaxial fino como thinnet o 10Base2. Esto hace referencia a una red de tipo Ethernet con un cableado coaxial fino, donde el 2 significa que el mayor segmento posible es de 200 metros, siendo en la práctica reducido a 185 m. El cable coaxial es muy popular en las redes con topología de BUS.

Con frecuencia se pueden escuchar referencias al cable coaxial grueso como thicknet o 10Base5. Esto hace referencia a una red de tipo Ethernet con un cableado coaxial grueso, donde el 5 significa que el mayor segmento posible es de 500 metros. El cable coaxial es muy popular en las redes con topología de BUS. El cable coaxial grueso tiene una capa plástica adicional que protege de la humedad al conductor de cobre. Esto hace de este tipo de cable una gran opción para redes de BUS extensas, aunque hay que tener en cuenta que este cable es difícil de doblar.

La velocidad de transmisión en los cables en redes de área local de banda de base (sin portadora modulada) puede llegar hasta los 10 Mbps, y en las redes de portadora modulada hasta los 400 Mbps.

El cable coaxial se puede aplicar en configuraciones punto-a-punto y multipunto. En banda de base el cable de 50 Ω puede soportar hasta 100 dispositivos por segmento, aunque con la ayuda de repetidores se puede extender mucho más. Por su parte, el cable de banda ancha de 75 Ω puede soportar cientos de dispositivos; sin embargo, en altas velocidades de transmisión (sobre 50 Mbps) se originan algunos problemas técnicos que limitan el número de dispositivos de 20 a 30. Las velocidades de transmisión típicas en las redes de área local corrientes tanto en banda de base como en portadora modulada comúnmente van de 2 a 20 Mbps, pero con las nuevas tecnologías se puede llegar a 1000 MHz.

En las especificaciones de las redes de área local corrientes todos estos parámetros vienen ya establecidos y el lector solamente tiene que seguir las instrucciones de los fabricantes de las redes.

CONECTOR PARA CABLE COAXIAL

El más usado es el conector BNC. BNC son las siglas de Bayone-Neill-Concelman. Los conectores BNC pueden ser de tres tipos: normal, terminadores y conectores en T.



Figura 3.7. Conector BNC normal

I. Cable de fibra óptica

El cable de fibra óptica consiste en un centro de cristal rodeado de varias capas de material protector. Lo que se transmite no son señales eléctricas sino luz con lo que se elimina la problemática de las interferencias. Esto lo hace ideal para entornos en los que haya gran cantidad de interferencias eléctricas. También se utiliza mucho en la conexión de redes entre edificios debido a su inmunidad a la humedad y a la exposición solar.

Con un cable de fibra óptica se pueden transmitir señales a distancias mucho mayores que con cables coaxiales o de par trenzado. Además, la cantidad de información capaz de transmitir es mayor por lo que es ideal para redes a través de las cuales se desee llevar a cabo videoconferencia o servicios interactivos.

El costo es similar al cable coaxial o al cable UTP pero las dificultades de instalación y modificación son mayores. En algunas ocasiones escucharemos 10BaseF como referencia a este tipo de cableado. En realidad estas siglas hablan de una red Ethernet con cableado de fibra óptica.



Figura 3.8. fibra óptica.

Características:

- El aislante exterior está hecho de teflón o PVC.
- Fibras Kevlar ayudan a dar fuerza al cable y hacer más difícil su ruptura.
- Se utiliza un recubrimiento de plástico para albergar a la fibra central.
- El centro del cable está hecho de cristal o de fibras plásticas.

Conectores para fibra óptica

El conector de fibra óptica más utilizado es el conector ST. Tiene una apariencia similar a los conectores BNC. También se utilizan, cada vez con más frecuencia conectores SC, de uso más fácil.

Tabla 3.2. Resumen de tipos de cables empleados

CARACTERISTICAS	COAXIAL (THIN)	COAXIAL (THICK)	UTP	FIBRA ÓPTICA
Red	10Base-2 (RG58)	10Base-5	10Base-T	10Base-F
Precio ⁵	2	3	1	4
Long.max	185 m	500 m	100 m	2 km.
Velocidad	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	100 Mbps
Flexibilidad ³	2	3	1	4
Instalación	Fácil	Bastante Fácil	Fácil	Difícil
Conectores	BNC	DB15-Transceiver	RJ 45	

Redes LAN sin cableado

No todas las redes se implementan sobre un cableado. Existen redes que utilizan señales de radio de alta frecuencia o haces infrarrojos para comunicarse. Cada punto de la red tiene una antena desde la que emite y recibe. Para largas distancias se pueden utilizar teléfonos móviles o satélites.

Este tipo de conexión está especialmente indicada para su uso con portátiles o para edificios viejos en los que es imposible instalar un cableado.

Las desventajas de este tipo de redes son sus altos costes, su susceptibilidad a las interferencias electromagnéticas y la baja seguridad que ofrecen. Además son más lentas que las redes que utilizan cableado.

3.1.2.2 METODOS DE ACCESO AL MEDIO.

Las redes de área local están formadas por colecciones de dispositivos que deben compartir la capacidad de transmisión de la red, y es necesario disponer de medios para el control del acceso al medio de transmisión cuando dos (o más) dispositivos desean establecer una conexión en un momento dado. En primer lugar, hay que decidir si el control se ejerce en una

⁵ Pesos: 4 equivale a valor máximo y 1 equivale a valor mínimo.

forma centralizada o en una forma distribuida. En el sistema centralizado se define un controlador o nodo que tendrá la autoridad para permitir el acceso a la red. Una estación que desea transmitir debe esperar entonces hasta recibir autorización desde el nodo de control. Por el contrario, en la red con control distribuido las estaciones colectivamente establecen una forma dinámica de control para determinar qué estación transmitirá de primero, por cuánto tiempo, con qué prioridades, etc.

Basados en las premisas anteriores, podemos establecer entonces tres formas de acceso al medio:

- El acceso dedicado,
- El acceso controlado y
- El acceso aleatorio.

Son las tres formas encontradas en la mayoría de las redes de área local corrientes, y se muestra en la fig 3.9.

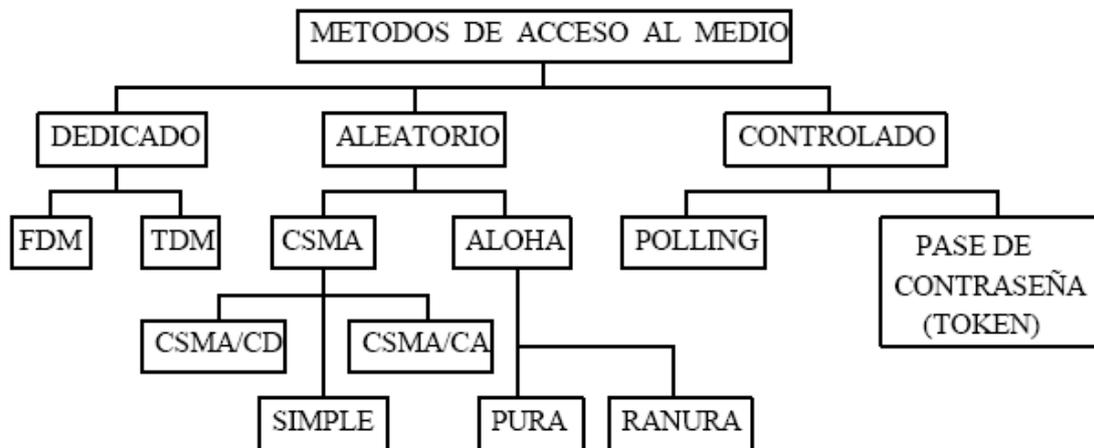


Figura 3.9 Métodos de Acceso al Medio en una red de área local

Fundamentalmente, en el acceso dedicado se aplican las técnicas de multiplex TDM y FDM, y sus formas de acceso a satélites, conocidas como Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA) y Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA). El controlador, en este caso un multiplexor, asigna o reserva ranuras de tiempo o gamas de frecuencia a los diferentes usuarios. Esta asignación puede ser fija o puede ser dinámica, como es el caso de los multiplexores estadísticos, en los cuales la asignación de canales o ancho de banda es “según

la demanda”. Estas técnicas son poco utilizadas en las redes de área local corrientes y no abundaremos en más detalles.

Los métodos de acceso más utilizados en las redes de área local son los métodos de acceso aleatorio y los métodos acceso controlado, de los cuales nos enfocaremos en los métodos CSMA y TOKEN, por ser los utilizados en los estándares a plantear en este capítulo.

MÉTODO CSMA

La baja capacidad de transmisión del método ALOHA se deriva de su incapacidad para aprovechar una de las propiedades claves de las redes de packet radio y las redes locales y la cual es que el tiempo de propagación entre estaciones es generalmente mucho menor que el tiempo de transmisión de una trama. En este caso, cuando una estación transmite una trama las otras estaciones lo saben casi inmediatamente y pueden abstenerse de transmitir hasta que la transmisión finalice. De esta manera solamente cuando por lo menos dos estaciones comienzan a transmitir simultáneamente se puede producir colisiones. Estas consideraciones llevaron al desarrollo de una técnica conocida como Acceso Múltiple por Sondeo de Portadora (Carrier Sense Multiple Access, CSMA) una de cuyas formas es utilizada en la Red Ethernet o LAN IEEE 802.3, como veremos más adelante. Este método de acceso es apropiado para topologías en barra y árbol.

En CSMA un terminal sondea el canal antes de empezar a transmitir y si el canal está desocupado realiza la transmisión; si el canal está ocupado, se retira y espera un tiempo aleatorio antes de volver a sondear el canal. Hay, sin embargo, una cierta probabilidad de que otro terminal haya efectuado la misma operación y que los dos terminales “vean” un canal desocupado produciéndose una colisión. La probabilidad de este suceso aumenta en barras largas con numerosos usuarios, puesto que una transmisión puede iniciarse en un extremo del canal y antes de que la señal se propague hasta un cierto punto, un nuevo usuario ha entrado al canal. El sistema debe ser capaz de detectar las colisiones y esto se efectúa comparando las señales transmitidas con las presentes en el canal para ver si el mensaje en el canal es igual al que está siendo transmitido, o mediante técnicas que detectan la presencia de otras transmisiones por medios eléctricos directos. En cualquier caso, los usuarios que han

detectado una colisión se retiran y esperan un tiempo aleatorio, independiente para cada uno, antes de volver a tratar de acceder al canal. Este proceso se repite hasta que se consigue el canal desocupado o cuando se ha llegado a un cierto número de intentos, que en algunos sistemas es de 16.

Se puede presentar el caso en que dos terminales comiencen a transmitir simultáneamente sin que se haya detectado una colisión durante un cierto tiempo, debido al tiempo de propagación (alrededor de 5 nanosegundos por metro) de las señales antes de encontrarse. Si los mensajes son lo suficientemente cortos, puede ocurrir una colisión sin que los terminales sepan de ella y la información transmitida se perdería. Es necesario, entonces, que los mensajes o paquetes no sean menores que cierta longitud, la cual es una función de la velocidad de transmisión y de la longitud del canal. Otro problema en CSMA es que la cantidad de tiempo requerido para tener acceso al canal puede ser muy variable; de hecho, no hay ninguna garantía de que el terminal pueda tener alguna vez la oportunidad de transmitir.

El esquema que hemos descrito es el CSMA SIMPLE, que aunque más eficiente que el ALOHA, tiene todavía una deficiencia muy importante. En efecto, cuando dos tramas colisionan, el medio permanece inutilizable durante la duración de transmisión de las dos tramas, y si las tramas son largas, esto significa una gran pérdida de tiempo utilizable. Esta pérdida de tiempo, o de ancho de banda como algunas veces se dice, se puede reducir si el terminal continúa sondeando el canal mientras está transmitiendo (“oyendo mientras se habla”). Si durante la transmisión el terminal detecta otra señal en el canal, debe abortar su transmisión y transmitir de inmediato una señal de interferencia de muy corta duración para avisar a las otras estaciones que se ha producido una colisión.

Después de transmitir la señal de interferencia debe retirarse del canal y esperar un tiempo aleatorio antes de hacer un nuevo intento de acceso; el terminal que originó la colisión actúa de la misma manera. Este esquema mejorado se denomina Acceso Múltiple por Sondeo de Portadora con Detección de Colisiones (CSMA/CD) y es el utilizado en la Red Ethernet y estandarizado por la IEEE, Comité 802, Norma 802.3, cuya estructura de trama veremos más adelante.

Otra forma de CSMA es aquella en la cual los terminales poseen un mecanismo que les permite estimar el tiempo o intervalo de ocurrencia de una colisión y evitar la transmisión durante ese tiempo. Esta técnica se denomina Acceso Múltiple con Sondeo de Portadora con Medios para evitar Colisiones (CSMA/CA). Como esta técnica elimina los circuitos de detección de colisiones, que son propiedad de Ethernet, las redes que utilizan el método CSMA/CA son menos costosas que la red Ethernet que utiliza el esquema CSMA/CD. La técnica CSMA/CA se utiliza actualmente en redes de área local inalámbricas, que han sido normalizadas en el estándar IEEE 802.11.

MÉTODO DE ACCESO CONTROLADO: TOKEN.

A diferencia del polling⁶, en el método por pase de contraseña (“token”) se controla la secuencia de transmisión de las estaciones, los tiempos de transmisión, las prioridades, etc., y se puede utilizar en topologías en anillo y en barra. El control está distribuido entre las estaciones presentes.

La distribución del control necesita un medio mucho más restringido que en el caso de polling, con paquetes mejor estructurados y una interacción más estricta entre estaciones, y entre estaciones y el medio de transmisión. La clave del sistema es la utilización de una contraseña; la contraseña es una secuencia fija de datos que circula en el medio de transmisión, un anillo o una barra. Cuando una estación tiene datos para transmitir, primero debe tomar posesión de una contraseña libre, a la cual le agrega una bandera para indicar que la contraseña está siendo utilizada, y le agrega también la información que va a transmitir a una estación dada; a continuación la retransmite. Durante el tiempo en que la contraseña está en uso, las otras estaciones permanecen inactivas con lo cual se elimina la posibilidad de una colisión, aún si el medio es una barra; solamente aquella estación cuya dirección está en la contraseña puede copiar la información, las demás la ignoran. Una vez completada la transmisión, la contraseña es liberada en el medio y, de acuerdo con un esquema fijo, una nueva estación toma posesión de ella y el proceso se repite.

De acuerdo con el tipo de topología, se han desarrollado dos métodos de acceso por pase de contraseña: el Anillo de Pase de Contraseña (“Token Ring”) y la Barra de Pase de Contraseña (“Token Bus”), que ya han sido estandarizados por la IEEE, Comité 802, Normas 802.5 y

⁶ Ver definición en la sección de glosario

802.4, respectivamente. Vamos a describir brevemente estos métodos de acceso a redes de área local.

Token Ring

En esta topología las estaciones están acopladas al anillo a través de una interfaz activa AU, Fig. 3.3 (b), que permite que una estación esté en una condición de “escucha” o en una condición de “transmisión”. Si las estaciones están inactivas o no quieren transmitir, la contraseña circula libremente a lo largo del anillo, pasando de estación en estación. Si una estación desea transmitir, ella espera hasta que detecta que le llega una contraseña vacía; la estación toma posesión de la contraseña, la marca cambiándole un dígito (bandera) y le agrega el resto de los campos necesarios para construir una trama la cual transmite a una estación dada. La trama así formada se desplaza por el anillo y cada estación la recibe y si no es para ella la retransmite. La estación de destino observa que la trama lleva su dirección, de modo que ella copia la información, marca la trama como recibida y la retransmite. Esta trama continúa circulando por el anillo y al llegar a la estación de origen, se verifica que la información ha sido entregada, se le elimina la información que se transmitió y se libera la contraseña. En la Fig. 3.10 se muestra este mecanismo: en (a) la Estación A espera a la contraseña vacía; cuando la recibe, la marca, le agrega los otros campos y la transmite con dirección Estación C. En (b) la Estación C ha copiado la trama a ella dirigida, la marca y la retransmite. En (c) la trama llega a la Estación A la cual elimina los campos adicionales liberando la contraseña. Más adelante, al describir el sistema Token Ring IEEE 802.5, mostraremos la estructura de la contraseña y de la trama completa.

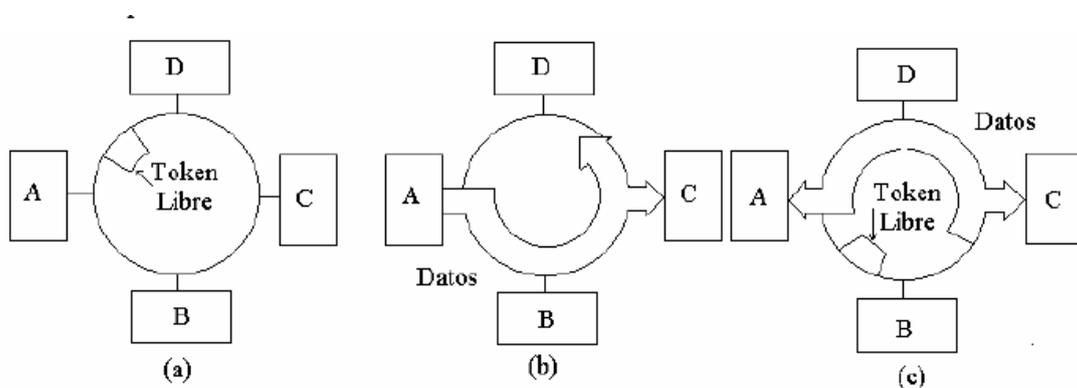


Fig. 3.10. Mecanismo de Transmisión en el Sistema Token Ring.

Sin embargo, como veremos más adelante, en algunos sistemas se agregan mecanismos para establecer prioridades y para garantizar servicios de ancho de banda según la demanda.

La principal desventaja del esquema Token Ring es la necesidad de un estricto mantenimiento de la contraseña; por ejemplo, pérdida o duplicación del token produce interrupciones indeseables. Para prevenir estas eventualidades, una de las estaciones actúa como monitor para asegurar que una sola contraseña esté en el anillo o para suplir una si es necesario.

La principal ventaja de este esquema es que las estaciones transmiten en una forma controlada y equitativa, pues todas las estaciones tienen la oportunidad de transmitir.

Token Bus

En este sistema una contraseña controla el derecho de acceso al medio; la estación que posee la contraseña tiene momentáneamente el control sobre el medio. A la contraseña se le agregan los diferentes campos de la trama y se transmite por el bus. Puesto que el bus es radiante (broadcast), todas las estaciones “ven” la trama que solamente es copiada por la estación de destino. Esta estación libera a la contraseña la cual es tomada por una estación de acuerdo con una secuencia de direcciones de estación. Este mecanismo cíclico constituye un anillo lógico, es decir, se efectúa una operación en anillo utilizando un bus físico.

La operación estable requiere el envío de la contraseña a una estación activa que especifica la sucesora cuando la estación ha finalizado su transmisión. El máximo tiempo de transmisión de cualquiera estación es controlado por un temporizador de posesión de contraseña. Pero lo más difícil es establecer y mantener el anillo lógico; esto implica, por ejemplo, la inicialización, incorporación o remoción de una estación. Cada estación participante conoce las direcciones de su predecesora y sucesora, y una vez que una estación ha completado la transmisión de sus tramas, ella pasa la contraseña a su sucesora .

La forma de la trama y de la contraseña las veremos más adelante al describir la red de área local LAN IEEE 802.4.

Después de haber enviado la contraseña, la estación monitorea la barra para asegurarse de que su sucesora la ha recibido. Si la estación emisora detecta una trama válida después de la

contraseña, supone que su sucesora posee la contraseña y está transmitiendo normalmente. En caso contrario, toma el control de la red y, si es necesario, las acciones de recuperación apropiadas para restablecer el anillo lógico.

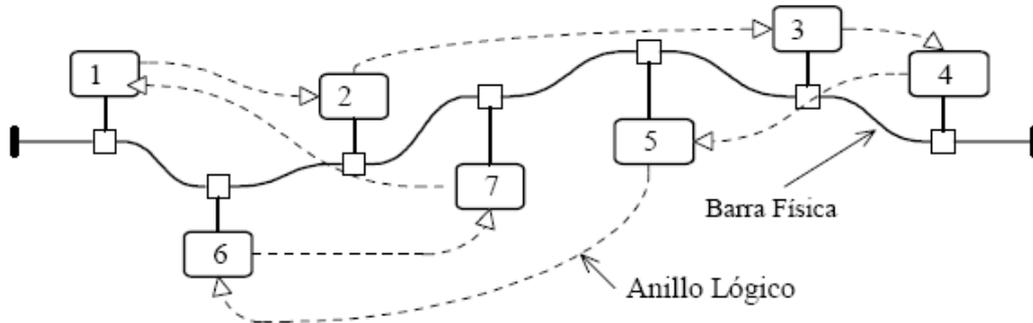


Figura 3.11. Modelo Token Bus.

Medios de Transmisión en Redes de Area Local

El medio de transmisión es el canal o conexión física entre el transmisor y el receptor en una red de comunicaciones. Los medios de transmisión utilizados en las redes de área local son el par trenzado, el cable coaxial, las fibras ópticas y el espacio libre.

Los medios de transmisión se pueden clasificar como “medios guiados” y “medios no guiados” y la transmisión es en forma de una onda electromagnética. Ejemplos de los medios guiados son el par trenzado, el cable coaxial y las fibras ópticas, mientras que la atmósfera y el espacio exterior son ejemplos de medios no guiados. La atmósfera y el espacio exterior permiten la transmisión de ondas electromagnéticas pero no las guían, como es el caso de la transmisión en radiofrecuencia y con rayos infrarrojos.

De acuerdo con el modo de transmisión de las señales, se tiene la “transmisión en banda de base” y la “transmisión mediante portadora modulada”, que ya hemos definido anteriormente. La transmisión en banda de base demanda anchos de banda menores que la transmisión mediante portadora modulada y los medios de transmisión deberán ser compatibles con estos modos. Por ejemplo, el par trenzado es el medio apropiado para la transmisión en banda de base, mientras que el cable coaxial y las fibras ópticas lo son para la transmisión mediante portadora modulada. Nótese que en la literatura inglesa se utiliza el término “broadband”, que significa “banda ancha”, como sinónimo del término “modulada”; el lector debe estar atento a estas singularidades del lenguaje técnico.

Redes de Area Local Estandarizadas

Ante la creciente cantidad de redes de área local presentes en el mercado, el Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE) de los Estados Unidos decidió establecer el denominado Comité 802 para la elaboración de unos estándares para las redes de área local. En 1985, el Comité 802 completó un conjunto de normas *que regulan el método de acceso, los medios de transmisión y otras características de las redes de área local*. Estas normas han sido adoptadas por el Instituto Americano de Normas Nacionales (ANSI), la Oficina Nacional de Normas (NBS) y por la mayoría de los fabricantes de redes, incluyendo IBM, DEC y AT&T. Estas normas fueron revisadas por la ISO y emitidas en 1987 como normas internacionales con la designación ISO 8802; sin embargo, nosotros siempre nos referiremos a ellas como los estándares LAN IEEE 802.

La Normativa 802.X del IEEE

El IEEE ha desarrollado una serie de estándares (IEEE 802.X en los que se definen los aspectos físicos (codificación de línea, tipos de cable, conectores, sincronización de reloj, topología física y lógica) y de control de acceso al medio (detección de colisiones, calidad de la señal, etc) de redes locales. Todas estas características son altamente dependientes del tipo de red en particular y más adelante mostraremos las características al describir los diferentes tipos de LAN IEEE 802.x

La serie de normas 802.X que ha realizado el IEEE son:

- IEEE 802.1: Define la relación existente entre los niveles del modelo OSI y los definidos por el IEEE para sus redes locales. También analiza métodos de gestión de red y direccionamiento.
- IEEE 802.2: Define el protocolo LLC (Logical Link Control o Control del Enlace Lógico).

- IEEE 802.3: Define diferentes tipos de red (denominadas genéricamente redes Ethernet) que tienen en común la utilización del mismo protocolo de acceso al medio MAC (CSMA/CD).
- IEEE 802.4: Define redes con anillos lógicos en un Bus físico (también se puede configurar el anillo lógico con una topología física de estrella) y con protocolo MAC de paso de testigo (Token Bus). Este tipo de redes se emplea poco en oficinas, pero bastante en entornos industriales donde se necesita un control automatizado de los procesos. Existen diferentes niveles físicos para esta norma y sus velocidades pueden ser de 1,5 0 10 Mbit/s.
- IEEE 802.5: Define redes con anillo lógico en un anillo físico (también se puede configurar el anillo lógico sobre una topología física de estrella) y con protocolo MAC de paso de testigo (Token Ring). La norma prevé distintos niveles de prioridad (codificados mediante unos bits incluidos en el testigo). Las velocidades de transmisión normalizadas son de 1,4, 16, 20 y 40 Mbit/s (la más común es de 16 Mbit/s), existen diferentes tipos de cableado: UTP, STP y cable coaxial.
- IEEE 802.6: Redes metropolitanas (MAN)
- IEEE 802.7: Técnicas de Banda Ancha
- IEEE 802.8: También llamada FDDI (Fiber Distributed Data Interface) es una de las normas definidas por el organismo de normalización americano ANSI (ANSI X3T9.5) y que fue adoptada por el IEEE y la ISO. La red consta de un doble anillo de fibra óptica (en CDDI, Koper Distributed Data Interface, el soporte de FDDI es sobre cables de pares trenzados UTP), cada uno con un sentido para la transmisión, diferente. La velocidad de transmisión es de 100 Mbit/s.

- IEEE 802.9: Redes Integradas para voz y datos
- IEEE 802.10: Actualmente existe la tendencia de que las redes locales estén divididas en grupos de trabajos, conectadas por redes troncales (backbones) para formar una topología de LAN virtual (VLAN). Las redes virtuales separan efectivamente el tráfico, posibilitan entonces una mejor utilización del ancho de banda, mediante la segmentación a nivel lógico (no físico) de la infraestructura de la red en diferentes subredes, de forma que los paquetes se conmutan solamente entre puertos dentro de la misma red virtual. Mediante un soporte de gestión centralizado, las VLAN facilitan los cambios de los clientes/servidores y de los grupos de trabajo.
- IEEE 802.11: Normativa referida a las redes locales inalámbricas, que trata de la normalización de medios como la radio de espectro expandido, radio de banda estrecha, infrarrojos y transmisión sobre líneas de potencia.
- IEEE 802.12: 100VG-Any LAN
- IEEE 802.14: Incluye las redes de televisión por cable.

Arquitectura de las Redes de Area Local

Como en el Modelo ISO/OSI, los modelos LAN IEEE 802 definen una arquitectura de red estratificada pero solamente para las Capas Enlace y Física; las capas superiores no están definidas. En la Fig. 3.14 se comparan los Modelos ISO/OSI y LAN IEEE 802.

En general, la Capa Enlace debe proveer servicios de control de error y control de flujo entre nodos en una red. Pero como en una LAN no hay nodos intermedios (el enrutamiento es innecesario), algunas funciones de Capa Red se pueden incorporar en la Capa Enlace. Estas funciones son los Servicios con Conexión, Servicios sin Conexión,

Capacidad de Multiplexamiento y Servicios de Direccionamiento fin-a-fin.

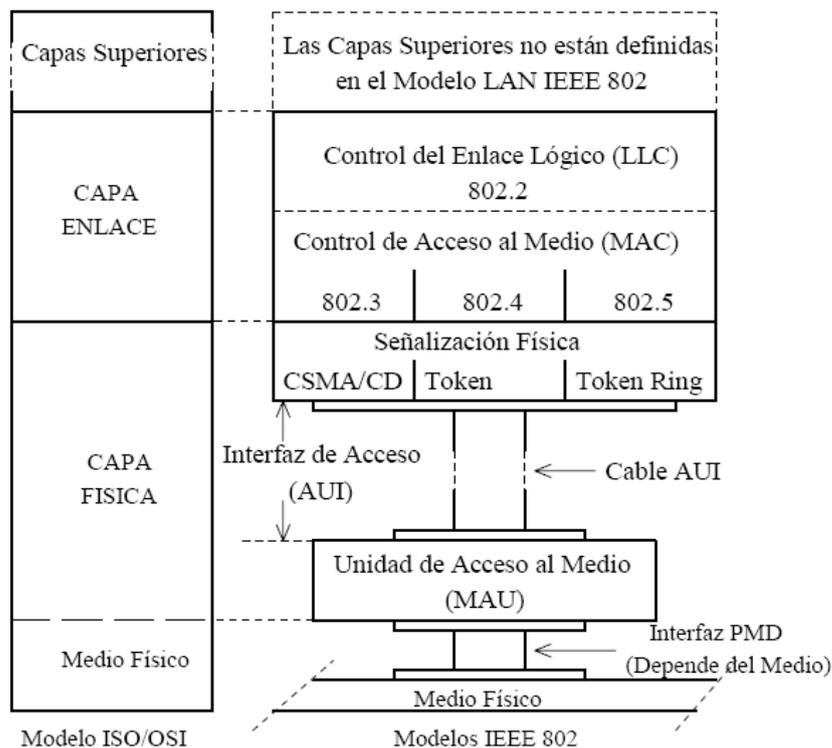


Figura 3.12. Comparación entre el modelo OSI y el modelo IEEE 802

En una LAN se tiene las estaciones conectadas a la red, y en las estaciones se están desarrollando procesos. Estos procesos pueden ser locales o pueden venir del exterior de la estación; por ejemplo, un proceso puede ser una transferencia de archivo. Un proceso en una estación puede entonces conectarse a través de la LAN con otro proceso en otra estación de misma LAN. Esto implica dos niveles de direccionamiento: un nivel o dirección para el proceso que se está desarrollando en la estación (y que puede venir del exterior) y otro nivel o dirección de la estación de destino en la misma LAN. Como este doble direccionamiento implicaría dos capas (una capa de red adicional), en el estándar LAN 802 este problema se resolvió dividiendo la Capa Enlace en dos subcapas: la subcapa Control del Enlace Lógico (Logical Link Control, LLC) y la subcapa Control de Acceso al Medio (Media Access Control, MAC). En resumen, la dirección en la subcapa LLC debe identificar al usuario o proceso, mientras que la dirección en la subcapa MAC identifica una estación en la misma red.

A nivel de Capa Física, los protocolos LAN IEEE 802 se encargan de los detalles técnicos de las características de señal tales como la codificación de línea, los tipos de cable, los conectores, la sincronización de reloj, la detección de colisiones, la calidad de la señal, las fallas en los equipos, etc. Todas estas características son altamente dependientes del tipo de red en particular y más adelante veremos algunas de estas características al describir los tipos de LAN IEEE 802 que interesan para este capítulo.

Subcapa de Control de Enlace Lógico (LLC).

La subcapa LLC fue diseñada para servir de base a los diferentes tipos de LAN que fueron estandarizadas, y ella misma recibió la designación IEEE 802.2, como se muestra en la figura 3.13, la subcapa LLC es común para los tres estándares especificados para la subcapa MAC: los estándares LAN IEEE 802.3, LAN IEEE 802.4 y LAN IEEE 802.5, las cuales describiremos más adelante.

En la Fig. 3.13 se muestra el formato LLC. Este formato consta de cuatro campos: dos de direccionamiento, uno de control y uno para la información que viene de las capas superiores.



Figura 3.13. Trama de la subcapa LLC.

Subcapa Control de Acceso al Medio (MAC)

El Comité IEEE 802 definió tres estándares para los tres tipos de red de más uso en la práctica: la Red Ethernet de Xerox con la denominación LAN IEEE 802.3, la Red Token Bus, MAP de la General Motors, con la denominación LAN IEEE 802.4 y la Red Token Ring de la IBM con la denominación LAN IEEE 802.5, cada una de las cuales tiene definida una subcapa MAC.

Tabla 3.3. Características de los estándares IEEE 802.3, IEEE 802.4, IEEE 802.5

CARACTERISTICAS	LAN IEEE 802.3 (*)	LAN IEEE 802.4 (**)	LAN 802.5 (***)
Topología	Barra / Arbol	Barra Física, Anillo Lógico	Anillo Físico
Método de Acceso	CSMA/CD	Barra de Contraseña (Token Bus)	Anillo de Contraseña (Token Ring)
Forma de Transmisión	Banda de Base/Portadora Modulada	Banda de Base/Portadora Modulada	Banda de Base
Velocidad de Transmisión	10 Mbps	1 a 20 Mbps	1, 4 y 16 Mbps
Código de Línea	Manchester/DPSK	Manchester/FSK, PSK	Differential Manchester
Medio de Transmisión	Cable Coaxial, Par Trenzado, Fibras Ópticas	Cable Coaxial, Fibras Ópticas	Par Trenzado Fibras Ópticas
Distancia Máxima entre Estaciones	1500 (Con Repetidores)	800 m	100 m
Número Máximo de Estaciones	100 (Segmento de 500 m)	45	260

(*) Ethernet: DEC, XEROX, Intel; (**) MAP: General Motors; (***) IBM Token Ring Network

3.1.2 Estándar LAN IEEE 802.X

3.1.2.1 Estándar LAN IEEE 802.3.

El Ethernet original fue desarrollado en 1970 por la corporación Xerox de manera experimental para que operara la red con cable coaxial a una velocidad de transmisión de 3 Mbps y utilizando el protocolo CSMA/CD como acceso al medio y topología bus/árbol.

El estándar original IEEE 802.3 se basó y fue desarrollado de manera muy similar a la versión Ethernet 1.0 (10 Mbps). El boceto de la norma fue aprobado por el grupo que trabaja en el 802.3 y fue publicado como estándar oficial en 1985 (ANSI/IEEE Std. 802.3-1985).

Desde entonces, se han definido nuevas variantes al estándar tomando ventaja de los avances de la tecnología y al aumento en la capacidad de velocidad de transmisión entre otras cosas.

La LAN IEEE 802.3 tiene dos características principales:

- La topología es en bus radiante. Esto significa que cada trama enviada por una estación es escuchada por todas las estaciones conectadas a la barra.
- La red opera en semidúplex. Esto significa que una estación puede estar transmitiendo o recibiendo tramas, nunca las dos cosas simultáneamente.

Para distinguir las diferentes opciones disponibles, el Comité 802 desarrolló una notación de la forma

“[Velocidad de Transmisión, en Mbps][Método de Señalización][Longitud Máxima del Segmento, en centenas de metros]”.

Por ejemplo, la forma 10BASE5 designa a una red de velocidad 10 Mbps, en Banda de Base y con una longitud de 500 metros, y la forma 10BROAD36 designa a una red de 10 Mbps, de Portadora Modulada y con una longitud de 3600 metros.

Las alternativas definidas son: 10BASE5, 10BASE2, 1BASE5, 10BROAD36 y las nuevas denominaciones, que no siguen exactamente la convención, 10BASET y 10 BASEFL, 100BASETX, 100BASEFX, donde T y F significan “par trenzado” y “fibra óptica”, respectivamente. En la Tabla siguiente se muestra las características de algunas de estas alternativas.

Tabla 3.4. Cuadro comparativo de las alternativas del estándar LAN IEEE 802.3

Parámetro	10Base5	10Base2	10BaseT	10BaseF	100BaseT	100BaseF	10Broad3
				L	X	X	6
Velocidad Mbps	10	10	10	10	100	100	100
Longitud (metros)	500	185	100	2000	100	400	1800
Medio	Coaxial grueso 50 ohm	Coaxial Fino 50 ohms	UTP CAT 3/5	Fibra óptica MM	UTP CA5	Fibra Optica MM	Coaxial RG-59 75 Ohm
Topología	Bus	Bus	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella	Bus

OPCIONES DEL ESTANDAR LAN IEEE 802.3

La especificación 10BASE5 fue la primera establecida por el Comité 802 en 1985; esta configuración se puede extender con cuatro repetidoras hasta un máximo de 2500 m (5 segmentos de 500 m) con una separación mínima entre estaciones de 2,5 m; los segmentos deben estar terminados en ambos extremos con resistencias de 50 Ohm, una de las cuales está conectada a tierra. Si se utilizan repetidores remotos y las longitudes máximas permitidas para los cables AUI (50 m), la longitud total de la red puede extenderse aún más. Una desventaja del cable grueso es que debido a su rigidez es más difícil de instalar, además de que es muy costoso.

Más tarde apareció una nueva versión, la 10BASE2, que utiliza cable coaxial fino, que es más flexible y menos costoso que el cable grueso, pero con la desventaja de que la longitud del segmento es solamente de 185 m con un máximo de 28 estaciones por segmento y una separación mínima entre estaciones de 0,5 m. Igual que en 10BASE5, los segmentos deben terminarse con resistencias de 50 Ohm, una de las cuales está conectada a tierra.

El cable coaxial siempre ha sido una fuente de problemas en Ethernet debido a su carácter "broadcast". Una rotura del cable, la desconexión abrupta de una estación o la falta de una resistencia de terminación ocasionan el desplome de la red.

Las especificaciones 10BASET y 10BASEFL, para topologías bus en estrella, fueron las siguientes en aparecer. En el caso más sencillo, estas configuraciones consisten de un número de estaciones conectadas a un punto central, algunas veces denominado repetidor multipuerto o "hub"; el número de estaciones depende del número de puertos del repetidor. En 10BASET la distancia entre la estación y el repetidor multipuerto está limitada a 100 m, mientras que en 10BASEFL, la longitud puede alcanzar los 500 m. La ventaja de los hub con topologías en estrella es que las conexiones son independientes y una falla en un cable no afecta a los demás, solamente a la estación afectada.

Una ventaja en el uso de repetidores multipuerto a una velocidad de 10 Mbps es que la configuración 10BASE5 se puede combinar con las configuraciones 10BASET y 10BASEFL. En efecto, en la red básica 10BASE5 los repetidores multipuerto 10BASET y 10BASEFL son vistos como simples estaciones, de modo que la red se puede extender con menos costo para su utilización en otras aplicaciones. Esta es una forma de distribución muy utilizada en oficinas y laboratorios.

Configuración Física de la Red LAN IEEE 802.3

La configuración física de esta red es muy similar a la de la red Ethernet, y a tal punto que la palabra “Ethernet” ya ha pasado a ser la denominación común de la Red LAN IEEE 802.3. Nosotros seguiremos esa costumbre y utilizaremos la forma “**Ethernet (802.3)**” para designarla.

En la Fig. 3.16 se muestra una implantación típica de las tarjetas de red Ethernet (802.3) cuyas características se muestran en la Tabla 3.4.

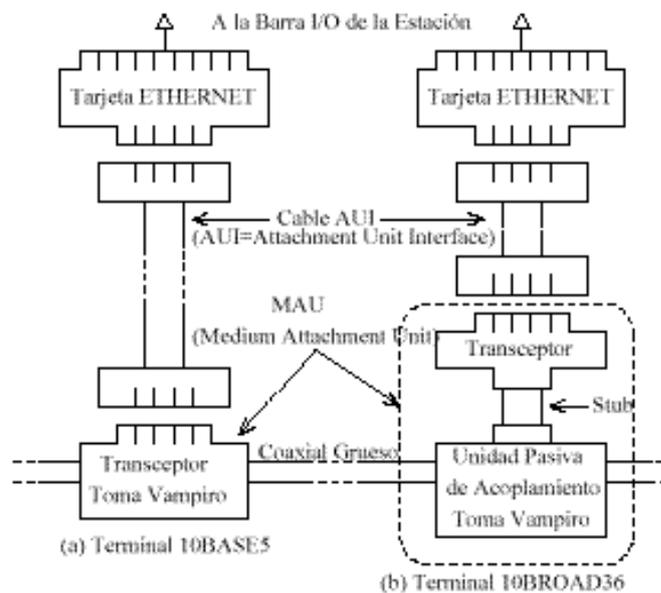


Figura 3.16. Soporte físico de la red ethernet (802.3)

La instalación del soporte físico en la red Ethernet (802.3) es relativamente fácil y adaptable para una gran cantidad de aplicaciones. Para la instalación de una red en particular, el lector debe seguir con cuidado las instrucciones que el fabricante incluye en la documentación de la red. Una de las grandes ventajas de la red Ethernet (802.3) es su conectabilidad y capacidad para soportar diversos ambientes sobre un mismo medio. En Ethernet (802.3) las estaciones no necesariamente están conectadas al mismo cable. Puede conectarse hasta 5 segmentos de cable de 500 metros a través de repetidoras.

Sin embargo, las especificaciones imponen límites a estas configuraciones. Por ejemplo, la máxima trayectoria de extremo a extremo es de 1500 metros y un segmento individual no puede tener una longitud superior a los 500 metros. Tampoco se puede usar más de dos repetidoras en la trayectoria que media entre dos estaciones. El número máximo de estaciones en cualquiera configuración es de 1024, con no más de 100 estaciones en cada segmento; de

hecho, el número máximo de estaciones en una configuración de 5 segmentos prácticamente es de 500. En el caso de repetidoras remotas, el enlace entre punto a punto no puede tener más de 1000 metros. Sin embargo, en las redes prácticas no es conveniente ni deseable llegar a estos límites, es preferible extender la red mediante puentes y no con repetidoras.

En la LAN IEEE 802.3 hay una norma conocida como la “Regla 5-4-3” para la estimación del número de segmentos y repetidoras en una red local. La Regla 5-4-3 divide la red en dos tipos de segmentos: segmentos de usuario y segmentos de enlace. Los segmentos de usuario tienen estaciones conectadas a ellos, mientras que los segmentos de enlace son utilizados por las repetidoras para interconectar los segmentos de usuario. La regla establece que “entre dos nodos cualesquiera pueden haber como máximo **cinco** segmentos a través de **cuatro** repetidoras o concentradores, y solamente **tres** de los cinco segmentos pueden contener estaciones de usuario”. La Regla 5-4-3 asegura que las señales transmitidas se propaguen por toda la red dentro de un tiempo especificado. Como cada repetidora agrega un tiempo de propagación dado, la regla está diseñada para minimizar el tiempo de transmisión de las señales dentro de la red y disminuir el riesgo de colisiones.

Protocolo de la Red LAN IEEE 802.3

PREAMBULO	INICIO	DIRECCION DESTINO	DIRECCION DE ORIGEN	LONGITUD	INFORMACION	PAD	CRC
-----------	--------	-------------------	---------------------	----------	-------------	-----	-----

Figura 3.17. Formato de la trama del estándar LAN IEEE 802.3

Preámbulo. Este campo de siete bytes es una secuencia de dígitos que tiene la forma 10101010.....10101011 y se utiliza para la sincronización de bit de la trama.

Inicio de Trama (SFD). Este es un campo de 1 byte de la forma 10101011 que se utiliza para la sincronización de la trama; indica simplemente el comienzo de una trama.

Dirección de Destino (DA). Este es un campo de 2 ó 6 byte. Nótese que con 6 byte se puede direccionar hasta $2^{48} = 2,81 \times 10^{14}$ destinos. Esto se hizo con el objeto de que cada usuario pudiera tener una dirección única; la red viene ya con estas direcciones incorporadas en cada tarjeta. Nótese que esta dirección es la dirección de una estación en la red local. Como ésta es

una red difusora (“Broadcast”), todas las estaciones escuchan las transmisiones y si una estación reconoce su dirección, ella acepta el resto de la trama; si nó, la ignora.

Dirección de Origen (SA). Dirección local de la estación que transmite la trama. La longitud es igual a la de DA.

Longitud. Campo de 2 bytes que especifica el número de bytes en el campo Información (Subcapa LLC). La longitud máxima de la trama MAC desde el inicio de DA hasta el final de FCS es de 1518 bytes, mientras que la longitud mínima es de 64 bytes. Esta característica clasifica a la LAN IEEE 802.3, a nivel de enlace, como un protocolo por conteo de caracteres.

Información. En este campo se encapsula el contenido de la subcapa LLC.

Relleno o PAD. El relleno o “padding” es una secuencia de longitud variable que se transmite para asegurar que el valor mínimo de (Información + Relleno) = 46 bytes.

FCS. Código de Redundancia Cíclica (CRC) de 32 dígitos utilizado para verificación de error.

Las funciones de la Capa Física comprende los medios de acceso (CSMA/CD), la sincronización, la generación del código Manchester, la modulación y demodulación DPSK, etc.

La Red Ethernet (802.3) es la red más popular en aplicaciones en oficinas y en laboratorios. Sin embargo, en aplicaciones críticas como por ejemplo, en el control de procesos, la red tiene la desventaja de la incertidumbre del acceso; en un proceso crítico no se puede permitir retardos en los instantes de ejecución de un comando. Por ejemplo, si un proceso por alguna razón entra en un lazo de inestabilidad, los sensores y controladores experimentarán un aumento en sus comandos con una gran probabilidad de que se produzca colisiones. Como consecuencia, una estación dada puede fallar en su acceso a la red en un momento crucial. En un ambiente de oficinas, por el contrario, una situación de congestión no tiene graves consecuencias: simplemente, el operador puede esperar a que la situación se normalice o dejar la tarea para después.

Tecnologías Ethernet de Alta Velocidad

Desde que la Red Ethernet (802.3) se desarrolló en la década de los 80, la potencia de procesamiento de los computadores personales y estaciones de trabajo se ha incrementado en forma exponencial, y la cantidad de aplicaciones y estaciones ha aumentado dramáticamente. Esto trajo como consecuencia una limitación en el ancho de banda disponible para cada estación. Para compensar esta limitación en el ancho de banda se han propuesto varias soluciones:

- Aumentar la velocidad de procesamiento sobre los 10 Mbps actuales
- Segmentar la red mediante puentes y enrutadores
- Instalar conmutadores LAN

Aumentar la velocidad sobre los 10 Mbps es una solución cara, porque significa prácticamente la instalación de una nueva red, aunque con las técnicas emergentes en full dúplex se puede alcanzar 20 MHz. Con las nuevas tecnologías las velocidades han aumentado a 100 Mbps, 1 Gbps y 10 Gbps, pero esto implica nuevos equipos y tarjetas de red, así como disponer de un cableado normalizado que pueda soportar esas velocidades.

La segmentación de la red mediante puentes y enrutadores divide una LAN en múltiples LANs más pequeñas o subLANs. Por ejemplo, si 100 estaciones comparten una barra de 10 Mbps, las 100 estaciones estarán compitiendo por el acceso al canal y la velocidad neta de transmisión de cada estación será muy baja. Si se agregan, por ejemplo, tres puentes, se formarán cuatro subLANs de 10 Mbps y en cada subLAN estarán compitiendo ahora solamente 25 estaciones por el acceso al canal; por consiguiente, la velocidad neta en las estaciones aumenta.

La operación de los conmutadores LAN es similar a la de los puentes. Los conmutadores LAN son dispositivos muy inteligentes que pueden leer las direcciones de una trama y la retransmiten a otra LAN o la bloquean o filtran si es necesario. Como consecuencia, la velocidad neta de transmisión en las estaciones aumenta. Los conmutadores son muy fáciles de instalar y generalmente utilizan el mismo cableado de 10 Mbps. Los conmutadores LAN permiten el establecimiento de enlaces de alta velocidad con otros conmutadores o servidores, al mismo tiempo que permiten el tráfico de estaciones de 10 Mbps. Esta tecnología se conoce actualmente como Ethernet Conmutada.

Como la Red Ethernet (802.3) no ha seguido este mismo tren, los fabricantes de sistemas han desarrollado nuevos estándares que aumentan la velocidad de transmisión hasta 100 Mbps y 1000 Mbps. Estos nuevos estándares definen la denominada Ethernet Rápida (Fast Ethernet, FE), la Ethernet Conmutada (Switched Ethernet) y la Ethernet de Alta Velocidad (High Speed Ethernet, HSE) para operar a 100Mbps, y la Ethernet Gigabit para operar a 1 Gbps (la Ethernet a 10 Gbps está actualmente en estudio).

Las redes FE, Ethernet Conmutada, HSE y la Ethernet Gigabit utilizan el mismo método de acceso CSMA/CD que la Ethernet (802.3), lo cual es de gran importancia para la migración de la Ethernet estándar hacia las tecnologías Ethernet de Alta Velocidad; sin embargo, es necesario que el cableado sea el apropiado para operar a estas altas velocidades. En estos casos se tiene:

Para operar a 100 Mbps (Fast Ethernet, Ethernet Conmutada y HSE):

- 100BASETX, dos pares UTP, Categoría 5, distancia máxima: 100 m
- 100BASET4, 4 pares UTP, Categorías 3, 4 y 5, distancia máxima: 100 m
- 100BASEFX, fibras ópticas cable NA, distancias máximas: en HDX 412 m y en FDX 2000 m

Para operar a 1000 Mbps (Ethernet Gigabit):

- 1000BASESX, fibra óptica multimodo a 850 nm, distancias máximas: 260 m en HDX/FDX
- 1000BASELX, fibra óptica multimodo a 1300 nm, distancias máximas: 320 m en HDX y 420 m en FDX
- 1000BASECX, Par Trenzado STP, distancia máxima: 25 m.

En el caso de la Ethernet Gigabit, el IEEE ha establecido un grupo de tareas, el IEEE 802.3z, para estudiar todos los aspectos del desarrollo de la Ethernet Gigabit.

Las mejoras introducidas en las prestaciones de la Red HSE a 100 Mbps ha permitido su aplicación a nivel industrial, lo cual no era posible con la Ethernet (802.3) estándar a 10 Mbps.

Cabe mencionar que la ventaja más notorias de ethernet 802.3 es su ‘Capacidad de manejar grandes cantidades de datos a altas velocidades y cubrir las necesidades en grandes instalaciones’ y es por ello que se considera el estándar de red de mayor aceptación a nivel internacional. Sin embargo su vulnerabilidad en la capa física (conectores y cableado) y la susceptibilidad al ruido electromagnético, así como la relación longitud de cabecera – cantidad pequeña de información son considerados como sus desventajas más significativas.

3.1.2.2 ESTÁNDAR LAN IEEE 802.4.

MAP (Manufacturing Automation Protocol)

El protocolo MAP fue creado por General Motors e IEEE con la finalidad de automatizar la fabrica, de tal manera que cuando un cliente, localizado en cualquier parte del mundo, ordenara un automóvil al distribuidor, éste le enviara inmediatamente su pedido mediante su ordenador conectado a la General Motors. A continuación la compañía notificara las necesidades del cliente a sus proveedores.

La automatización de la fabrica consistió en la conexión por medio de una red de todos los robots utilizados en las líneas de ensamblado (integración de aproximadamente 40000 sistemas dedicados). Dados que los autos montados sobre la línea de ensamblado se mueven a una velocidad constante, independientemente de si los robots están listos o no, se determinó que era fundamental tener un límite superior del tiempo de transmisión en el peor caso. Ethernet no dispone de dicha característica, es más un mensaje podría no llegar a enviarse nunca. Se optó por un mecanismo de paso de testigo en bus (IEEE 802.4), produciéndose así un comportamiento determinista.

General Motors y otras compañías con interés en la automatización de fabricas, vieron claramente la necesidad de adoptar protocolos específicos en cada una de las capas OSI ⁷ para evitar incompatibilidades posteriores. Pero, MAP fue creado pensando en redes tipo WAN; por tanto, incluyendo los niveles de red, transporte, sesión y presentación, que le permiten el fraccionamiento de paquetes y el encaminamiento de los mismos a través incluso de redes conmutadas públicas o privadas; por ende resulta excesivamente cara y compleja para aplicaciones de pequeña y mediana envergadura y, sobre todo, para la interconexión de pequeños controladores a nivel industrial. En vista de ello se creó un subconjunto del

⁷ La explicación del modelo OSI se encuentra en la sección de anexos A.1

protocolo, pensando para redes industriales de tipo LAN, totalmente compatible con el MAP. Este protocolo simplificado se conoce como MINIMAP y está previsto para gestionar una red local con una arquitectura tipo bus con acceso por paso de testigo (IEEE 802.4). El protocolo se simplifica eliminando las capas intermedias del modelo OSI y queda reducido a los niveles físico(1), enlace(2) y aplicación(7). La ventaja con otros protocolos a nivel de LAN radica en el hecho de que permite la integración de la red local en redes WAN, simplemente añadiendo a la trama las funciones de transporte y sesión propias del MAP.

Para el caso de MINIMAP el modelo OSI queda representado de la siguiente manera:

En la **capa física**, se prescinde del sistema de transmisión en banda ancha sobre cable coaxial de 75Ω y se pasa a una transmisión en banda portadora, también sobre coaxial de 75Ω , que reduce enormemente el sistema de cableado y sobre todo el interfaz de red que precisa cada dispositivo. Esto permite que pueda ser empleado con elementos de control en tiempo real de bajo costo.

En la **capa de enlace**, en el LLC se sustituye la norma IEEE 802.2 de tipo 1 por la IEEE 802.2 de tipo 3. Esta última proporciona los servicios de **Envío de datos con acuse de recibo y de petición de datos con respuesta**. Esto obliga a una interoperabilidad entre el LLC y el MAC, teniendo este último que incorporar la opción de prioridad de respuesta inmediata. Es decir, la estación que transmite cede el testigo (y envía el mensaje) a la receptora para que este responda a la petición de datos de forma inmediata. Esto lógicamente permite minimizar los tiempos de respuesta con el fin de ofrecer un buen servicio en tiempo real.

La falta de la capa de red impide que exista la comunicación extremo a extremo entre nodos que se encuentran en segmentos separados por roturas. Pero esto no presenta ningún inconveniente ya que los elementos que han de trabajar en tiempo real deben de conectarse al mismo bus, para evitar demoras que introducen los elementos intermedios. En este caso la capa de enlace de datos puede proporcionar las funciones necesarias de gestión del enlace.

Por otro lado, las funciones de la desaparecida capa de transporte son asumidas por LLC tipo 3 y el mapeado de las funciones entre el LLC y el MMS⁸.

La capa de aplicación, incorpora los mismos servicios MMS que MAP, lo que permite que esta capa se pueda comunicar con una homóloga en una red MAP a través de una pasarela que incorpore las capas que le faltan a MINIMAP.

⁸ Ver definición en glosario

El protocolo MMS, especialmente diseñado para aplicaciones industriales, establece un servicio de mensajes entre controladores industriales para realizar las siguientes funciones:

- Acceso a variables.
- Manejo de eventos.
- Control de ejecución de los programas
- Comunicación con el operario
- Paso de ficheros
- Manejo de recursos comunes (semáforos)
- Acceso al estado de aparatos remotos
- Carga de programas
- Grabación histórica de eventos.

ESTRUCTURA DE LA RED MINIMAP.

La topología y la estructura lógica de la red MINIMAP puede resumirse en los siguientes puntos:

- Desde el punto de vista físico, tiene una topología de bus, con un máximo de 64 nodos, pero desde el punto de vista lógico funciona como un anillo.
- Codificación por modulación de frecuencia en banda base y la transmisión de tipo síncrono.
- Cada estación tiene asignada una dirección única e independiente de su situación física, formada por un número de red (0 a 127) + un número de estación (0 a 62).
- Número de red 0 para arquitecturas monosegmento y de 1 a 127 para multisegmento (varias MINIMAP integradas en una red MAP)
- Al inicializar la red, el testigo se le asigna a la dirección de la estación más alta y el paso de testigo se realiza por orden decreciente de direcciones.
- Recibe testigo transmite y pasa el testigo.
- Si no tiene mensajes que transmitir pasa el testigo
- Tiempo de posesión del testigo limitado a 800 μ s

PROTOCOLO DE MINIMAP.

- **Preámbulo** (2 bytes): 55 Hex secuencia de 0 y 1 que se utiliza para la sincronización y permite localizar el primer bit útil.
- **Inicio trama:** carácter especial que depende de la codificación empleada.
- **Tipo de Trama** (1 byte): MAC (Control de acceso al medio) y LLC (control lógico de enlace).
- **Direcciones destino/origen MAC:** en 6 bytes se indican tipo de mensaje (punto a punto o difundido), los nodos de destino (u origen), el número de red y el tipo de servicio (palabras comunes, memoria compartida,....)
- **Datos/control LLC:** Contiene los códigos de registros o áreas de memoria de origen y destino, así como el código de control LLC, que son ya propios de los equipos de origen y destino del mensaje.
- **CRC** control de errores
- **Fin de trama:** al menos un bit de error y un bit que marca si es el final de mensaje o se ha interrumpido por límite de tiempo en la posesión del testigo.

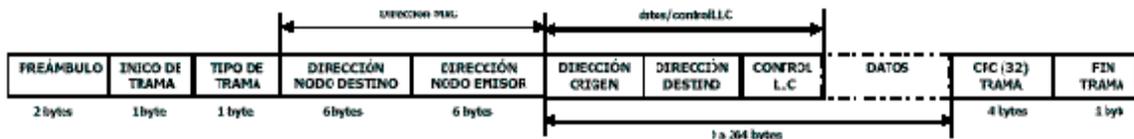


Figura 3.18. formato de trama Token Bus.

3.1.2.3 Estándar IEEE 802.5.

Estructura de la red.

La red Token Ring (802.5) tiene una topología básica en anillo, pero puede configurarse como un anillo en estrella mediante el uso de las Unidades de Acceso Multiestación (MAU). La red original IBM fue diseñada para trabajar a 4 Mbps sobre par trenzado apantallado, pero al ser estandarizada, se repotenció para trabajar entre 4 y 16 Mbps sobre par trenzado apantallado y no apantallado, fibras ópticas y cable coaxial.

Los equipos básicos de esta red son las MAU, las cuales permiten la interconexión al anillo de estaciones de trabajo, servidores, computadoras de gran capacidad (Main Frames), etc. Las MAU generalmente vienen con ocho entradas y tienen mecanismos para mantener cerrado el anillo en caso de falla en alguna de las estaciones. Cuando se aumenta la distancia o el número de estaciones, las señales que circulan en el anillo generalmente experimentan degradación y distorsión siendo necesaria la utilización de repetidoras. En Token Ring (802.5) se utiliza repetidoras para cable trenzado (TCR), repetidoras para fibras ópticas (TFR), repetidoras de ramal (TLR), además de protectores de falla en los cables (TCP). Estos dispositivos pueden estar incorporados dentro de la MAU o pueden ser unidades separadas. Igual que con las Tarjetas Ethernet, mediante las Tarjetas de Interfaz Token Ring (TRIC) un computador personal corriente puede convertirse en una estación Token Ring.

Las redes Token Ring y IEEE 802.5 son básicamente compatibles, aunque las especificaciones difieren en pequeñas cosas. La red Token Ring de IBM especifica una topología en estrella, con todos los extremos de las estaciones atadas a dispositivos llamadas Unidad de Acceso Multiple (MSAU) y la utilización de par trenzado como medio de transmisión. En contraste, IEEE 802.5 no especifica ni una topología, aunque virtualmente todas las implementaciones están basadas en una estrella, ni un medio de transmisión.

Protocolo Token Ring.

La red Token Ring u IEEE 802.5 soportan dos tipos de tramas básicas: El Token y la trama dato/comando. El token consta de 3 bytes de longitud y consiste de un delimitador de inicio, un byte de control de acceso y un delimitador del final de trama.. La trama Dato/Comando varia en tamaño, dependiendo del tamaño del campo de información. La diferencia entre una trama de datos es que llevan información para los protocolos de la capa superior, mientras que la trama de comando contiene información de control.

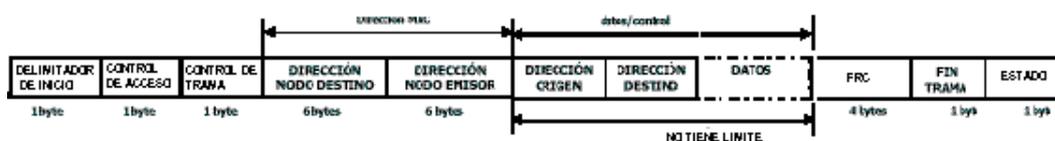


Figura 3.19. Formato de trama Token Ring.

Delimitador de inicio: alerta a cada estación de la llegada de un token (o la trama dato/comando). Este campo incluye signos que distinguen el byte del resto de la trama.

Control de acceso: Contiene el campo de *prioridad* (los tres bits más significantes) y el campo de *Reservación* (los tres bits menos significantes), así como el bit de *token* (usado para distinguir entre la trama del token o la trama del dato/comando) y un bit *monitor* (usado por el monitor vigente para determinar si la trama está circulando por el anillo)

Control de trama: indica si la trama contiene datos o información de control. En la trama de control, este byte especifica el tipo de información de control.

Dirección destino y fuente: Consiste de dos direcciones de 6 bytes cada una que identifican la dirección de la estación destino y la estación fuente.

Dato: Indica que la longitud del campo está limitado por el tiempo de retención del token, que define el máximo tiempo que una estación puede retener el token.

Secuencia de Revisión de Trama (FCS) : se archiva por la estación fuente el valor que se ha calculado dependiendo del contenido de la trama. La estación destino recalcula el valor para determinar si la trama se dañó en el envío, si este es el caso la trama se descarta.

Delimitador final: Son signos que indican el final de la trama del token o del dato/comando. Este campo también contiene bits para indicar el daño de una trama e identificar cuál fue la última trama enviada en la secuencia lógica.

Estado: Es el campo de conclusión de trama dato/comando.

3. 2. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES WAN

Una red WAN es un sistema de comunicación que interconecta redes computacionales (LAN) que están en distintas ubicaciones geográficas. Los enlaces atraviesan áreas públicas locales, nacionales o internacionales, usando en general como medio de transporte la red pública telefónica.

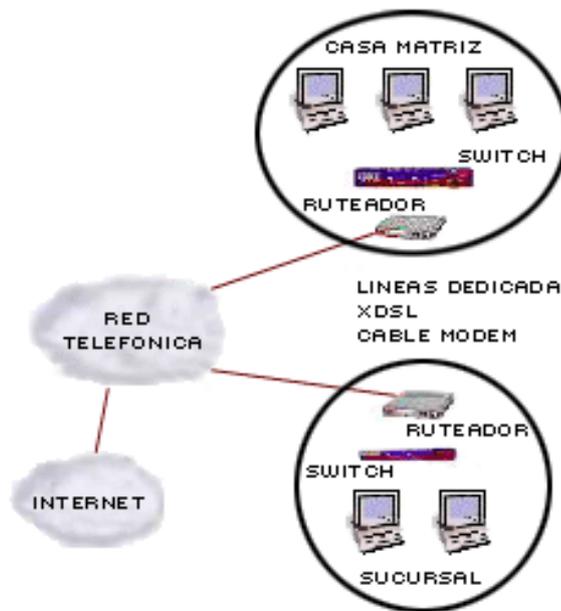


Figura 3.20. Red WAN.

Dichas redes contienen una colección de máquinas dedicadas a ejecutar programas de usuario. (Aplicaciones), estas máquinas se llaman Hosts. Los hosts están conectados por una subred de comunicación. El trabajo de una subred es conducir mensajes de un host a otro.

En muchas redes de área amplia, la subred tiene dos componentes distintos:

Las líneas de transmisión.

Los elementos de conmutación.

Las líneas de transmisión (también llamadas circuitos o canales) mueven los bits de una máquina a otra.

Los elementos de conmutación son computadoras especializadas que conectan dos o más líneas de transmisión. Cuando los datos llegan por una línea de entrada, el elemento de conmutación debe escoger una línea de salida para enviarlos. Como término genérico para las computadoras de conmutación, se les llama enrutadores.

Tres ejemplos de la utilización importante que se le puede dar a una red WAN son los siguientes:

- El acceso a programas remotos.
- El acceso a bases de datos remotas.
- Facilidades de comunicación de valor añadido

CONSTITUCION DE UNA RED DE AREA AMPLIA.

La red consiste en ECD (computadores de conmutación) interconectados por canales alquilados de alta velocidad (por ejemplo, líneas de 56 kbit / s). Cada ECD utiliza un protocolo responsable de encaminar correctamente los datos y de proporcionar soporte a los computadores y terminales de los usuarios finales conectados a los mismos. La función de soporte ETD (Terminales / computadores de usuario) se denomina a veces PAD (Packet Assembly / Disassembly - ensamblador / desensamblador de paquetes). Para los ETD, el ECD es un dispositivo que los aísla de la red. El centro de control de red (CCR es el responsable de la eficiencia y fiabilidad de las operaciones de la red.

CARACTERISTICAS DE UNA RED DE COBERTURA AMPLIA

Los canales suelen proporcionarlos las compañías telefónicas, con un determinado coste mensual si las líneas son alquiladas, y un costes proporcional a la utilización si son líneas normales conmutadas.

Los enlaces son relativamente lentos de 1200 Kbit / s a 1.55Mbit / s.

Las conexiones de los ETD con los ECD son generalmente más lentas (150 bit / s a 19.2 kbit / s).

Los ETD y los ECD están separados por distancias que varían desde algunos kilómetros hasta cientos de kilómetros.

Las líneas son relativamente propensas a errores (si se utilizan circuitos telefónicos convencionales).

La estructura de las WAN tiende a ser más irregular que la del as LAN, debido a la necesidad de conectar múltiples terminales, computadores y centros de conmutación. Como los canales

están alquilados mensualmente (a un precio considerable), las empresas y organizaciones que los utilizan tienden a mantenerlos lo más ocupados posible. Para ello, a menudo los canales "serpentean" por una determinada zona geográfica para conectarse a los ETD allí donde estén. Debido a eso la topología de las WAN suele ser más irregular.

COMPONENTES FÍSICOS

- **Línea de Comunicación:** Medios físicos para conectar una posición con otra con el propósito de transmitir y recibir datos.
- **Hilos de Transmisión:** En comunicaciones telefónicas se utiliza con frecuencia el término "pares" para describir el circuito que compone un canal. Uno de los hilos del par sirve para transmitir o recibir los datos, y el otro es la línea de retorno eléctrico.

CLASIFICACIÓN LÍNEAS DE CONMUTACIÓN

- **Líneas Conmutadas:** Líneas que requieren de marcar un código para establecer comunicación con el otro extremo de la conexión.
- **Líneas Dedicadas:** Líneas de comunicación que mantienen una permanente conexión entre dos o más puntos. Estas pueden ser de dos o cuatro hilos.
- **Líneas Punto a Punto:** Enlazan dos DTE
- **Líneas Multipunto:** Enlazan tres o más DTE
- **Líneas Digitales:** En este tipo de línea, los bits son transmitidos en forma de señales digitales. Cada bit se representa por una variación de voltaje y esta se realiza mediante codificación digital

INTERFACES

- **RS-232 en 23 Y 9 Pines:** Define una interfaz no balanceada empleando un intercambio en serie de datos binarios a velocidades de transmisión superiores a los 20,000 bps, opera con datos síncronos pero está limitada por una longitud de cable de aprox. 50 pies.
- **V.35:** Especifica una interfaz síncrona para operar a velocidades superiores a 1 Mbps. Este interfaz utiliza la mezcla de dos señales no balanceadas para control y de señales

balanceadas para la sincronización y envío/recepción de los datos lo que facilita trabajar a altas velocidades.

3.2.1 TIPOS DE REDES WAN

- **Conmutadas por Circuitos:** Redes en las cuales, para establecer comunicación se debe efectuar una llamada y cuando se establece la conexión, los usuarios disponen de un enlace directo a través de los distintos segmentos de la red.
- **Conmutadas por Mensaje:** En este tipo de redes el conmutador suele ser un computador que se encarga de aceptar tráfico de los computadores y terminales conectados a él. El computador examina la dirección que aparece en la cabecera del mensaje hacia el DTE que debe recibirlo. Esta tecnología permite grabar la información para atenderla después. El usuario puede borrar, almacenar, redirigir o contestar el mensaje de forma automática.
- **Conmutadas por Paquetes:** En este tipo de red los datos de los usuarios se descomponen en trozos más pequeños. Estos fragmentos o paquetes, están insertados dentro de informaciones del protocolo y recorren la red como entidades independientes.
- **Redes Orientadas a Conexión:** En estas redes existe el concepto de multiplexión de canales y puertos conocido como circuito o canal virtual, debido a que el usuario aparenta disponer de un recurso dedicado, cuando en realidad lo comparte con otros pues lo que ocurre es que atienden a ráfagas de tráfico de distintos usuarios.
- **Redes no orientadas a conexión:** Llamadas Datagramas, pasan directamente del estado libre al modo de transferencia de datos. Estas redes no ofrecen confirmaciones, control de flujo ni recuperación de errores aplicables a toda la red, aunque estas funciones si existen para cada enlace particular. Un ejemplo de este tipo de red es INTERNET.

- **Red Pública de Conmutación Telefónica (PSTN):** Esta red fue diseñada originalmente para el uso de la voz y sistemas análogos. La conmutación consiste en el establecimiento de la conexión previo acuerdo de haber marcado un número que corresponde con la identificación numérica del punto de destino.

TOPOLOGIA DE REDES WAN

Cuando se usa una subred punto a punto, una consideración de diseño importante es la topología de interconexión del enrutador. Las redes WAN típicamente tienen topologías irregulares.

Posibles topologías para una subred punto a punto son similares a las topologías de redes LAN:

- Configuración de estrella.
- Configuración de anillo
- Topología de bus
- Topología de árbol

Capa Física: WAN

La capa física WAN describe la interfaz entre el equipo terminal de datos (DTE) y el equipo de conexión de los datos (DCE). Típicamente, el DCE es el proveedor de servicio, y el DTE es el dispositivo asociado. En este modelo, los servicios ofrecidos al DTE se hacen disponibles a través de un módem o unidad de servicio del canal/unidad de servicios de datos (CSU / DSU).

Algunos estándares de la capa física que especifican esta interfaz son:

- EIA/TIA-232D: Esta norma fue definida como una interfaz estándar para conectar un DTE a un DCE.

- EIA/TIA-449: Junto a la 422 y 423 forman la norma para transmisión en serie que extienden las distancias y velocidades de transmisión más allá de la norma 232.
- V.35: Según su definición original, serviría para conectar un DTE a un DCE síncrono de banda ancha (analógico) que operara en el intervalo de 48 a 168 kbps.
- X.21: Estándar CCITT para redes de conmutación de circuitos. Conecta un DTE al DCE de una red de datos pública.
- G.703: Recomendaciones del ITU-T, antiguamente CCITT, relativas a los aspectos generales de una interfaz.
- EIA-530: Presenta el mismo conjunto de señales que la EIA-232D.
- High-Speed Serial Interface (HSSI): Estándar de red para las conexiones seriales de alta velocidad (hasta 52 Mbps) sobre conexiones WAN.

Capa de Enlace de Datos: Protocolos WAN

El intercambio de información en un sistema de transmisión de datos exige una serie de pasos bien definidos o diálogo entre las estaciones transmisoras y receptoras. Estos pasos o fases implican procedimientos para:

- La elaboración de un formato para el “encapsulamiento” de la información
- La determinación o selección de un enlace dado entre dos estaciones adyacentes
- La petición o demanda para transmisión o recepción de información
- La verificación de que la información recibida no contiene errores
- La repetición de una trama de información que ha sido recibida con errores
- El control del flujo de la información
- La transmisión transparente de la información
- La detección de Tiempo Cumplido (“time-out”)
- La finalización de la transmisión
- La supervisión, control y sincronización de las estaciones en el caso de transmisión sincrónica

El intercambio de información entre estaciones se efectúa mediante la ayuda de los Protocolos de Comunicación tanto en sistemas punto a punto como en sistemas multipunto.

Las tramas más comunes en la capa de enlace de datos, asociadas con las líneas seriales sincrónicas se enumeran a continuación:

- Synchronous Data Link Control (SDLC). Es un protocolo orientado a dígitos desarrollado por IBM. SDLC define un ambiente WAN multipunto que permite que varias estaciones se conecten a un recurso dedicado. SDLC define una estación primaria y una o más estaciones secundarias. La comunicación siempre es entre la estación primaria y una de sus estaciones secundarias. Las estaciones secundarias no pueden comunicarse entre sí directamente.
- High-Level Data Link Control (HDLC). Es un estándar ISO. HDLC no pudo ser compatible entre diversos vendedores por la forma en que cada vendedor ha elegido cómo implementarla. HDLC soporta tantas configuraciones punto a punto como multipunto.
- Link Access Procedure Balanced (LAPB). Utilizado sobre todo con X.25, puede también ser utilizado como transporte simple de enlace de datos. LAPB incluye capacidades para la detección de pérdida de secuencia o extravío de marcos así como también para intercambio, retransmisión, y reconocimiento de marcos.

Vamos a detallar uno de los más utilizados, en este caso el LAPB:

LAPB es la especificación que define la comunicación a nivel enlace entre el **DTE** y el **DCE**. Es un subconjunto de comandos de la especificación **HDLC**.

Sus funciones son **entramado** , **control de flujo** y **control de errores**.

Las tramas toman los datos de la capa superior , los encapsulan dicha info en el campo **INFORMATION**. agregándole los flags, encabezado y control de errores . Luego se transfieren al nivel físico para ser transmitidos.

Es un protocolo full duplex, es decir ambos extremos pueden transmitir simultáneamente.

El entramado proporciona tramas o “frames” que contienen la dirección destino, el comando que representan y un chequeo de errores sin corrección.

Además proporciona control de flujo mediante los números de secuencia que estudiaremos a continuación.

LAPB es un protocolo de “ventana deslizante” . Para explicarlo debemos introducir primero el concepto de ventana.

Ventana es el número de tramas recibidas pendientes de confirmación. Es importante para determinar la velocidad de transferencia en función del ancho de banda del enlace y la capacidad del receptor.

La trama puede setearse para módulo 8 o módulo 128. En cualquiera de ambos casos :

$$\text{Ventana} = \text{módulo} - 1$$

Por ejemplo . módulo 8 implica ventana igual a 7.

El concepto de ventana deslizante va asociado al hecho de que las mismas se numeran de 0 a 7 y esos números se repiten cíclicamente. Volveremos sobre este punto.

En la figura se muestra la trama **LAPB**:



Figura 3.21. Trama LAPB.

- **Los Flags**

Son una secuencia de 8 bits de los cuales los 6 centrales son unos y los extremos son ceros (01111110). Su única función es delimitar la trama indicando principio y final.

Pero: ¿Qué ocurriría si eventualmente en los datos apareciera una secuencia similar?

Respuesta: para evitar que dicha secuencia pueda ser confundida con una prematura finalización de la trama se introduce una técnica conocida como “bit stuffing”.

El transmisor al armar la trama chequea previamente los datos y si encuentra seis unos seguidos intercala un cero antes del último. Por ejemplo, la siguiente secuencia:

0111111 quedaría así : **011111 0 1**

El receptor entonces al recibir la trama , descarta los flags y si encuentra cinco unos seguidos sabe que tiene que haber habido un “bit stuffing” , por lo tanto simplemente retira el cero adicional. Este método garantiza la “transparencia” del código.

- **El campo Address**

Como LAPB se define sólo entre un **DTE** y un **DCE** solamente hay 2 posibilidades. Se utilizan: 00000011 para el **DTE** y 00000001 para el **DCE**.

Luego veremos que cuando una trama lleva un comando que es una orden lleva la dirección del destino, y si es una ruta lleva la propia.

- **El campo FCS**

Hace un chequeo de redundancia cíclica de los campos de Address , Control e Información para detectar errores en los mismos.

- **El Campo de Control y los formatos de trama**

El campo de control es el que representa el tipo de trama, y en caso de llevar un comando éste es el campo que lo lleva codificado.

En base a esto, el campo puede tener 3 formatos diferentes que representan los 3 tipos de trama disponibles.

Los 3 tipos de trama son:

- **Information** : transmite datos y numero de secuencia
- **Supervision** : emite comandos y números de secuencia
- **Unnumbered** : (no numerada) sólo emite comandos de control, no transmite nros de secuencia (de allí su nombre).

Los 3 formatos del campo de **CONTROL** son los que se describen abajo.

Los campos CTRL codifican el comando en particular.

Como **LAPB** es un subconjunto de **HDLC** sólo se utilizan 9 comandos.

De los 9 comandos, 3 son de **Supervisión** y 6 son **No Numerados**.

Los mismos se detallan a continuación:

Supervisión (*pueden ser comandos o rutas*):

- **RR Receive Ready** : indica listo para recibir
- **REJ Reject** : indica que se ha recibido una trama con error de FCS.
- **RNR Receive Not ready** : indica no listo para recibir

No numerados:

Comandos:

- **SABM Set Asynchronous Balanced Mode**: inicializa modo balanceado sincrónico
- **SABME Set Extended Asynchronous Balanced Mode**: ídem sincrónico extendido
- **DISC Disconnect**: solicitud de desconexión

Respuestas:

- **UA Unnumbered Acknow** : comando no numerado reconocido
- **DM Disconnect Mode**: indica que el equipo está en estado de no conexión
- **FRMR Frame Reject**: rechazo de trama con formato no válido

El 1er bit en 0 del campo de control indica que la trama es de Información.

Si el 1er bit es 1 y el 2do es 0 indica **Supervisión** y si el 2do es 1 indica **No Numerada**.

Los campos de **CTRL** son los que identifican según una determinada codificación el tipo de comando. La trama de Información no lleva transporta ningún comando ya que sólo contiene datos.

Los campos **N(S)** y **N(R)** son los números de secuencia de envío y recepción respectivamente. Nótese que sólo la trama de información los posee a ambos y la de supervisión sólo posee **N(R)**.

Las tramas de supervisión sólo poseen rtas y las no numeradas, como su nombre lo indica, no poseen número de secuencia

Debemos destacar que el nro de secuencia **N(S)** es el orden lógico que posee la trama en una cadena de datos enviada y el **N(S)** es la próxima que se espera recibir. Normalmente, en una comunicación full-duplex (que es lo más habitual) ambos extremos envían y reciben datos simultáneamente. Por eso lo común es que una trama de información tenga ambos nros de secuencia válidos, uno por lo transmitido y otro por lo recibido. A este proceso de simultaneidad se lo conoce como “**piggybacking**”.

Los campos de **N(S)** y **N(R)** poseerán 3 bits cuando se inicializó con **SABM** y 7 bits cuando se inicializó con **SABME**, esta es precisamente la diferencia entre ambos. Para el 1er caso por lo tanto habrá 8 combinaciones posibles (se dice que está en módulo 8) y la ventana entonces será 7. En el 2do caso son 128 (módulo 128) combinaciones lo que implica ventana 127.

El bit **P/F** : Poll /Final indica si la terminal está enviando un comando de encuesta (Poll), es decir que requiera respuesta, o bien un comando de respuesta (Final). Si es cero indica que no es ninguna de ambas.

Cualquier comando de Supervisión puede ser o bien comando o bien respuesta dependiendo del bit P/F y de las dirección. Para los comandos No Numerados hay 3 que son comando exclusivamente y 3 que son respuesta exclusivamente. Entonces el bit **P/F** activo indica **Poll (P)** en el 1er caso y **Final (F)** en el 2do. Aquí no hay confusión, pero en los de supervisión esto no está discriminado.

¿ Entonces cómo diferenciamos si se trata de Poll o Final ?.

Por la dirección.

Como dijimos con anterioridad una trama siempre llevará la dirección del destino cuando emite un comando y la propia si es respuesta.

Por ejemplo: si el **DTE** desea enviar un **RR** pidiendo respuesta (Poll) llevará como dirección la del **DCE** (00000001), pero si está respondiendo deberá emitir la propia (00000011). Lo mismo vale para el **DCE**. En todos estos casos el bit **P/F** estará en 1.

3.2.2 Protocolos a nivel de Red.

La Capa de Red debe proveer servicios de conmutación y enrutamiento a fin de establecer, mantener y terminar conexiones a nivel de red y transferir datos entre dos usuarios a través de una red.

Los protocolos de Capa Red son los primeros en operar a través de la red misma, a diferencia de los protocolos de Capa Enlace que operan solamente de punto a punto. De acuerdo con el concepto de estratificación de funciones, a la Capa Transporte no le interesa si la conmutación es por circuitos o por paquetes, ni el medio de transmisión utilizado (conductores metálicos, microondas, fibras ópticas, etc.), ni el tipo de red empleado (Redes de Gran Area (WAN), Redes de Area Local (LAN), etc.); a la Capa Transporte sólo le interesa la calidad del servicio recibido expresada en parámetros como tiempo de respuesta, tasa de error, velocidad de tráfico (throughput), etc.

La función básica de la Capa Red es, pues, la de proporcionar una trayectoria eficiente para el flujo de datos a través de una red. Esto implica funciones de direccionamiento, enrutamiento, control de flujo, secuenciamiento y multiplexamiento de mensajes y paquetes, y control de error desde un punto de vista global, es decir, de fin a fin.

La trayectoria dentro de la red puede ser en la forma de un “circuito virtual” que se asemeja a una “trayectoria o circuito con conexión” que debe ser establecido antes de iniciar el intercambio de datos de control y de información. El circuito virtual puede asemejarse también a una “trayectoria o circuito sin conexión” en el cual los datos de control y de información están contenidos en paquetes denominados “datogramas (datagrams)”. En este caso se dice que los paquetes son “paquetes sin conexión” y no es necesario el establecimiento previo de una conexión pues la red se encarga del enrutamiento y entrega del paquete; sin embargo, en general no hay garantía de que un datograma llegue a su destino.

Entre los protocolos a nivel de red más utilizados se encuentran:

- 1 **Frame Relay**. Utiliza los recursos digitales de alta calidad donde sea innecesario verificar los errores LAPB. Al utilizar un marco simplificado sin mecanismos de corrección de errores, Frame Relay puede enviar la información de la capa 2 muy rápidamente, comparado con otros protocolos WAN.
- 2 **Point-to-Point Protocol (PPP)**. Descrito por el RFC 1661, dos estándares desarrollados por el IETF. El PPP contiene un campo de protocolo para identificar el protocolo de la capa de red.
- 3 **X.25**. Define la conexión entre una terminal y una red de conmutación de paquetes.

X.25 es la especificación para redes públicas de conmutación de paquetes que trabajan sobre **SVC's Switched Virtual Circuits** (Circuitos Virtuales Conmutados).

El stack es de tres capas que corresponden a las 3 primeras del modelo OSI.

Los protocolos recomendados en la especificación son : **RS-232** ó **V.24** para la capa física y **LAPB** (un subconjunto del estándar **HDLC**) para la de enlace.

X.25 propiamente dicho corresponde a la capa 3 y se la denomina **PLP (Packet Layer Protocol)**.

Define las especificaciones para la comunicación de los equipos terminales de datos: **DTE** (Data Terminal Equipement) y los equipos de comunicaciones: **DCE** (Data Communication Equipement).

El **DTE** generalmente es una PC, una terminal de usuario o cualquier equipo donde se hará el procesamiento final de la información. El **DCE** es el equipo de comunicaciones, generalmente un modem u otro dispositivo de conexión a una red de datos.

La norma **X.25** y sus protocolos de soporte definen sólo la comunicación entre estos 2 dispositivos, no interesa cómo es la red en su interior. La red puede ser Frame Relay , ATM, TCP/IP u otra, y dado que esta trama es una de las mas comunes y mas utilizadas, la describiremos a continuación.

NIVEL DE PAQUETES X.25

Esta capa es la primera que permite ver del otro lado de la red.

Si bien la norma define, igual que LAPB la comunicación entre DTE y DCE, permite enviar y recibir paquetes del otro lado del enlace sin importar qué hay en medio.

Aclaremos este concepto : X.25 es la especificación para la comunicación entre los equipos DTE y DCE . Significa que estudia sólo éstas interfaces y como dijimos, no interesa qué protocolos ni medio utiliza la red. X.25 es sólo el enlace entre el terminal y el punto de acceso a la red. A pesar de eso , la comunicación se establece **de extremo a extremo** , es decir **de DTE a DTE**.

Como es un protocolo **orientado a la conexión**, que trabaja sobre **circuitos virtuales conmutados (SVC's)** utiliza estas 3 fases :

- **Establecimiento**
- **Transferencia**
- **Desconexión**

Por lo tanto existen distintos tipos de paquetes:

- **Paquetes de llamada (Call)**
- **Paquetes de liberación (Clear)**
- **Paquetes de interrupción**
- **Paquetes de supervisión**
- **Paquetes de RR , RNR , REJ**

El de **Llamada** y el de **Interrupción** también pueden contener datos.

Como ejemplo se muestra un paquete de llamada.

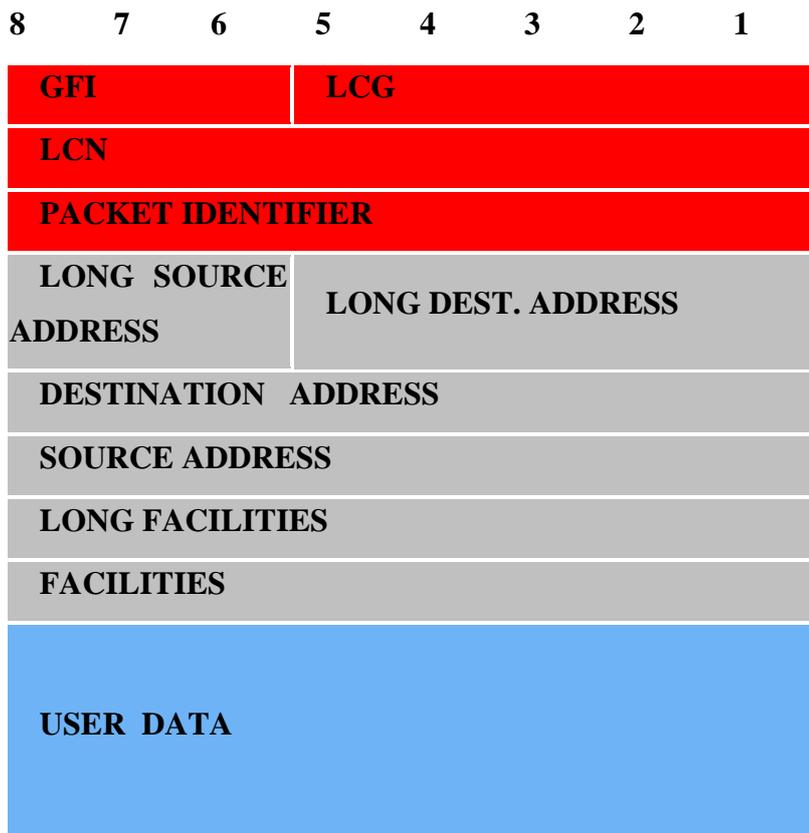


Figura 3.22. Paquete de llamada para el protocolo X.25.

A continuación se describen los campos:

- **GENERALFORMAT IDENTIFIER (GFI):** formato del paquete
- **LOGICALCHANNEL GROUP (LCG):** grupo de canales lógicos
- **LOGICALCHANNEL NUMBER (LCN):** número de canal lógico
- **PACKET IDENTIFIER:** identificador del tipo de paquete
- **LONG SOURCE ADDRESS:** longitud, en nibbles, de la dirección de origen(calling)
- **LONG DESTINATION ADDRESS:** longitud, en nibbles, de la dirección de destino(called)
- **DESTINATION ADDRESS:** dirección del DTE de destino (called)
- **SOURCE ADDRESS:** dirección del DTE de origen (calling)
- **LONG FACILITIES:** longitud del campo de facilidades
- **FACILITIES:** opciones varias
- **USERDATA:** datos de usuario

Como vemos, define **Canales Lógicos o Logical Channels (LCN)**, los cuales tienen únicamente significado local. Esto significa que están definidos entre cada **DTE** y su correspondiente **DCE**. El número de **LCN** no tiene por qué ser el mismo en ambos extremos, y de hecho es muy poco probable que lo sea: como el **GFI** es de cuatro bits y el **LCN** es de ocho, entonces habrá en total 2^{12} posibilidades, es decir **4096** canales lógicos posibles.

EL STACK DE PROTOCOLOS TCP/IP

TCP/IP no es un único par de protocolos. Es un conjunto de ellos estratificado en distintas capas que conforman el denominado **STACK** de protocolos **TCP/IP**.

TCP/IP posee sólo **4** niveles, aunque en relación al Modelo **OSI** cubre la totalidad de capas del mismo.

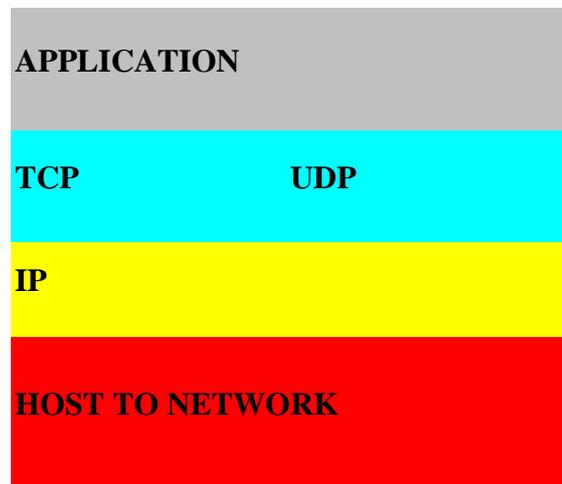


Figura 3.23. El stack de protocolos TCP/IP

- **HOST TO NETWORK** : abarca las capas **FÍSICA** y **EENLACE** de **OSI**
- **INTERNET PROTOCOL (IP)**: equivale a la capa de **RED** de **OSI**
- **TRANSPORT CONTROL PROTOCOL (TCP)**: corresponde a la capa de **Transporte**
- **USER DATAGRAM PROTOCOL (UDP)** : también corresponde a la capa de **Transporte**

- **APPLICATION:** abarca las capas de **SESIÓN** , **PRESENTACIÓN** y **APLICACIÓN**.

INTERNET PROTOCOL (IP)

Direccionamiento IP

Cada elemento conectado a una red **TCP/IP** debe tener una “**dirección IP**” única a fin de ser identificado en la misma en forma unívoca y además una **máscara de subred** o “**subnet mask**” que identifica la red o subred a la que pertenece el equipo.

Tanto la **dirección IP** como la **subnet mask** son conjuntos de 4 bytes denominados “**octetos**” , separados por puntos.

Las direcciones IP de los equipos se agrupan de forma de poder identificar la **red** a la cual pertenece un determinado **Host** o equipo. Si no se utilizan subredes (caso más simple) la máscara de subred adopta valores fijos para cada uno de esos tipos de red. La máscara de subred cobra mayor importancia en el caso de "**subnetting**", lo cual veremos más adelante.

Generalmente estos parámetros se expresan en forma decimal, o sea que cada octeto puede adoptar 256 valores ($2^8 = 256$) y van desde 0 a 255.

Ejemplo de dirección IP:

192.234.15.122

y de máscara de subred:

255.255.0.0

A fin de poder efectuar la agrupación antedicha, cada dirección IP se subdivide en 2 partes : la primera parte identifica a la **RED** y se denomina **NetID** . La 2da es la dirección del **HOST** o **HostID**.

Con respecto a la extensión de cada parte, como son 4 octetos hay 4 posibilidades para determinar el tipo de red.

Por lo tanto clasificamos las redes en 4 clases de acuerdo a la extensión de cada una de estas partes de la dirección IP. Se distinguen además sus bits de comienzo.

	1er octeto	2do octeto	3er octeto	4to octeto
CLASE A	0 <i>Net ID</i>	<i>Host ID</i>		
CLASE B	1 0	<i>Net ID</i>	<i>Host ID</i>	
CLASE C	1 1 0 <i>Net ID</i>			<i>Host ID</i>
CLASE D	1 1 1 0 <i>Multicast</i>			

Figura 3.24. Clasificación por clases de las redes IP

Las Redes **Clase A** son las que comienzan el **1er octeto** con 0.

Definen sólo el 1er octeto como Identificador de Red. Los otros 3 identifican el **Host** en particular. Se deduce que el rango de **Clase A** va de las redes 0 a la 127, aunque después veremos que esta última está reservada y no puede utilizarse. Si no hay subredes la **máscara de subred** es todos unos para el primer octeto y todos ceros para el resto, es decir: 255.0.0.0.

Las Redes **Clase B** comienzan con 10 y utilizan 2 octetos para la identificación de red por lo tanto van desde la 128.0 a la 191.255. Los 2 restantes identifican el host. Sin subredes la **máscara de subred** es 255.255.0.0.

Las Redes **Clase C** comienzan con 110 y utilizan los 3 primeros octetos para la **NetID**. El rango por ende va de la 192.0.0 a la 223.255.255. Sólo el último octeto identifica el **host**, o sea que este tipo de redes sólo permite hasta 256 direcciones de hosts o **HostId's**. Sin subredes la **máscara de subred** es 255.255.255.0.

Las redes **Clase D** van desde la *224.0.0.0* hasta la *239.255.255.255* y son reservadas para multicast.

Consideraciones especiales:

1 - Las direcciones cuyo número de host es todos 0's definen a la red en general, por lo tanto ningún host puede tener el **HostID** = 0 . Por ejemplo : *200.233.12.0* define en general a la red Clase C cuyo **Net ID** es : *200.223.12*

2 - Las direcciones cuyo número de host todos 1's representa la dirección de broadcast. Por ejemplo *187.34.255.255* significa que se está haciendo un broadcast a la red clase B cuyo **Net ID** es *187.34* . La dirección *255.255.255.255* es broadcast generalizado.

3 - Las direcciones que comienzan con un **Net ID** todos 0's indican un determinado Host de "esta red". Por ejemplo: *0.0.150.34* significa el host *150.34* de esta red Clase B. Además : todos 0's , *0.0.0.0* , indica "este host"

4 - La red *127.0.0.0* no se utiliza ya que puede usarla cualquier equipo para loopback. Ésta es una comunicación "a si mismo", es decir se envían datos a la misma PC pero los mismos no salen al medio físico.

Las direcciones para redes conectadas a "**Internet**" no pueden ser asignadas en forma arbitraria. Existe una entidad única a nivel mundial, con sede en Estados Unidos y con filiales en todos los países llamada "**IANA**" (**Internet Assigned Number Authority**) que se encarga de asignar las direcciones **IP**. Es a quien se le debe solicitar una **NetID** o dirección de red única, para una red que se conecta a Internet. Los **HostID** o direcciones individuales de los dispositivos y equipos dentro de la red son asignados libremente por el administrador.

Para redes sin conexión a Internet, que son la mayoría, existen rangos reservados a redes privadas que es aconsejable utilizar.

No puede haber en una misma red y por lo tanto tampoco en "**Internet**" dos dispositivos conectados con una misma **dirección IP**, pero como hay equipos que se conectan a más de

una red simultáneamente, un mismo equipo sí puede tener más de una IP. Este es el caso por ejemplo de los bridges y los routers, que poseen una dirección **IP** por cada adaptador, correspondiente al rango de la red a la cual se conecta.

Otro caso más cotidiano sería el de una PC que se conecta a una red **TCP/IP** privada y a su vez lo hace a "**Internet**" mediante un módem: entonces asigna una **IP** (privada) para el adaptador LAN y otra (pública), del rango asignado por **IANA** para la región, para el módem que se conecta a "Internet".

Subnetting

Dijimos que la **máscara de subred** o "**subnet mask**" era importante en el caso de subredes. En efecto, si no hay subredes la misma adopta valores fijos de acuerdo al tipo de red.

Dado que en ocasiones es necesario subdividir lógicamente una red dentro de una misma organización y no se justifica solicitar a **IANA** nuevos rangos de direcciones, ya que los que se poseen no están completamente utilizados y quedan suficientes direcciones libres, puede utilizarse la técnica de "**subnetting**".

Entonces se particionan los rangos de direcciones IP asignados a la organización en tantas subredes como sea necesario y las mismas se interconectan por routers. Estos routers deben soportar **subnetting**.

Para diferenciar lógicamente las distintas subredes, se utiliza una máscara de subred diferente para cada una mediante una técnica precisa que no detallaremos en este momento

Datagrama IP

Dijimos que **IP** es un protocolo "**no orientado a la conexión**" (**connectionless**) y a esto lo llamábamos "**servicio de datagramas**". El datagrama es la unidad de información que se transmite a través de la red a nivel **IP**.



Figura 3.25. Datagrama IP

- **VERSION:** Indica la versión IP. actualmente se utiliza siempre la 4 , por lo que este campo siempre será 0100.Cualquier datagrama que no contenga este valor será descartado. La versión 6 está actualmente en desarrollo.
- **HEADER LENGHT (HLEN):** es la longitud del header o encabezado medido en múltiplos de 32 bits. Lo normal es que este valor sea 5, ya que las opciones generalmente no se utilizan. En caso de que se utilicen, como son 4 bits, el valor puede llegar como máximo a 15. Este es el máximo encabezado posible
- **TYPE OF SERVICE:** está formado por 3 bits de **Priority** que pueden setearse desde 000 (mínima prioridad) a 111(máxima prioridad) y 3 bits individuales que son:: **D= Delay,T=Throughput, R=Reliability** solicitados.
- **TOTAL LENGHT:** longitud total del datagrama medido en octetos. Como son 16 bits , el máximo datagrama puede ser de 65532 bytes.
- **IDENTIFIER :** identifica al datagrama , es importante para la fragmentación.

- **FLAGS:** hay un bit no utilizado y otros que son **DF: Don't Fragment** y **MF= More Fragments**
- **FRAGMENT:** numera los distintos fragmentos de un mismo grupo
- **TIME TO LIVE:** se decrementa al pasar por cada router. Cuando llega a cero se descarta . Es para evitar loops.
- **PROTOCOL:** identifica con una identificación numérica cuál es el protocolo de nivel superior
- **CHECKSUM :** chequeo de errores del Header solamente
- **SOURCE IP ADDRESS:** IP completa de origen
- **DESTINATION IP ADDRESS:** IP completa de destino
- **IP OPTIONS + PADDING:** no es obligatorio. El Padding es el relleno que completa los 32 bits.
- **USE DATA:** datos de la capa superior encapsulados

Ruteo de datagramas IP

El tema **ruteo** es bastante complejo y requeriría un apartado independiente para su correcto desarrollo.

Daremos aquí sólo una breve reseña.

Dijimos que un **Router** es un equipo de **Capa 3**, que se utiliza para interconectar distintas redes que deben ser del mismo tipo.

Utilizaremos "**red**" en el sentido estricto de la palabra, es decir en la definición que le da **TCP/IP**, que es el conjunto de equipos que tienen el mismo *NetID*.

Podemos decir entonces que los **routers** interconectan distintas redes formando una **interred** o **Internet**, pero en sentido amplio, es decir, **NO NECESARIAMENTE** nos referimos a "**La Internet**", es decir la "red de redes" , por más que ésta sigue la misma filosofía.

Al estudio de la interconexión de distintas redes se lo denomina "**Internetworking**".

Volviendo al tema de los **Routers**, dijimos también que los mismos poseen distintas salidas o **puertos**, una para cada una de las redes a las que se conecta, con una **dirección IP** correspondiente a cada una de ellas.

Cada **Router** recibe datagramas por cualquiera de los puertos y lo redirecciona hacia otro. Éste corresponderá a otra red, que tendrá a su vez otro u otros **Routers** que realizan la misma operación. Ésta es la forma en que se arma la interred y los datagramas viajan a través de la misma.

Pero ¿cómo sabe un **Router** en qué dirección debe enviar los datagramas?

Bueno, obviamente no es en forma arbitraria, cada router sabe en qué dirección debe retransmitir la información. Esto es a que cada uno de estos equipos posee una tabla con información de las redes a las cuales se encuentra conectado directa o indirectamente cada puerto. Por lo tanto puede decidir por qué camino redirigir el datagrama.

Estas tablas se llaman **Tablas de Ruteo (Routing Tables)** y constan de 3 campos

- Nro de **Puerto**
- **Red** (NetID y máscara de subred) a la que está conectado
- Nro de routers o "**hops**" (saltos) que lo separan de dicha red

Hay varios **protocolos de ruteo**, con características de funcionamiento bien diferenciadas.

Básicamente se pueden clasificar según su funcionamiento en 2 tipos:

- **Protocolos vectorizados por distancia:**
- **Protocolos por estado del enlace:**

Según la cobertura de las redes que interconectan los protocolos pueden ser **Internos** o **Externos**.

- **Protocolos de ruteo internos:** lo utilizan routers que interconectan redes dentro de una misma organización y bajo una misma administración, es decir dentro de sistemas autónomos.

Los más utilizados son:

- **RIP (Routing Information Protocol):** fue desarrollado por *Xerox* y fue pensado para interconectar LANs. Es vectorizado a distancia y no es apto para subredes. Se basa en buscar el mejor camino mediante la asignación de un "costo" a cada camino, en función del número de saltos (hops) que lo separan del destino.
- **IGRP (Interior Gateway Routing Protocol):** es también vectorizado a distancia. Lo introdujo *Cisco* pero actualmente lo incorporan también otros fabricantes.
- **OSPF (Open Shortest):** se ha popularizado últimamente para sitios Internet ya que es altamente eficiente e introduce bajo overhead lo que lo hace apto para redes de alta velocidad. Además soporta subredes y máscaras variables de subred. Posee un algoritmo que evita loops y es compatible con RIP y EGP.

- **Protocolos de ruteo externos**: o interdominio son para routers que unen redes distintas bajo distintas administraciones (por ejemplo "**Internet**"). Los más comunes son:

- **EGP (Exterior Gateway Protocol)**: está pensado para solamente intercambiar información de accesibilidad de redes entre routers o gateways vecinos. No realiza cálculos de actualización de ruta y no es apto para implementar topologías elaboradas.

- **BGP (Border Gateway Protocol)**: mejora a EGP y permite encontrar la mejor ruta entre dos sistemas autónomos.

TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL (TCP)

El protocolo **TCP (Transmission Control Protocol)** , o **Servicio de Transporte de Flujo Confiable**, al igual que **UDP** es un protocolo de **Capa 4**, es decir de **Transporte**, pero, a diferencia de IP, es **Orientado a la Conexión**.

TCP es el encargado de asegurar un flujo de datos confiable entre los extremos de la red. Se encarga por lo tanto del control de flujo y del control de errores, tareas que no realiza IP.

Es uno de los protocolos más complejos de todo el stack TCP/IP.

Trabaja en modo "*string*" , es decir recibe cadenas de bits de las capas superiores y las arma en segmentos que luego son enviados a la capa IP.

Aparece el concepto de "**Port**" (Puerto), que es la entidad lógica que identifica los extremos de la comunicación.

Toda comunicación **TCP** se realiza entre puertos.

Una misma PC normalmente posee más de un puerto abierto simultáneamente.

Los números de puerto se asignan dinámicamente pero algunas aplicaciones poseen números predefinidos que se encuentran en el rango de 0 a 255. No se pueden crear puerto en este rango sino solamente para las aplicaciones predefinidas . Por ejemplo : FTP utiliza el puerto 21 , Telnet el 23 y SMTP el 25. Los puertos en este rango se llaman "**Well Known Ports**".

- **SEQUENCY NUMBER:** número de secuencia de la comunicación
- **ACKNOWLEDGE NUMBER:** número de acuse de recibo
- **HLEN:** longitud del header en múltiplos de 32 bits
- **FLAGS:** indicadores varios
- **WINDOW:** tamaño de la ventana
- **CHECKSUM:** chequeo de redundancia cíclica (CRC)
- **URGENT:** puntero al comienzo de los datos urgentes
- **OPTIONS + PADDING:** opciones varias y relleno
- **USER DATA:** datos de usuario

Servicios que corren sobre TCP

A continuación se listan algunos de los protocolos de la capa **APPLICATION** que corren sobre **TCP** con sus correspondientes **números de puertos:**

- **Port 21 : FTP**
- **Port 23 : TELNET**
- **Port 25: SMTP**

3.3.1.1 USER DATAGRAM PROTOCOL (UDP)

El protocolo **UDP (User Datagram Protocol)** es, a diferencia de **TCP**, **no orientado a la conexión**. Es decir constituye la modalidad de entrega **no confiable**.

Emplea el **IP** para llevar mensajes, pero agrega la capacidad para distinguir entre varios destinos (**puertos**) dentro de un determinado host.

Es un servicio extremadamente simple y eso puede comprobarse viendo la sencillez de su Datagrama.

El Datagrama UDP

UDP posee el siguiente **Datagrama**, llamado "**Mensaje UDP**".

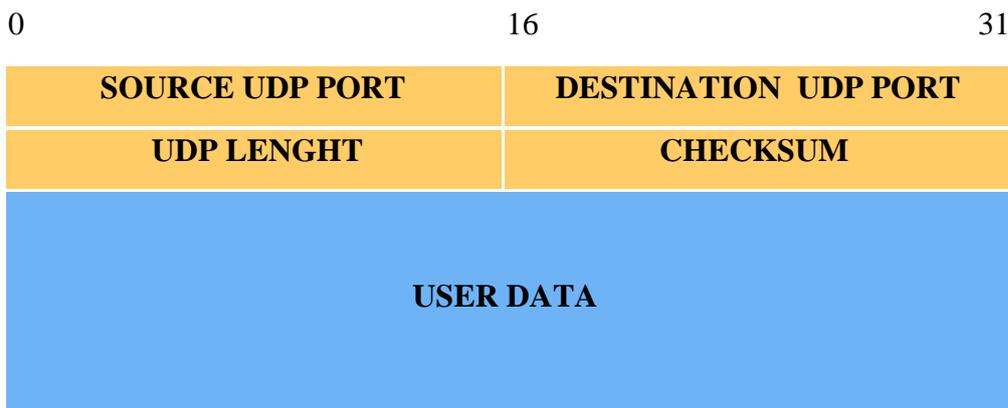


Figura 3.27. Datagrama UDP

- **SOURCE UDP PORT:** Puerto de origen (opcional)
- **DESTINATION UDP PORT:** Puerto de destino
- **UDP LENGHT:** Longitud completa del Datagrama en octetos, contando el encabezado y los datos.
- **CHECKSUM:** Chequeo de redundancia cíclica (CRC)
- **USER DATA:** Datos de usuario

Servicios que corren sobre UDP

A continuación se listan algunos de los protocolos de la capa **APPLICATION** que corren sobre **UDP** con sus correspondiente **números de puertos**:

- **Port 69 : TFTP**
- **Port 123 : NTP**
- **Port 161: SNMP**

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPITULO TRES

http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol10_6_02/aci01602.htm, Normas IEEE 802.X

www.ieee.org.

<http://www.saulo.net/pub/redes/>

<http://www.saulo.net/pub/tcpip/>

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

<http://www.emb.cl/electroindustria/>

<http://www.monografias.com/>

<http://fing.uncu.edu.ar/catedras/archivos/electronica/tema11r.pdf>

<http://es.wikipedia.org/>

<http://www.datacottage.com/index.htm>

CAPÍTULO 4. NIVEL DE GESTION.

Este capítulo contiene la información relacionada a la capa de gestión y supervisión de un proceso industrial, aca se presentan el concepto y requisitos de las opciones de SCADA, detallando las características principales de cada uno y sus opciones de protocolos de comunicación a través de la pirámide, al final se presenta un cuadro resumen que permitirá una mejor visualización de las características entre los que se elegirá el mejor para cumplir con los objetivos del presente trabajo, es decir se tocará el último nivel de la pirámide.

4.1 SISTEMA SCADA.

Los avances tecnológicos y los cambios producidos en las estrategias comerciales han alterado completamente el alcance del control industrial y los procesos de automatización que operan en la actualidad.

En el pasado, los usuarios consideraban los asuntos de control como una disciplina de la Ingeniería, pero hoy en día, el interés se centra en la automatización de plantas enteras (combinando ingeniería, operaciones y gerenciamiento).

Anteriormente existía la clasificación de las aplicaciones de adquisición de datos y control de proceso, teniendo en cuenta el tipo de funcionalidades que realizaban, en tres grandes grupos: las orientadas a control de proceso, las dedicadas a monitorización y registro de datos, y las de control de producción.

Las primeras son las que tienen responsabilidad directa sobre la marcha del proceso, es decir, que actúan directamente y continuamente sobre las variables de control. Este tipo de aplicaciones deben ser rápidas en el tratamiento de las variables de entrada y salida, deben ser muy fiables y robustas, y disponer de drivers de comunicaciones fiables y rápidos con una amplia gama de dispositivos de campo.

Las segundas no tienen responsabilidad sobre proceso, están destinadas al registro y análisis de información. Estas aplicaciones requieren capacidades gráficas de presentación de datos, interface de usuario fácil y cómoda, y capacidad de intercambio dinámico de datos con

aplicaciones típicas de análisis y presentación de datos, como pueden ser hojas de cálculo, y gestores de base de datos. Nos referimos a aplicaciones HMI.

Finalmente, las terceras corresponden a aplicaciones de gestión de la producción. Se trata de aplicaciones que tradicionalmente no requieren gran velocidad de adquisición de datos, ni precisan de potentes interfaces de usuario, pero si que requieren fiabilidad y continuidad en la recogida y almacenamiento de datos, y que trabajan en entornos de red local, con servidores de datos que dan soporte a sistemas empresariales de gestión de la información.

La evolución tecnológica ha llevado a unificar las plataformas hardware de estos tres tipos de aplicaciones, y a avanzar en la integración de aplicaciones, extendiendo el uso de enlaces entre ellas, con lo que las funcionalidades propias de cada uno de ellos se han ido incorporando a los demás, y actualmente nos encontramos con aplicaciones SCADA que incorporan funcionalidades de los tres tipos de aplicaciones en un único entorno, con uno o varios módulos, y normalmente desarrollados, o suministrados, por un mismo fabricante.

En los capítulos anteriores se ha mencionado repetidamente el esfuerzo que existe por crear sistemas abiertos en todos los niveles de la pirámide CIM, este interés surge de la necesidad de libertad de los usuarios industriales y de pequeños proveedores del sector de automatización de utilizar y comercializar respectivamente el tipo de tecnología a utilizar.

Así aparecen las iniciativas de estandarización de un bus de campo, aunque como es normal en estos casos, las iniciativas son múltiples, los diversos intereses económicos de grandes compañías que poseían sistemas propietarios y los diferentes estándares dificultan la existencia de un estándar único.

Las ventajas que ofrece la integración de los sistemas de control de procesos y de planta, con los sistemas de calidad, mantenimiento e ingeniería, y con los sistemas de gestión de la empresa, lleva a aumentar la importancia de la estructura del sistema distribuido, y las comunicaciones toman el protagonismo. De todos modos se siguen manteniendo dos entornos operativos claramente diferenciados: el entorno de proceso, o de planta, y el entorno empresarial o de oficina.

En los últimos años, ha habido una creciente consolidación del entorno Windows NT como plataforma operativa estándar de los diferentes proveedores de soluciones SCADA, y se ha ido avanzando hacia una cierta clarificación de estándar en el entorno de comunicaciones de planta (Profibus, Fieldbus, ControlNet, CAN, DeviceNet, etc.). A pesar de ello, seguía sin existir un estándar válido para los dos tipos de entorno.

Después de la adopción masiva de los sistemas operativos Windows 95 y Windows NT como plataforma operativa estándar, los diferentes fabricantes se han dedicado a consolidar su posición en el mercado, a mejorar la seguridad de operación, y a complementarlo dotándolo de nuevas funcionalidades de acuerdo con las funcionalidades que ofrece la evolución tecnológica en hardware y software, y con las tendencias del mercado. La adopción de este estándar, junto con la necesidad de ofrecer soluciones integradas cubriendo el entorno de proceso y el empresarial, ha posibilitado que la posición de liderazgo que ostenta Microsoft en el terreno informático influyera decisivamente en este entorno integrado, introduciendo nuevos estándares estalecidos por Microsoft: ODBC, DDE, OLE, ActiveX.

Sin embargo, existen softwares SCADAS que presentan la opción de trabajar en otra plataforma de operación como UNIX en donde se garantiza la estabilidad del sistema operativo, sin las tediosas pantallas azules que presenta Windows y que entorpece el proceso.

Por otra parte, el empuje innovador provocado por la creciente implantación de Internet, y de entornos Intranet empresariales, así como la creciente madurez de esta tecnología, también ha irrumpido en el subsector del software de control proporcionado nuevas y efectivas soluciones para estaciones remotas de supervisión de procesos. Y nuevamente el liderazgo de Microsoft ha propiciado la implantación de un conjunto de estándares de facto que, a su vez, a propiciado esta rápida expansión.

Antes de profundizar con el análisis de las especificaciones de un software SCADA nos parece importante hacer la distinción entre funciones de un SCADA y un HMI. El sistema SCADA realiza un control supervisorio y de adquisición de datos, de ahí su nombre mientras que un HMI es una interfase Hombre-Máquina que usualmente es para visualización del proceso y arranque y para de las máquinas. Los sistemas SCADA evolucionaron tanto que también realizan las funciones de visualización en tiempo real.

Actualmente SCADA y HMI se emplean indistintamente para referirnos a una aplicación, usualmente basada en PC's que se comunica a través con los PLC's del proceso para adquirir información, variar algunos parámetros de este, escribir directamente a la memoria del PLC y ver en pantalla una esquema o diagrama animado, o inclusive ver gráficas en movimiento, como un barril que se mueve en una banda transportadora, o una prensa que sube o baja, o el nivel de un contenedor que se está llenando.

Generalmente los sistemas SCADA/HMI consisten en varias computadoras, todas comunicándose con la red de PLC's a través de una red propietaria(Hecha por el fabricante) o a través de Ethernet 10BaseT, la red LAN de uso administrativo más usada en el mundo. Las comunicaciones son realizadas usando un Driver de comunicación que hable el mismo protocolo de comunicación que los PLC's manejan.

Antiguamente cada fabricante diseñaba una tecnología de LAN para sus PLC's por lo que si en una fabrica se tenía instalada tres marcas de PLC's distintas se necesitaba forzosamente comprarle al fabricante su tecnología LAN.

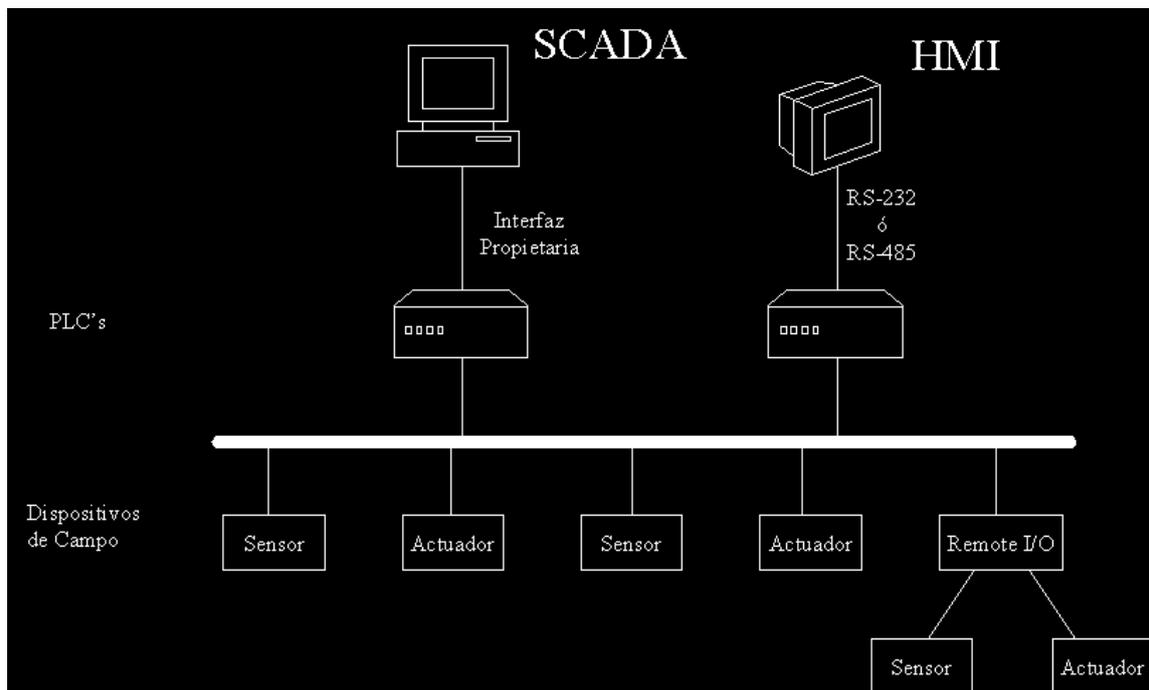


Figura 4.1. Estructura SCADA implementando un sistema propietario.

Con la introducción de Ethernet a este nivel, podemos aprovechar la infraestructura ya existente en la fabrica y usar tecnologías de red estandarizadas y económicas (información que ha sido desarrollada en el capítulo anterior), de modo que todas las computadoras con

software SCADA/HMI se pueden conectar con cualquiera de estos PLC's y solo deberá seleccionar el Driver adecuado para establecer la comunicación. sin embargo, a pesar de la versatilidad en la funciones de software y beneficios en el área de gestión y supervisión que ofrecen estas interfaces en la actualidad el mercado de software SCADA/HMI's está orientado a la plataforma Windows NT Workstation 4.0 y Windows 2000 Professional.

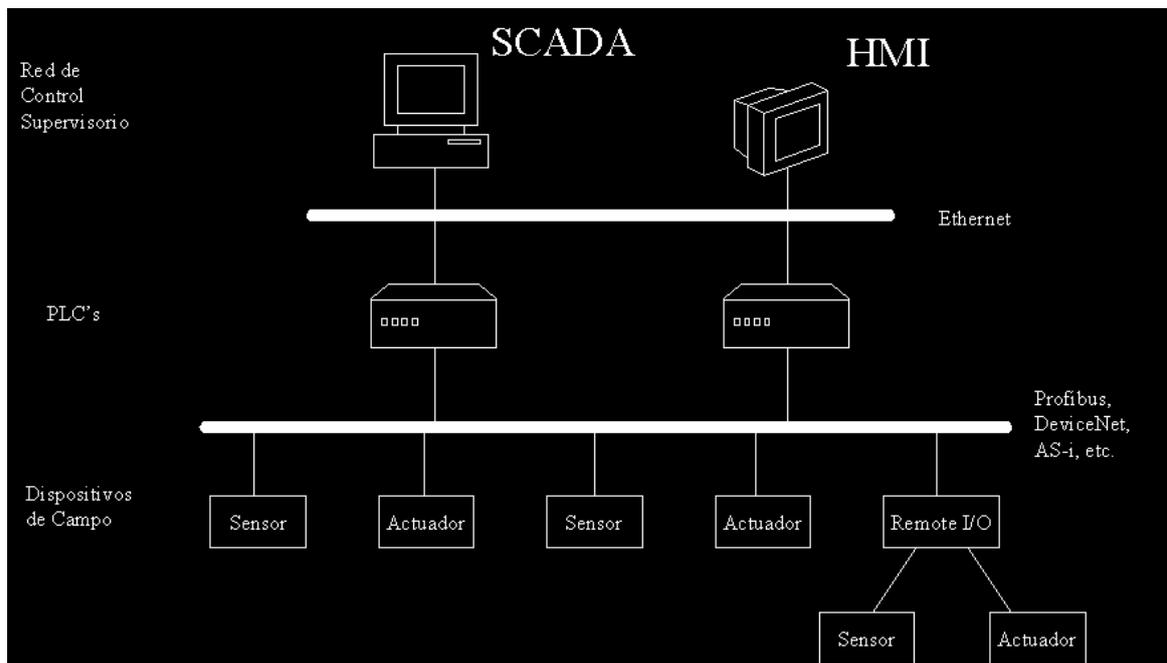


Figura 4.2. Esquema SCADA implementando un sistema abierto.

Anteriormente, la elección de un software SCADA/HMI estaba condicionado a que contara con los drivers de comunicación para los PLC's que nosotros necesitábamos y que tenían integrados. Con el paso del tiempo, a favor de un diseño modular, tanto el software SCADA/HMI como el driver se han convertido en aplicaciones independientes que se comunican entre sí. Durante la década de los 80's, un SCADA/HMI y un driver se comunicaban usando un protocolo propietario. Durante la década de los 90's la comunicación entre un SCADA/HMI y un driver era mediante NetDDE, un protocolo de comunicación entre aplicaciones de Windows creado por Microsoft. DDE lo utilizamos todos los días cuando

copiamos y pegamos texto e imágenes usando el portapapeles de Windows. El usuario puede incursionar en el mundo NetDDE usando Visual Basic, que permite desarrollar aplicaciones que se comunican entre sí con este protocolo. Actualmente la comunicación entre SCADA/HMI y drivers se hace usando un protocolo estandarizado y pensado en aplicaciones industriales llamado **OPC(OLE for Process Control)**.

El mercado de software SCADA/HMI se ha desarrollado tanto que existe también un mercado muy grande en el desarrollo de drivers que soportan DDE y OPC.

Algunos de los softwares más conocidos en el mercado SCADA/HMI se presentan en las siguientes secciones en el cual se indica sus prestaciones y requisitos.

Muchos SCADA/HMI están asociados con compañías que desarrollan drivers para ellos(Third Party) y que fortalecen el desempeño de sus aplicaciones.

SOFTWARES DE ADQUISICIÓN , CONTROL Y SUPERVISIÓN DE DATOS (SCADA)

SCADA viene de las siglas de "Supervisory Control And Data Adquisition", es decir: adquisición de datos y control de supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

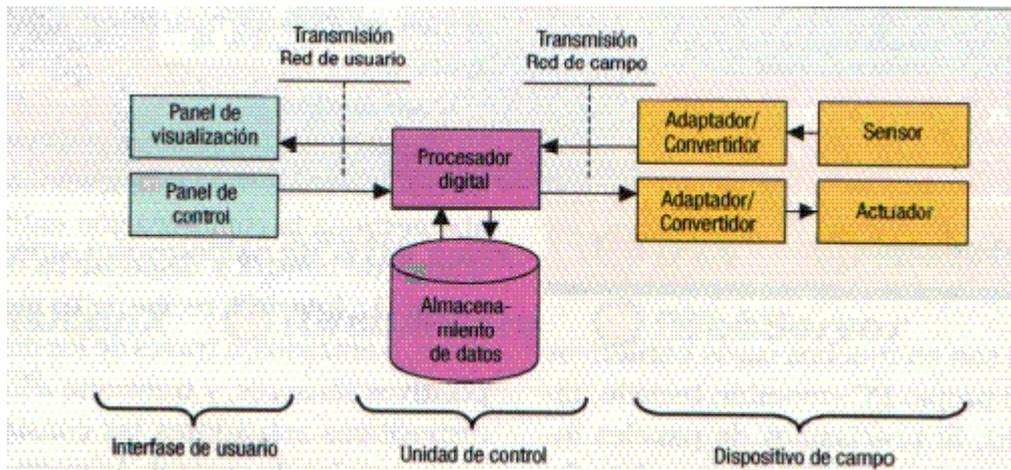


Figura 4.3 Esquema de un sistema SCADA.

En este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos. La comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Los programas necesarios, y en su caso el hardware adicional que se necesite, se denomina en general sistema SCADA.

REQUISITOS QUE DEBE DE CUMPLIR UN SCADA.

Un SCADA debe cumplir varios objetivos para que su instalación sea perfectamente aprovechada:

- 1-. Deben ser sistemas de arquitectura abierta, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.
- 2-. Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión).
- 3-. Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables con el usuario.

Módulos de un SCADA.

Los módulos o bloques software que permiten las actividades de adquisición, supervisión y control son los siguientes:

Configuración: permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.

Interfaz gráfico del operador: proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta. El proceso se representa mediante sinópticos gráficos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado en el SCADA o importados desde otra aplicación durante la configuración del paquete.

Módulo de proceso: ejecuta las acciones de mando preprogramadas a partir de los valores actuales de variables leídas.

Gestión y archivo de datos: se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

Comunicaciones: se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

Las interfases de un SCADA deben ser capaces de interactuar con el sistema de control para iniciarlo, detenerlo, cambiar valores base, set points, monitorear la disponibilidad y existencia de materia prima, la selección de las llamadas *Recetas*, que son la relación de sustancias componentes de una mezcla o compuesto, así como la secuencia de sub-procesos y los tiempos correspondientes a cada uno de ellos, y quizás la más importante, la adquisición de datos (valores de mediciones, estados de los sensores, cantidades de piezas fabricadas, material utilizado, material perdido, tiempo de paro, gráficas de control estadístico del proceso, etc) para su posterior procesamiento y obtención de elementos propios para la toma de decisiones a nivel de planta.

La información obtenida por el sistema SCADA puede ser almacenada en bases de datos local o remota y puesta a disposición del área gerencial a través de la red LAN o Intranet de la empresa o puede ser consultada a través de la Internet o bien, se pueden desarrollar aplicaciones tipo Cliente/Servidor en donde la aplicación Cliente de información corra en una

PC de un gerente o ejecutivo de la empresa que se conecta al sistema y el Servidor de Información puede ser el servidor donde se encuentra la base de datos, o el propio sistema SCADA que genera datos en tiempo real.

PRESTACIONES QUE OFRECE UN PAQUETE SCADA ACTUALMENTE.

1. Sofisticado sistema de Alarmas y Tendencias

- Capacidad de análisis de datos históricos en tiempo real.
- Generación de mensajes asociados a alarma, a través de un administrador de alarmas se pueden agregar alarmas y eventos de tal forma que le permitan al usuario ver, reconocer y responder a las aplicaciones.
- Capacidad de visualizar las alarmas de un nodo específico o de todos los nodos del sistema.
- Reconocimiento de avisos
- Registro de alarmas, detallando los momento de activación, reconocimiento, desactivación, y anulación de la misma.
- Jerarquización de alarmas a mostrar en pantalla, a través de sonidos o intensidad de colores.
- Generación y presentación de tendencias por medio de los cuales los usuarios visualizan fácilmente la información en tiempo real e históricos simultáneamente sobre cualquier gráfico.
- Interfaces con requerimientos mínimos de configuración y que permiten la presentación de la cantidad solicitada de información.
- Disponibilidad de tecnología ActiveX para trazar objetos y métodos.
- Disponibilidad en tiempo real y las tendencias históricas en la misma pantallas.

2. Capacidad de ejecutar programas de Supervisión y Control Sobre la Producción.

Además de la supervisión y control de planta el empresario necesita el registro y gestión de datos. En el caso más general, las necesidades a cubrir se formulan como:

- Conocer la situación de la planta y de la producción en tiempo real
- Generación y registro de alarmas
- Adquisición de datos para análisis históricos, control de calidad, cálculo de costos

y esto puede llegar a incluir funciones de:

Identificación de operarios

Mensajería

e incluso de:

Gestión de almacén

Gestión de mantenimiento.

También, poseen una biblioteca rica en interfaces de dispositivo externos que cubren a cientos de los dispositivos de planta más populares que están disponibles en la industria y que permite crear diversas aplicaciones que simulan adecuadamente el proceso de planta y cuyos controladores pueden actualizarse periódicamente a través de la compañía que distribuye el software SCADA.

Entonces, el atender estas necesidades ya no se cubre con la compra del software adecuado. Es preciso llevar a cabo un proyecto a nivel de empresa que incluye: análisis de situación y de necesidades, elaboración de especificaciones, configuración y adaptación del software, redefinición y adaptación de procedimientos de trabajo, y finalmente, implantación y formación. Para ello es preciso buscar un producto que soporte las necesidades y una empresa con experiencia que pueda llevar a cabo el proyecto.

En este tipo de aplicaciones, la solución incluye varias estaciones trabajando en red, y podemos encontrarnos con sistemas operativos distintos en las estaciones servidoras (NT, Unix, ...) y en las estaciones clientes (W95/98,00,XP).

3. Generación de Históricos y Registro de datos en tiempo real

Facilidad de almacenar y mover a gran velocidad un gran volumen de datos y alta velocidad de transferencia de datos.

Generación de un registro de base de datos utilizando la interfaz ODBC (como por ejemplo utiliza Microsoft SQL Server, Microsoft Acces y Oracle).

□ Integridad en los datos del registro ante una interrupción en la red. Almacenamiento de los datos en una base de respaldo hasta el restablecimiento de la red y envío de los datos al registro principal.

4. Sofisticada Capacidad de programación de datos para mejorar la producción.

Tienen que poseer un poderoso procesador matemático y lógico que facilite la depuración y compilación a altas velocidades, este es un aspecto importante y a veces poco valorado.

La manipulación de datos se orienta a la creación de:

Recetas

Edición, mantenimiento, descarga y carga de recetas (grupo de set points) para el proceso de producción. Esta utilidad permite programar un conjunto de consignas para un grupo de variables que pueden cargarse (enviar las variables de control a los diferentes dispositivos de campo que corresponda) simultáneamente.

Posibilitan el ahorro de costo, tiempo de diseño y administración de recetas por su facilidad de uso, además de tener la capacidad de abarcar múltiples dispositivos a programar en la creación de recetas y de utilizar diferentes marcas. Algunos paquetes hasta facultan la capacidad de importar y exportar recetas.

Reportes

Proporcionan además herramientas de análisis y generación de informes en tiempo real de las tareas programadas (diarios, semanales, mensuales, anuales, etc.), para que en determinadas circunstancias, o con determinada periodicidad, cada directivo disponga de información actualizada y relevante, y no una larga lista de datos que debe ser analizada pacientemente para ver si contiene información significativa.

El paquete SCADA tiene la capacidad de exportar datos en tiempo real a software terceristas para un análisis más profundo de los datos y/o la capacidad de poderse guardar en un archivo html para ser usados con una página Web.

Almacenamiento de datos

La base de datos de estos paquetes soportan en su mayoría cualquier base de datos de ODBC tal como SQL Server, Microsoft Acces y Oracle, en donde la interfaz puede comunicarse

simultáneamente con múltiples bases de datos y su acceso bidireccional en tiempo real a la base de datos este disponible con la habilitación de cualquier aplicación externa XML. Además, la configuración de acciones de mantenimiento del registro de base de datos se programa para que ocurra automáticamente de forma periódica o basado en el tamaño de la base de datos.

5. Creación de Nuevas, flexibles y potentes aplicaciones para monitorear y controlar

Poseen la facultad de implementar funciones de control (o controladores), como la función PID, o cualquier otra. Normalmente, cuando se trata de variables con una dinámica rápida, el control se realiza mediante autómatas (PLC) o dispositivos específicos de control distribuido (DCS), pero cuando la dinámica lo permite, estas funciones de control pueden ser efectuadas directamente por el propio servidor de supervisión y control.

Para estos casos, algunos fabricantes disponen de módulos específicos con una librería disponible de funciones de control (Proveen de gran cantidad de funciones preconfiguradas que permiten lograr la funcionalidad exacta en una aplicación). Disponer de una buena librería y de utilidades que permitan una fácil edición de los objetos que contiene es una característica importante para los departamentos de desarrollo que deben realizar este tipo de tareas.

También disponen de utilidades para que el usuario pueda programar la función de control que estima oportuna (diseño de Tareas personalizadas), normalmente utilizando lenguajes de programación propietarios (específicos del propio fabricante de la aplicación SCADA) o a través de herramientas de integración que permite el uso del lenguaje C/C++ o Visual Basic para su diseño.

6. Arquitectura del Software

Al plantear un sistema de supervisión y control, así como de explotación y análisis de los datos recogidos, es importante establecer cuales son las diferentes estaciones de trabajo que deben constituir el sistema, y cual es la operativa a realizar en cada una de ellas. En la

actualidad los proveedores disponen de diferentes tipos de módulos, o de aplicaciones, que responden a las diferentes estructuras que puedan establecerse.

La base de una aplicación SCADA es el servidor de adquisición y control. Se trata del módulo que implementa las funciones de control, gestiona las comunicaciones con los dispositivos conectados al bus de campo, presenta los datos en pantalla y recoge las órdenes del operador, y almacena la información para su análisis posterior. Varios fabricantes permiten realizar dicha función mediante dos estaciones en paralelo, con un sistema activo de backup automático (Redundancia). Cuando el servidor de control queda fuera de servicio, la segunda estación de backup toma el control de la situación, de forma automática y transparente, convirtiéndose en el nuevo servidor de control y partiendo del mismo estado en que se encontraba la estación servidora averiada.

Para abaratar la solución, algunos fabricantes ofrecen módulos de visualización exclusivamente. Se trata de software para estaciones de trabajo que trabajan contra la base de datos alimentada por el servidor de supervisión y control. Estas estaciones están descargadas de cualquier función de comunicación directa con los dispositivos de campo.

Cuando estamos hablando de sistemas de información de empresa, los datos recogidos por el servidor de control deben estar a disposición de diferentes responsables para realizar tareas de análisis y toma de decisiones. Para evitar que las funciones de servidor de datos perjudiquen a las de servidor de control, cuando ello se requiere, se puede disponer de estaciones específicas para realizar este tipo de función, con ello se consigue una mayor velocidad de trabajo y una mayor seguridad y fiabilidad en el manejo de la información.

Toda esta operativa de trabajo queda resuelta en las soluciones con una verdadera arquitectura Cliente/Servidor. Unos módulos actúan como Clientes que solicitan servicios a un Servidor, y este proporciona los servicios que se le han pedido a sus distintos Clientes. Este tipo de operativa puede funcionar dentro de una única máquina, pero su eficacia se muestra principalmente en los sistemas distribuidos, donde los Clientes y Servidores están ubicados en máquinas distintas, y ello permite dimensionar cada una de las máquinas de acuerdo con la tarea especializada que se le ha asignado dentro del conjunto.

Una característica importante de la arquitectura del sistema se refiere a la distribución de datos cuando se trata de sistemas con varias estaciones de trabajo. En estos casos es importante que el sistema garantice la coherencia y homogeneidad de la base de datos, siendo una buena táctica evitar duplicidades de los datos: así, si se modifica un dato, automáticamente se

modificará en todas las estaciones que lo están visualizando y se garantiza la coherencia del sistema.

Es necesario considerar que posean un sistema abierto (integración del sistema informático de planta con el global de la empresa, aceptando la concepción más amplia de empresa, con ubicación multicentro), estas tecnologías aseguran la mayor *interoperabilidad entre aplicaciones*, los menores costos de *integración del sistema* (la estandarización de las comunicaciones con los dispositivos de campo) y *la adopción del entorno de comunicaciones Internet* (reducción considerable en los costos de adiestramiento que hoy en día se pueden hacer con el uso de esta herramienta). Lo que se observa es que en todas ellas están influenciadas por la posición de liderazgo que ostenta Microsoft.

La intercomunicabilidad entre aplicaciones se basa en el aprovechamiento de los estándares de comunicación establecidos por Microsoft: ODBC, DDE, COM, OLE, y ActiveX, entre otros.

La estandarización de las comunicaciones se basa en la repentina irrupción de la interfase de comunicaciones OLE for Proces Control, OPC. Esta interfase posibilita que un único driver, correspondiente a un determinado bus de campo y desarrollada según dicho estándar, pueda utilizarse con cualquier paquete SCADA que lo soporte.

Cada día se lucha por que el driver de comunicaciones con un bus de campo se maneje, por parte del usuario, como se manejan actualmente los drivers de impresora en el entorno Windows, cada impresora dispone de un único driver independiente de la aplicación, y en cualquier aplicación que desarrollemos en dicho entorno nos es indiferente cual será la impresora a utilizar, basta con que la aplicación disponga de las utilidades genéricas de impresión bajo Windows. Actualmente, los softwares que se mostrarán a continuación, soportan el estándar OPC.

En los próximos años, el soporte de OPC y la disponibilidad de drivers OPC para un bus determinado, pueden ser criterios importantes a tener en cuenta en el momento de elegir la mejor solución para un proyecto dado.

El uso de buses abiertos ha llevado a disponer de aplicaciones SCADA y dispositivos de campo comunicándose mediante buses que están equipados con interface 10Base-T Ethernet, y disponen de protocolo TCP/IP, con direccionamiento IP.

Hoy en día los fabricantes proporcionan aplicaciones adicionales con funcionalidades de Internet a sus paquetes SCADA. Ello permite realizar desde estaciones remotas operaciones de gestión de ficheros de históricos, reconocimiento de alarmas, y modificación de consignas, entre otras.

Entre las novedades que ofrecen los paquetes del mercado, cabe destacar la utilización de Visual Basic for Applications, ó Visual Basic 97, para la programación de scripts o para el desarrollo de controladores ActiveX.

No debe de perderse de vista que son necesarios escoger softwares con arquitectura flexible que le permite actualizarse con los avances tecnológicos de la industria.

7. La facilidad de Uso para los Nuevos y Experimentados Usuarios

En este aspecto es necesario que en el momento del desarrollo de la aplicaciones se puedan diseñar de forma rápida y fácil, para ello es necesario contar con las características de visualización apropiada del flujo de control del proyectos, como puede ser el uso de diagramas de flujo y de iconos representativos que indiquen de manera intuitiva su función, también es importante para la comodidad del diseñador que posean la configuración "Drag and Drop" y sin olvidar un comprensible e inteligente Panel de configuración.

Algunos paquetes como el Cimplicity de Ge- Fanc posee un punto de Configuración Básico /Avanzado que permite la configuración según el nivel del usuario.

Algo por lo que no se puede pasar por alto es el soporte al usuario, en general podemos hablar de dos tipos de usuarios: los ingenieros de desarrollo, y los usuarios de las aplicaciones desarrolladas. En este punto nos referimos al soporte requerido por los primeros.

Este soporte tiene diferentes facetas y puede proporcionarse de varias maneras.

Formación: a programadores mediante cursos donde asisten programadores de diferentes empresas. A veces se plantea la formación directa a una empresa única. En este caso es preciso asegurarse que se va a recibir la formación prevista con rigor y profesionalidad

Hot-Line: conviene conocer el horario, rigor, y competencia del personal dedicado a dicha tarea. En algunos casos, el personal de soporte hot-line también realiza soporte in-situ, y no siempre está en condiciones de atender la hot-line. A veces, la hot-line está centralizada en la casa fabricante y el suministrador de la zona geográfica que le corresponde sólo realiza un soporte complementario.

Internet: algunos proveedores disponen de este tipo de servicio que permite realizar consultas por e-mail, o sistema equivalente, y acceder a una base de consultas/respuestas previas.

Asesoría de Proyecto: este tipo de soporte supone que el suministrador realiza algunas funciones de ingeniería y, como mínimo, ayuda a su cliente en el planteamiento del proyecto. Un caso extremo es cuando el proveedor proporciona directamente la aplicación totalmente desarrollada.

Normalmente las empresas multinacionales suministran generadores de aplicaciones para ingenierías y departamentos de desarrollo. Aunque en todos los casos hay excepciones.

8. Robustez del software por medio de la conexión con otras aplicaciones.

En este ítem se consideran todas aquellas aplicaciones que se pueden adquirir adicionalmente al paquete del software SCADA para aumentar su robustez o todas aquellas aplicaciones personalizadas que el usuario puede construir para una situación de proceso especial.

Todos los software SCADA son programas que por un lado son generadores de aplicaciones de supervisión y control, y son utilizados por ingenierías y departamentos de desarrollo para diseñar y generar la aplicación SCADA concreta a cada proceso al que se aplique. Por el otro, son aplicaciones que trabajan sobre el campo para realizar las funciones de supervisión y control de proceso. En este segundo caso los usuarios son los operadores y supervisores.

Tanto para las ingenierías, como para los departamentos de desarrollo, o de mantenimiento de aplicaciones, que deben editar las aplicaciones de supervisión y control, es importante analizar las utilidades que ofrecen los entornos de desarrollo de cada software SCADA.

Hoy en día la tendencia que llevan estos paquetes van a la siguiente dirección, por mencionar algunos ejemplos:

Funciones de servidor de web. La mayoría de los fabricantes ofrecen la posibilidad de acceder al sistema SCADA a través de Internet, y para muchos usuarios es una prestación de gran interés que es especialmente útil en situaciones especiales, en las que se puede requerir la atención de un técnico que no se encuentra en la planta en este momento, pero que fácilmente puede conectarse a Internet y resolver una situación.

Posibilidad de anuncio de alarmas a través de Fax, teléfonos móviles y e-mails.

Posibilidad de emulación de PLC's en la PC para reducir interfaces de comunicación entre el SCADA y los dispositivos interrogado.

9. Aumento de Prestaciones

Otro de los aspectos importantes, y a veces poco valorado, es el disponer de utilidades de simulación (permitiendo así verificar en el panel de diseño la aplicación a implementar), de manera cómoda, potente, y eficaz, que permitan desarrollar y hacer la puesta a punto de una aplicación en poco tiempo y con seguridad.

Una característica de interés para el mantenimiento de aplicaciones es lo que se conoce como la capacidad de configuración en línea, en donde las aplicaciones pueden ser modificadas sin necesidad de parar y reiniciar el sistema .

Algunos fabricantes ofrecen módulos complementarios específicos. En este sentido cabe citar como ejemplo un sistema experto: módulo que utiliza técnicas de inteligencia artificial para analizar los históricos de la base de datos y obtener conclusiones (Este tipo de sistema experto es aplicable a la determinación de anomalías, mantenimiento preventivo, optimización de recursos en planta, ...).

Cabe citar que algunos softwares están pensados para que se trabaje simultáneamente en un único proyecto, y presentan dificultades cuando varias personas comparten una misma

estación de desarrollo para trabajar en distintos proyectos, con distintas variables, distintos grupos de usuarios, etc. Por lo tanto también se convierte en otro aspecto a considerar para el momento de seleccionar el SCADA que mejor se adecue a las necesidades de la empresa en el cual se desea implementar un sistema de gestión y supervisión.

10. Interfaz amigable al operador.

Presentan la posibilidad de asignar funcionalidades de animación de imágenes a objetos, para añadir animación simplemente se asocia el símbolo básico con una variable de tiempo real y se selecciona cual tipo de animación se desea activar. Los parámetros color, texto, posición, escala o ángulo de rotación variarán entonces según el valor de la variable asociada. Poseen la disposición de gráficos intuitivos orientados a objetos a través de Microsoft VBA (Visual Basic for Application), capacidad de presentación de diagramas temporales o entre variables y además permiten el desarrollo e implementación de aplicaciones de forma fácil y rápida con herramientas poderosas.

Utiliza ActiveX para el diseño de gráficos y acceso a base de datos, esto da acceso a una increíblemente grande cantidad de bloques funcionales prefabricados disponibles en el mercado

También, facultan la creación de propios objetos de aplicaciones sin necesidad de programación. Cualquier parte repetitiva de una aplicación puede ser agrupada en un objeto reutilizable, lo cual redundará en una reducción significativa del esfuerzo de configuración.

11. Seguridad en la aplicaciones

Este tipo de funcionalidades, normalmente permite establecer diferentes usuarios o grupos de usuarios, con diferentes derechos de accesibilidad y visión cada uno de ellos de cada pantalla del proyecto. Así se garantiza que cada usuario, previamente identificado, puede acceder a la información y funciones (se aplica al acceso de edición de comandos, alarmas, pantallas e históricos) que se ha establecido previamente, y solo a ellas.

Existen softwares SCADA que crean un archivo cronológico de seguridad que registra las acciones realizadas por el operador (inicio o fin de un proceso, silenciar o ignorar una alarma,

etc) y guardan el mismo formato que los históricos, de tal forma que se garantiza el control riguroso de las modificaciones hechas al proyecto.

Actualmente, a través de Internet también se pueden realizar operaciones de monitoreo, pero no todos los productos que ofrecen acceso a través de esta herramienta permiten enviar señales de mando por el "ciberespacio" que actúen sobre el proceso, las medidas de seguridad deben ser mucho mayores, ó ello supone riesgos importantes para la seguridad de funcionamiento de la fabrica.

Evaluación de costos de los paquetes SCADA según sus características.

En este aspecto existen unas características comunes a la mayoría de paquetes. Normalmente para el programa base, existe una gama de precios en función de la complejidad del proyecto. Y también existe, en cada caso, un precio de desarrollo y un precio de ejecución (run-time). El run-time es la licencia para la ejecución de la aplicación desarrollada en casa del cliente final. Las estrategias de los diferentes suministradores es muy diversa. Normalmente el run-time es más económico que la versión de desarrollo, pero en algún caso es a la inversa. Algunos suministradores ofrecen una única versión de desarrollo con todos los módulos y opciones incluidos, otros mantienen un escalado de funcionalidades según el precio. Otros ofrecen "alquileres" para las versiones de desarrollo. Todos estos aspectos deben tratarse directamente con cada proveedor.

Una consideración que cabe realizar para efectuar una comparación de precios entre diferentes proveedores es que, además de las condiciones, deben de tenerse en cuenta todos los costos:

El costo de compra: el valor de adquisición,

- *El costo de desarrollo:* tiempo de desarrollo y repercusión de la formación correspondiente

- *El costo del run-time,*

El costo de instalación y puesta a punto en planta

El costo de operación y mantenimiento de la aplicación (normalmente este costo corre a cargo del cliente final, pero siempre es conveniente tenerlo en cuenta)

La obsolescencia y continuidad, tanto del programa como del suministrador

Por otra parte, el usuario industrial no solo es muy sensible a la compatibilidad de sistemas,

sino también a su estabilidad y fiabilidad, dado que las instalaciones donde aplica la informática de supervisión y control tienen un periodo de obsolescencia muy superior al de las propias soluciones informáticas. En realidad el software es una parte pequeña de la inversión si comparamos su costo con el del sistema completo objeto de supervisión y control: una planta de producción, o un proceso industrial. Pero un fallo en el software o en el hardware que lo soporta puede acarrear una pérdida de miles de dólares en tiempo y en materiales.

4.2 LISTA DE OPCIONES DE SOFTWARE SCADA CON SU ESTRUCTURA DE COMUNICACIÓN.

Nombre del software: CIMPLICITY

Fabricante: GE-FANUC

Generalidades:

HMI/SCADA - CIMPLICITY es un poderoso HMI/SCADA basado en la comunicación Cliente/Servidor. Es la aplicación ideal para ambientes industriales discretos y ofrece un especial ajuste de funcionalidad a las industrias: automotriz, aeroespacial, semiconductor, control de movimiento y Empacado. HMI/SCADA - CIMPLICITY dan el poder y la seguridad a Operadores y a Ingenieros para precisamente supervisar y controlar cada aspecto de su ambiente industrial, equipo y recursos. El resultado es una respuesta más rápida al funcionamiento del equipo, permite la reducción de costos, mejora la calidad y una rentabilidad mayor.

Protocolos de comunicación:

Dispositivo:

Fabricante

AS-i

Seriplex

Protocolo

Serial

Seriplex Plus

Bus de campo:

Fabricante	Protocolo
CANOpen	CANOpen
DeviceNet	DeviceNet
FieldBus Foundation	FieldBus Foundation
Interbus	Interbus
Modicon	Modbus RTU/ASCII/Plus
Siemens	Profibus DP/FMA

Bus de datos: Ethernet

Presenta la opción de comunicarse con el SCADA de OPTO22 llamado Factory Floor

Requisitos del sistema

Hardware Mínimo:

Pentium III PC, 800 MHz,

Recomendado: Pentium 4-PC, 1 GHz o más alto

256 MB RAM de Memoria o más

1 disco duro de 1GB o más

CD-ROM

SVGA o el controlador de color más alto con 24-bit

tarjeta de gráficos, 16 MB RAM o más,

ninguna área de memoria compartida

Teclado, Mouse, Puerto Paralelo o puerto USB

Adaptadores de interface de red TCP/IP compatible. Nota: Ningún adaptador de interface de red se requiere para las aplicaciones autosuficientes

Software

Sistema operativo:

Windows 2000 Profesional SP2

Windows NT, SP6a

Windows XP Profesional

Nombre del software: **FactoryLink**

Fabricante: **USG**

Generalidades:

Esta solución SCADA para recolectar información crítica de los procesos de la planta fue diseñada específicamente para MS Windows 2000 bajo la plataforma multicapa de DNA. Utiliza la tecnología estándar de objetos para la importación de datos externos, con lo que se reduce el costo de propiedad de los sistemas.

Muchas de las funcionalidades típicas en un ambiente de manufactura ya se encuentran preconstruidas y almacenadas en una biblioteca para que el usuario desarrolle aplicaciones en tiempo récord. La recolección y distribución de datos se realiza mediante la tecnología OPC de cliente y servidor, por lo que se le caracteriza como uno de los sistemas de automatización en tiempo real con mayor apertura (sistemas abiertos). Es el sistema que distribuye la firma Schneider como producto para sus autómatas

Protocolos de comunicación:

Dispositivo:

Fabricante

AS-i

Seriplex

Protocolo

Serial

Seriplex Plus

Bus de campo:

Fabricante	Protocolo
CANBus	CANOpen
Interbus	Interbus-S
Fundación de comunicación HART	HART
Modicon	Modbus RTU/ASCII/Plus y TCP
Siemens	Profibus DP/FMA

Red de datos: Ethernet

Requisitos del sistema

Requisitos mínimo de Hardware.

- Pentium III 500 MHz CPU o equivalente (mínimo)
- CD-ROM drive (para instalación)
- 256 MB RAM (mínimo)
- Disco Duro de 1 GB o mayor para el cliente de FactoryLink.
- Disco Duro de 2 GB o mayor para el servidor FactoryLink (si se está usando SQL Server y guardando grandes cantidades de datos en los históricos se recomienda un disco duro de mayor capacidad)
- Monitor (1024 X 768 con al menos 65 K colors)
- Teclado y mouse compatible con Windows.

Requisitos Mínimos de Software.

- Protocolo de red TCP/IP.
- Microsoft Windows 2000 y plataforma XP
- Windows 2000 Profesional o XP Profesional (soporta hasta 5 clientes)
 - Windows 2000 Server, Advanced Server, Datacenter Server, or Server 2003 (para más de 5 clientes)
 - Windows 2000 Service Pack 3 o mayor (sólo para Windows 2000)
- Internet Explorer 6.0
- Adobe® Reader® 5.0 o mayor (para ver la documentación)

El costo de cursos libres que consisten en la formación para el aprendizaje de diseño de proyectos, configuración, ejecución de aplicaciones y corrección de errores es de **\$1500**

Nombre del software: Virgo 2000
Fabricante: AlterSys. Inc

Generalidades:

Software de control modular, robusto y flexible que se puede ejecutar en una PC para generar un PLC virtual. Permite la implementación de sistemas de control, independientemente de que la necesidad sea IHM, SCADA, sistemas de control avanzado o el reemplazo de un PLC. Además es capaz de correr en una gran variedad de sistemas operativos tales como Windows NT/2000/XP, Solaris y Linux.

Protocolos de comunicación:

Dispositivo:

Fabricante	Protocolo
AS-i	Serial
Seriplex	Seriplex Plus

Bus de campo

Fabricante	Protocolo
CANOpen	CANOpen
DeviceNet	DeviceNet
FieldBus Foundation	FieldBus Foundation
Interbus	Interbus
Modicon	Modbus RTU/ASCII/Plus
Siemens	Profibus DP/FMA

Bus de datos: Ethernet

Requisitos del sistema

Requisitos Mínimos de hardware

- PC 386 o 486 300 MHz CPU o equivalente (mínimo)
- CD-ROM drive (para instalación)
- 256 MB RAM (mínimo)
- Disco Duro de 1 GB
- Monitor (1024 X 768 con al menos 65 K colors)
- Teclado y mouse compatible con Windows.
- Adaptador de interfaz de red TCP/IP

Requisitos de software

Sistema operativo Windows NT, Windows 95 y 98

Nombre del software: WizFactory

Fabricante: eMation

Generalidades:

Es el primer software que combina los procesos de control discreto con el SCADA e Internet. WizFactory incluye el software de control WizPLC para funciones discretas con PLC y WizDCS para el control de procesos continuos. Wizcon proporciona las características de HMI y SCADA, y la distribución mundial de información está disponible a través de Internet. Además posee potentes herramientas que pueden desplegarse para una ancha variedad de aplicaciones.

Protocolos de comunicación:

Dispositivo:

Fabricante

AS-i

Seriplex

Protocolo

Serial

Seriplex Plus

Bus de campo

Fabricante	Protocolo
CANOpen	CANOpen
DeviceNet	DeviceNet
ControlNet	ControlNet
Interbus	Interbus-s
Modicon	Modbus RTU/ASCII/Plus y TCP
Siemens	Profibus DP

Bus de datos: Ethernet

Requisitos del sistema

Requisitos Mínicos de software

Recomendado: Pentium 4-PC, 1 GHz o más alto

256 MB RAM de Memoria o más

1 disco duro de 1GB o más

CD-ROM

SVGA o el controlador de color más alto con 24-bit

tarjeta de gráficos, 16 MB RAM o más,

ninguna área de memoria compartida

Teclado, mouse

Puerto Paralelo o puerto USB

Adaptadores de interface de red TCP/IP compatible.

Requisitos de software

Sistema operativo: Ofrece la selección de la plataforma a utilizar entre: Windows NT, Windows 95, Network Computer, TV set-up boxes, macinstoch y Unix.

Nombre del software: RSVIEW32

Fabricante: Iconics

Generalidades:

Este software sirve para monitorear y controlar máquinas automatizadas y procesos que están diseñado para operar en el ambiente de MS Windows 2000 con soporte para idioma español. Es completamente compatible con contenedores OLE para ActiveX, lo que facilita la inclusión de controles de este tipo suministrados por terceros. Incluye VBA, Visual Basic para aplicaciones como parte integrante de sus funciones, de modo que posibilita maneras ilimitadas de personalizar los proyectos.

Su compatibilidad con la tecnología cliente/servidor OPC le permite comunicarse con una amplia variedad de dispositivos de hardware. El producto se complementa con RSVIEW32 Active Display System y RSVIEW32 WebServer (el primero para ver y controlar los proyectos RSVIEW32 desde localidades remotas y el segundo para que cualquier usuario autorizado pueda acceder a gráficas, etiquetas y alarmas mediante el uso de un navegador de Internet convencional).

Protocolos de comunicación:

Dispositivo:

Fabricante

AS-i

Protocolo

Serial

Bus de campo:

Fabricante

Fundación de comunicación HART

Modicon

Siemens

Protocolo

HART

Modbus RTU/ASCII/Plus y TCP

Profibus DP/FMA

Red de datos: Ethernet

Requisitos de Hardware y Software

Recomendado: Pentium II,

- Procesador de 300 MHz o más.
- 128 MB RAM o mayor si se esta ejecutando con OPC Server.
- Al menos 600 MB de disponibilidad en el disco duro.
- CD ROM Drive
- Monitor SVGA (256 colors) o mejor.
- Teclado
- Mouse.

Requisitos de software

- Windows XP Professional SP1
- Windows 2000 Professional SP3
- Windows Server 2003 SP1

Nombre del software: Génesis 32

Fabricante: Iconics

Generalidades:

Desde un inicio se diseñó para beneficiarse de las nuevas tecnologías orientadas a objetos, tales como la arquitectura DNA de Microsoft 95/98/2000, que incluye VBA, COM, DCOM, ActiveX, etcétera. Al mismo tiempo, en el corazón del producto se encuentra ubicada la tecnología moderna de OPC. Es un producto de rendimiento óptimo cuando se utiliza para construir aplicaciones de control y automatización que requieran visualización, control supervisorio, adquisición de datos, sistemas avanzados de alarmas, SPC/SQC (control estadístico de procesos y calidad), sistemas de reportes y administración de recetas en procesos de bache.

Las aplicaciones desarrolladas con este producto se integran fácilmente con otros sistemas de nivel superior, tales como MES (sistemas de ejecución para manufactura) y MRP (planeación de materiales). Asimismo, gracias a OPC, es muy sencillo establecer interfases con aplicaciones de escritorio y de bases de datos, como MS Office, MS SQL, Oracle, MS Access, MS Excel e Internet.

Protocolos de comunicación:

Dispositivo:

Fabricante	Protocolo
AS-i	Serial

Bus de campo

Fabricante	Protocolo
Fundación de comunicación HART	HART
Modicon	Modbus RTU/ASCII/Plus y TCP
Siemens	Profibus DP/FMA

Red de datos: Ethernet

REQUISITOS DE SOFTWARE Y HARDWARE

Requisitos mínimos de hardware:

Pentium III PC,

Recomendado: Pentium 4-PC,

- Procesador de 600 MHz o más.
- 256 MB RAM o mayor si se esta ejecutando con OPC Server.
- Al menos 600 MB de disponibilidad en el disco duro.
- CD ROM Drive
- Monitor SVGA (256 colors) o mejor.
- Teclado
- Mouse.

Requisitos de software

- Windows NT 4.0
- Windows XP Professional
- Windows XP SP2
- Windows 2000 Server
- Windows 2000 Workstation
- Windows Server 2003

Nombre del software: FactoryFloor

Fabricante: Opto22

Generalidades:

Es un paquete integrado de productos de software para control industrial que resuelve la mayoría de las necesidades de automatización de la planta. OptoControl es un ambiente de desarrollo gráfico basado en diagramas de flujo que combina control analógico, control digital, comunicaciones seriales y de red. OptoDisplay provee funciones completas para HMI (alarmas, tendencias, sistemas de seguridad, librería, etc.), con capacidad multimedia. OptoServer es el servidor de datos para clientes OPC 1.0 y DDE en ambiente Microsoft Windows. OptoConnect proporciona una interfase bidireccional entre los sistemas de datos y los sistemas de control, con extensión hacia Microsoft SQL Server y bases de datos de Microsoft Access.

Protocolos de comunicación:

Dispositivo:

Fabricante

AS-i

Protocolo

Serial

Bus de campo:

Fabricante	Protocolo
Fundación de comunicación HART	HART
Modicon	Modbus RTU/ASCII/Plus y TCP
ARCNET	ARCNET
Siemens	Profibus DP/FMA

Red de datos: Ethernet

REQUISITOS DE SOFTWARE Y HARDWARE

Requisitos mínimos de hardware:

Recomendado: Pentium 4-PC,

- Procesador de 1 GHz o más.
- 256 MB RAM (128 MB como requerimiento mínimo)
- Al menos 180 MB de disponibilidad en el disco duro.
- Un puerto RS232 y cable serial para descargar las actualizaciones de los controladores
- CD ROM Drive
- Monitor SVGA (256 colors) o mejor.
- Teclado
- Mouse.

Requisitos de software

- Windows XP Professional
- Windows 2000 Workstation

- Linux
- Solaris

Nombre del software: LookOut
Fabricante: National Instrument

Generalidades:

Proporciona Control ActiveX para aplicaciones industriales, y los usuarios pueden aprovechar cualquier producto con control ActiveX disponible –ya sea de NI o de terceros– para construir dichas aplicaciones.

La más reciente versión del software HMI/SCADA orientado a objetos y de fácil uso es un contenedor ActiveX para integrar y controlar objetos, y desarrollar las aplicaciones de manera sencilla y rápida. Otra muy importante característica es su integración plena con las funciones de Internet, como es la creación de reportes HTML, envío de correos electrónicos y exportar algunos procesos a través de la web para no solamente monitorear, sino controlar algunos procesos en forma remota

Protocolos de comunicación:

Bus de campo

Fabricante	Protocolo
ARCNET	ARCNET

Red de datos: Ethernet

REQUISITOS DE SOFTWARE Y HARDWARE

Requisitos mínimos de hardware:

Pentium III PC, 800 MHz,

Recomendado: Pentium 4-PC, 1 GHz o más alto

256 MB RAM de Memoria o más

1 disco duro de 1GB o más

CD-ROM

SVGA o el controlador de color más alto con 24-bit

tarjeta de gráficos, 16 MB RAM o más,
Teclado, Mouse, Puerto Paralelo o puerto USB
Adaptadores de interface de red TCP/IP compatible.

Software

Sistema operativo:

Windows 2000 Profesional, Servidor o el Servidor Avanzado, SP2 o Windows NT, SP6a
Windows XP Profesional

Nombre del software: VSystem

Fabricante: Vista Control.

Generalidades:

Posee una interfaz de usuario llena de muchas características gráficas con conexión automática a la base de datos del sistema y una herramienta de alarma configurable que además de alertar visiblemente también lo hace audiblemente y una que permite visualizar automáticamente de forma gráfica la base de datos de históricos y tendencias.

Es capaz de monitorear y almacenar datos a una tasa de hasta 2,000,000 valores por segundo. Cuenta además con las características de proporcionar estabilidad en una gran variedad de procesos de control, corre en una gran variedad de sistemas operativos tales como Windows NT/2000/XP, Solaris, Linux y PowerMax OS, de enlazar los variados niveles de sistemas de información de una empresa y posee la más alta relación Costo-Beneficio del mercado.

Protocolos de comunicación:

Dispositivo:

Fabricante

Protocolo

AS-i

Serial

Seriplex

Seriplex Plus

Bus de campo:

Fabricante	Protocolo
Modicon	Modbus RTU/ASCII/Plus y TCP
Siemens	Profibus DP

Bus de datos: Ethernet

REQUISITOS DE SOFTWARE Y HARDWARE

Requisitos mínimos de hardware:

- Pentium II con 2.4 GHz
- 64-channel, 12-bit AD PCI I/O board
- Disco Duro de 2 x 250 gigabyte data disks
- PCI Board de 8 canales para el caso de tener más de 1 millón de muestras por segundo
- 98% de CPU disponible

Software

Sistema operativo:

- Windows 2000 Profesional,
- Windows NT
- Windows XP Profesional
- Linux
- Solaris
- PowerMax OS

Nombre del software: LabView
Fabricante: National Instruments

Generalidades:

Ofrece un ambiente de desarrollo gráfico con una metodología muy fácil de dominar por ingenieros y científicos. Con esta herramienta se pueden crear fácilmente interfases de usuario para la instrumentación virtual sin necesidad de elaborar código de programación. Para especificar las funciones sólo se requiere construir diagramas de bloque. Se tiene acceso a una paleta de controles de la cual se pueden escoger desplegados numéricos, medidores, termómetros, tanques, gráficas, etcétera, e incluirlas en cualquiera de los proyectos de control que se estén diseñando.

Se basa en un modelo de programación de flujo de datos denominado G, que libera a los programadores de la rigidez de las arquitecturas basadas en texto. Es también, a decir de NI, el único sistema de programación gráfica que tiene un compilador que genera código optimizado, cuya velocidad de ejecución es comparable al lenguaje C. Los desarrollos construidos son plenamente compatibles con las normas VISA, GPIB, VXI y la alianza de sistemas VXI Plug & Play. Para facilitar aún más la operación de este producto se cuenta con la inclusión de una herramienta asistente capaz de detectar automáticamente cualquier instrumento conectado a la computadora, instalando los drivers apropiados y facilitando la comunicación con el instrumento al instante.

Aunque en un principio fue creado para construir instrumentación virtual –osciloscopios, generadores de función, voltímetros, etcéteras, gracias a la amplia disponibilidad de tarjetas de adquisición de datos y a la facilidad de construir aplicaciones en un ambiente gráfico, las últimas versiones se han utilizado ampliamente para desarrollar aplicaciones en el control de procesos.

Protocolos de comunicación:

Bus de campo:

Fabricante

Modicon

Protocolo

Modbus RTU/ASCII/Plus y TCP⁹

También facilita su comunicación con puertos serial

Red de datos: Modbus TCP

REQUISITOS DE SOFTWARE Y HARDWARE

Recomendado: Pentium 4-PC, 1 GHz o más alto

256 MB RAM de Memoria o más

1 disco duro de 1GB o más

CD-ROM

SVGA o el controlador de color más alto con 24-bit

tarjeta de gráficos, 16 MB RAM o más,

Teclado, Mouse, Puerto Paralelo o puerto USB

Disponibilidad de espacio para adicionar tarjetas.

Software

Sistema operativo:

Windows 2000 Profesional

Windows NT

Windows XP Profesional

Nombre del software: SATURN

Fabricante: Hexatec

Generalidades:

Este potente, versátil y flexible software posee una herramienta para diseñar HMI con la cual es fácil crear interfases visuales altamente profesionales y poderosas sin necesidad de poseer

⁹ Es capaz de comunicarse con los buses: AS-i, ControlNet, Foundation Fieldbus, DeviceNet, Interbus, Profibus DP y Ethernet IP a través de Gateways

conocimientos de programación o diseño gráfico. Las pantallas son realizadas por medio de objetos, los cuales van desde simples rectángulos y polígonos hasta objetos complejos tales como switches y fotografías. La mayoría de los objetos disponibles en esta herramienta permite la animación que hace que un objeto se despliegue variando de acuerdo a la condición de ciertas banderas de estado proveyendo una rápida respuesta para un control avanzado.

También es capaz de soportar un amplio rango de bases de datos incluyendo Microsoft SQL Server, Acces, etc. Una versión autónoma de Microsoft Data Engine es suministrado por lo que Saturn puede crear directamente Bases de datos de Microsoft Acces.

Además posee un completo control al alcance de un botón por medio de su avanzada Interfaz Hombre Máquina (HMI), fácil acceso a datos tanto análogos como digitales, comunicación con un amplio rango de hardware y software de planta utilizando Modbus, DDE y servidor-cliente OPC, lenguaje de programación basado en estándares industriales para obtener una configuración avanzada del sistema y su puesta en marcha en el menor tiempo posible.

SATURN ha sido diseñado para trabajar bajo ambiente Windows.

Este software puede ser configurado a su vez como un servidor OPC, estos servidores y clientes OPC pueden trabajar en múltiples combinaciones, un cliente puede acceder a múltiples servidores y un servidor puede suministrar a múltiples clientes.

Otro método de comunicación adoptado por este SCADA es el DDE el cual es un estándar abierto cuyo objetivo es el intercambio de datos entre aplicaciones de windows.

Además SATURN permite desarrollar protocolos de comunicación propios utilizando Basic.

Protocolos de comunicación:

Bus de campo

Fabricante

Modicon

Protocolo

Modbus RTU/ASCII/Plus y TCP¹⁰

También facilita su comunicación con puertos serial

¹⁰ Es capaz de comunicarse con los buses: AS-i, ControlNet, Foundation Fieldbus, DeviceNet, Interbus, Profibus DP y Ethernet IP a través de Gateways

REQUISITOS DE SOFTWARE Y HARDWARE

Requisitos mínimos de hardware:

- Pentium II con 1 GHz
- Disco Duro de 256 gigabyte
- CD-ROM
- SVGA o el controlador de color más alto con 24-bit
- tarjeta de gráficos, 16 MB RAM o más,
- Teclado, Mouse, Puerto Paralelo o puerto USB

Sistema operativo:

- Windows 2000 Profesional,
- Windows 2003
- Windows XP Profesional

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	Cimplilcity V6.1	Factory Link V7	Virgo 2000	WizFactory
1. Sofisticado sistema de Alarmas y Tendencias				
Capacidad de análisis de datos históricos en tiempo real.	X	X	X	X
Generación y presentación de tendencias	X	X	X	X
Disponibilidad de tecnología ActiveX	X	X	X	
Jerarquización de alarmas a mostrar en pantalla	X	X	X	X
Generación de mensajes asociados a alarma	X	X	X	
Visualización de las alarmas de un nodo específico o de todos los nodos del sistema	X		X	
Aviso de alarmas sonoras y/o visuales a usuarios locales y remotos	X	X	X	
Aviso preventivo ante posible anuncio de alarma			X	
Reconocimiento automático de cese de condición que generó alarma				
2. Ejecución de programas de Supervisión y Control Sobre la Producción.				
Supervisión y control de proceso, equipo y recursos de la planta	X	X	X	X
Amplia Librería con la colección de datos de la mayoría de los sensores y dispositivos de la industria	X	X	X	Moderada
Conectividad a Internet que permite el monitoreo y control de los datos.		X	X	X
Pantallas de Interfaz con variedad de modos de ingreso o supervisión de información del proceso	X		X	
Definición de Macros para un mismo proyecto			X	
Acceso a los datos en tiempo real	X	X	X	X
Carga y descarga de instrucciones de control para controladores industriales				
Programación de eventos	X	X	X	X
3. Generación de Históricos y Registro de datos en tiempo real				
Registro de base de datos utilizando la interfaz OBDC	X	X	X	X
Fácil configuración y acceso del Registro de datos	X	X	X	X
Almacenamiento de datos con formato binario, texto, arreglo, ASCII y todos los formatos análogos				
Integridad de datos del registro ante una interrupción en la red	X		X	X
Facilidad de almacenar y transferir gran volumen de datos	X	X		
Alta velocidad de transferencia de datos.	X	X		
Capacidad de almacenar datos en hojas de cálculo		X	X	

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	RSView32	Génesis 32	FactoryFloor
1. Sofisticado sistema de Alarmas y Tendencias			
Capacidad de análisis de datos históricos en tiempo real.	X	X	X
Generación y presentación de tendencias	X	X	X
Disponibilidad de tecnología ActiveX		X	X
Jerarquización de alarmas a mostrar en pantalla	X	X	X
Generación de mensajes asociados a alarma	X	X	X
Visualización de las alarmas de un nodo específico o de todos los nodos del sistema		X	X
Aviso de alarmas sonoras y/o visuales a usuarios locales y remotos	X	X	X
Aviso preventivo ante posible anuncio de alarma			X
Reconocimiento automático de cese de condición que generó alarma			X
2. Ejecución de programas de Supervisión y Control Sobre la Producción.			
Supervisión y control de proceso, equipo y recursos de la planta	X	X	X
Amplia Librería con la colección de datos de la mayoría de los sensores y dispositivos de la industria		X	X
Conectividad a Internet que permite el monitoreo y control de los datos.	adicional	X	
Pantallas de Interfaz con variedad de modos de ingreso o supervisión de información del proceso	X		
Definición de Macros para un mismo proyecto	X	X	
Acceso a los datos en tiempo real	X	X	X
Carga y descarga de instrucciones de control para controladores industriales			X
Programación de eventos		X	X
3. Generación de Históricos y Registro de datos en tiempo real			
Registro de base de datos utilizando la interfaz ODBC	X	X	X
Fácil configuración y acceso del Registro de datos	X	X	X
Almacenamiento de datos con formato binario, texto, arreglo, ASCII y todos los formatos análogos			X
Integridad de datos del registro ante una interrupción en la red	X	adicional	
Facilidad de almacenar y transferir gran volumen de datos			
Alta velocidad de transferencia de datos.			
Capacidad de almacenar datos en hojas de cálculo	X	X	

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	Lookout v4.5	Vsystem	Labview	Saturn V5.0
1. Sofisticado sistema de Alarmas y Tendencias				
Capacidad de análisis de datos históricos en tiempo real.	X	X	X	X
Generación y presentación de tendencias	X	X	X	X
Disponibilidad de tecnología ActiveX	X		X	X
Jerarquización de alarmas a mostrar en pantalla	X	X	X	X
Generación de mensajes asociados a alarma	X	X	X	X
Visualización de las alarmas de un nodo específico o de todos los nodos del sistema		X		X
Aviso de alarmas sonoras y/o visuales a usuarios locales y remotos	X	X	X	X
Aviso preventivo ante posible anuncio de alarma				X
2. Ejecución de programas de Supervisión y Control Sobre la Producción.				
Supervisión y control de proceso, equipo y recursos de la planta	X	X	X	X
Amplia Librería con la colección de datos de la mayoría de los sensores y dispositivos de la industria	X	X	X	X
Conectividad a Internet que permite el monitoreo y control de los datos.	X			X
Pantallas de Interfaz con variedad de modos de ingreso o supervisión de información del proceso				X
Definición de Macros para un mismo proyecto	X	X		X
Acceso a los datos en tiempo real	X	X	X	X
Carga y descarga de instrucciones de control para controladores industriales			X	X
Programación de eventos	X	X		X
3. Generación de Históricos y Registro de datos en tiempo real				
Registro de base de datos utilizando la interfaz ODBC	X	X	X	X
Fácil configuración y acceso del Registro de datos	X		X	
Almacenamiento de datos con formato binario, texto, arreglo, ASCII y todos los formatos análogos		X	X	X
Integridad de datos del registro ante una interrupción en la red		X		X
Facilidad de almacenar y transferir gran volumen de datos		X		X
Alta velocidad de transferencia de datos.				X
Capacidad de almacenar datos en hojas de cálculo	X	X	X	X

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

Características\ Software	Cimplicity V6.1	Factory Link V7	Virgo 2000	WizFactory
4. Capacidad de programación de datos para mejorar la producción.				
RECETAS				
Facilidad de crear, mantener, cargar y descargar recetas	X	X	X	X
Abarcar múltiple dispositivos a programar y de distintas marcas	X			
Importación y exportación de recetas	X	X	X	
REPORTES				
Generación de reportes diferentes por eventos o alarmas	X	X	X	X
Programación de reportes por períodos de tiempo específico	X		X	X
Informe de alarmas en archivos de texto o html		X	X	X
BASE DE DATOS				
Definición de múltiples tablas con diferentes condiciones de almacenamiento y atributos	X	X		
Configuración de acciones de mantenimiento (por períodos o saturación)	X			
Facilidad de comunicación con múltiples bases de datos	X	X	X	X
Importación de datos externos		X	X	
5. Creación de Nuevas, flexibles y potentes aplicaciones para monitorear y controlar				
Capacidad de diseñar tareas personalizadas	X	X	X	X
Uso de otros lenguajes de programación para el diseño de nuevas aplicaciones:				
<i>C/C++</i>	X	X		X
<i>VBA Scripts</i>		X		
Posee funciones preconfiguradas que permiten crear una nueva aplicación	X	X		X
Simulación de funciones de PLC's en el servidor de supervisión y control			X	X
Construcción de nuevas interfaces de comunicación de dispositivo y aplicaciones ejecutables.				X
Desarrollo y certificación de propios drivers gracias a su poderosas herramientas			X	
Desarrollo de algoritmos de control con lenguajes de automatización de alto nivel (norma IEC 61131.)			X	X
Programa calendario para ejecutar eventos periódicos del proceso de producción	X			
Facultad de adicionar nuevos módulos a los servidores para fortalecer su flexibilidad		X		

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	RSView32	Génesis 32	FactoryFloor
4. Capacidad de programación de datos para mejorar la producción.			
RECETAS			
Facilidad de crear, mantener, cargar y descargar recetas	X	X	X
Abarcar múltiple dispositivos a programar y de distintas marcas			X
Importación y exportación de recetas		X	
REPORTES			
Generación de reportes diferentes por eventos o alarmas	X	X	X
Programación de reportes por períodos de tiempo específico		X	X
Informe de alarmas en archivos de texto o html		texto	
BASE DE DATOS			
Definición de múltiples tablas con diferentes condiciones de almacenamiento y atributos		X	X
Configuración de acciones de mantenimiento (por períodos o saturación)			
Facilidad de comunicación con múltiples bases de datos	X	X	X
Importación de datos externos		X	
5. Creación de Nuevas, flexibles y potentes aplicaciones para monitorear y controlar			
Capacidad de diseñar tareas personalizadas		X	X
Uso de otros lenguajes de programación para el diseño de nuevas aplicaciones:			
<i>C/C++</i>			X
<i>VBA Scripts</i>		X	X
Posee funciones preconfiguradas que permiten crear una nueva aplicación		X	X
Simulación de funciones de PLC's en el servidor de supervisión y control			
Construcción de nuevas interfaces de comunicación de dispositivo y aplicaciones ejecutables.		X	
Desarrollo y certificación de propios drivers gracias a su poderosas herramientas			
Desarrollo de algoritmos de control con lenguajes de automatización de alto nivel (norma IEC 61131.)			
Programa calendario para ejecutar eventos periódicos del proceso de producción			
Facultad de adicionar nuevos módulos a los servidores para fortalecer su flexibilidad			

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	Lookout v4.5	Vsystem	Labview	Saturn V5.0
4. Capacidad de programación de datos para mejorar la producción.				
RECETAS	X			
Facilidad de crear, mantener, cargar y descargar recetas	X	X		X
Abarcar múltiple dispositivos a programar y de distintas marcas				X
Importación y exportación de recetas		X		X
REPORTES				
Generación de reportes diferentes por eventos o alarmas	X	X	X	X
Programación de reportes por períodos de tiempo específico		X	X	X
Informe de alarmas en archivos de texto o html	X		X	X
BASE DE DATOS				
Definición de múltiples tablas con diferentes condiciones de almacenamiento y atributos		X	X	X
Configuración de acciones de mantenimiento (por períodos o saturación)				
Facilidad de comunicación con múltiples bases de datos	X	X	X	X
Importación de datos externos		X		X
5. Creación de Nuevas, flexibles y potentes aplicaciones para monitorear y controlar				
Capacidad de diseñar tareas personalizadas	X	X	X	X
Uso de otros lenguajes de programación para el diseño de nuevas aplicaciones:				
C/C++	X		X	
VBA Scripts		X		X
Posee funciones preconfiguradas que permiten crear una nueva aplicación	X	X		X
Simulación de funciones de PLC's en el servidor de supervisión y control				
Construcción de nuevas interfaces de comunicación de dispositivo y aplicaciones ejecutables.	X	X		X
Desarrollo y certificación de propios drivers gracias a su poderosas herramientas				X
Desarrollo de algoritmos de control con lenguajes de automatización de alto nivel (norma IEC 61131.)				
Programa calendario para ejecutar eventos periódicos del proceso de producción				X
Facultad de adicionar nuevos módulos a los servidores para fortalecer su flexibilidad		X		

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

Características\ Software	Cimplilcity V6.1	Factory Link V7	Virgo 2000	WizFactory
6. Arquitectura del Software				
Redundancia en el sistema de arquitectura	X	X	X	
Arquitectura Cliente/Servidor	X	X		
Arquitectura Peer to Peer		X		
Arquitectura multi-estación		X		
intercomunicabilidad entre aplicaciones(utilización de DDE, COM, OLE, etc)	X	X	X	X
Estandarización de las comunicaciones (Uso de interface OPC)	X	X	X	X
Aplicaciones con funcionalidades de Internet	X	X	X	X
Arquitectura flexible y escalable		X	X	X
Arquitectura Multi-Capas		X		
Selección de plataforma de operación			X	X
Software en varios idiomas según la zona geográfica	X			
Arquitectura micro-kernel completamente depurada			X	
Conmutación determinística de tareas en el orden de microsegundos			X	
Bajos requerimientos de hardware		X	X	
Intercambio datos con otras estaciones SCADA a través de una red TCP/IP, NetBios o DDE.			X	X
Empleo de XML para implementar los componentes HMI.	X	X		X
Empleo de Java para implementar los componentes HMI.				X
Soporta programación y depuración remota sobre redes LAN				X
Reutilización de pantallas gráficas que posean los mismos objetos alimentado de varias fuentes			X	
Ejecución del software en un sistema operativo tiempo real industrial confiable y a prueba de fallas			X	
Capacidad de control de dispositivos serial			X	

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	RSView32	Génesis 32	FactoryFloor
6. Arquitectura del Software			
Redundancia en el sistema de arquitectura	X	X	
Arquitectura Cliente/Servidor	X	X	X
Arquitectura Peer to Peer	X		
Arquitectura multi-estación			
intercomunicabilidad entre aplicaciones(utilización de DDE, COM, OLE, etc)		X	X
Estandarización de las comunicaciones (Uso de interface OPC)	X	X	X
Aplicaciones con funcionalidades de Internet			
Arquitectura flexible y escalable		X	X
Arquitectura Multi-Capas			
Selección de plataforma de operación			X
Software en varios idiomas según la zona geográfica	X		
Arquitectura micro-kernel completamente depurada			
Conmutación determinística de tareas en el orden de microsegundos			
Bajos requerimientos de hardware			
Intercambio datos con otras estaciones SCADA a través de una red TCP/IP, NetBios o DDE.			
Empleo de XML para implementar los componentes HMI.	X	X	X
Empleo de Java para implementar los componentes HMI.			X
Soporta programación y depuración remota sobre redes LAN			
Reutilización de pantallas gráficas que posean los mismos objetos alimentado de varias fuentes	X		
Ejecución del software en un sistema operativo tiempo real industrial confiable y a prueba de fallas			
Capacidad de control de dispositivos serial			X

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

Características\ Software	Lookout v4.5	Vsystem	Labview	Saturn V5.0
6. Arquitectura del Software				
Redundancia en el sistema de arquitectura		X		X
Arquitectura Cliente/Servidor	X	X		X
Arquitectura Peer to Peer				
Arquitectura multi-estación				
intercomunicabilidad entre aplicaciones(utilización de DDE, COM, OLE, etc)	X			X
Estandarización de las comunicaciones (Uso de interface OPC)	X		X	X
Aplicaciones con funcionalidades de Internet	X		X	X
Arquitectura flexible y escalable	X	X		X
Arquitectura Multi-Capas				
Selección de plataforma de operación		X		
Software en varios idiomas según la zona geográfica				
Arquitectura micro-kernel completamente depurada				
Conmutación determinística de tareas en el orden de microsegundos			X	X
Bajos requerimientos de hardware				X
Intercambio datos con otras estaciones SCADA a través de una red TCP/IP, NetBios o DDE.				X
Empleo de XML para implementar los componentes HMI.			X	X
Empleo de Java para implementar los componentes HMI.	X			
Soporta programación y depuración remota sobre redes LAN				
Reutilización de pantallas gráficas que posean los mismos objetos alimentado de varias fuentes				X
Ejecución del software en un sistema operativo tiempo real industrial confiable y a prueba de fallas				X
Capacidad de control de dispositivos serial			X	X

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	Cimplilcity V6.1	Factory Link V7	Virgo 2000	WizFactory
7. La facilidad de Uso para los Nuevos y Experimentados Usuarios				
El desarrollo de la aplicación de forma rápida y fácil	X	X	X	X
Configuración Explorer		X		
Configuración "Drag and Drop"	X	X	X	X
Punto de Configuración Básico /Avanzado	X			
Comprensible e inteligente Panel de configuración.	X	X		
Actualización, mejora y mantenimiento de aplicaciones de manera fácil y sencilla	X	X	X	X
Acceso a la aplicación vía red desde estaciones remotas, locales o móviles		X	X	X
Congelamiento de diferentes tablas simultáneamente sobre una misma pantalla				
Integración de aplicaciones con softwares de terceros con extrema facilidad	X		X	
Facilidad de asociar características repetitivas de una aplicación en un objeto reutilizable		X	X	
Consulta y soporte de mantenimiento en línea	X	X		X
Fácil forma de habilitar nuevos nodos clientes en una LAN sin intervención del usuario.		X		
Formación a programadores mediante cursos		X		
Asesoría del proyecto para el planteamiento del mismo		X		
8. Robustez del software por medio de la conexión con otras aplicaciones.	X	X	X	X
9. Aumento de Prestaciones				
Capacidad de control de I/O análogas, digitales o mixtas en un mismo puerto				
conexión de múltiples redes de I/O en un mismo nodo			X	
Simulación de aplicaciones en el panel de diseño			X	X
Configuración en línea.		X	X	X
Funcionamiento de distintos proyectos simultáneamente	X	X		
Comercialización rápida con nuevos productos	X			
Sistema centinela (alerta al usuario sobre el estado de las computadoras y aplicaciones de la red)	X			
Rápida Depuración y Compilación (basándose en un potente procesador matemático y lógico).		X	X	
Alta funcionabilidad(Ejecución de aplicaciones orientada a eventos)		X		X
Capacidad de elaboración de capas para la presentación de información en una misma pantalla		X	X	
Comunicación directa con subsistemas de I/O y PLC			X	
Capacidad de almacenar datos en binario y convertir a ASCII				

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	RSView32	Génesis 32	FactoryFloor
7. La facilidad de Uso para los Nuevos y Experimentados Usuarios			
El desarrollo de la aplicación de forma rápida y fácil	X	X	X
Configuración Explorer	X		
Configuración "Drag and Drop"	X	X	X
Punto de Configuración Básico /Avanzado			
Comprensible e inteligente Panel de configuración.	X	X	
Actualización, mejora y mantenimiento de aplicaciones de manera fácil y sencilla		X	X
Acceso a la aplicación vía red desde estaciones remotas, locales o móviles	adicional	adicional	
Congelamiento de diferentes tablas simultáneamente sobre una misma pantalla			X
Integración de aplicaciones con softwares de terceros con extrema facilidad	X	X	
Facilidad de asociar características repetitivas de una aplicación en un objeto reutilizable	X		
Consulta y soporte de mantenimiento en línea		X	X
Fácil forma de habilitar nuevos nodos clientes en una LAN sin intervención del usuario.			
Formación a programadores mediante cursos			
Asesoría del proyecto para el planteamiento del mismo		X	X
8. Robustez del software por medio de la conexión con otras aplicaciones.		X	X
9. Aumento de Prestaciones			
Capacidad de control de I/O análogas, digitales o mixtas en un mismo puerto			X
conexión de múltiples redes de I/O en un mismo nodo			
Simulación de aplicaciones en el panel de diseño	X		X
Configuración en línea.			
Funcionamiento de distintos proyectos simultáneamente	X		
Comercialización rápida con nuevos productos			
Sistema centinela (alerta al usuario sobre el estado de las computadoras y aplicaciones de la red)			
Rápida Depuración y Compilación (basándose en un potente procesador matemático y lógico).			
Alta funcionabilidad(Ejecución de aplicaciones orientada a eventos)			
Capacidad de elaboración de capas para la presentación de información en una misma pantalla			
Comunicación directa con subsistemas de I/O y PLC	X		
Capacidad de almacenar datos en binario y convertir a ASCII			
Utilización de las funciones de uso general API			
Comunicación con redes inalámbricas			

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	Lookout v4.5	Vsystem	Labview	Saturn V5.0
7. La facilidad de Uso para los Nuevos y Experimentados Usuarios				
El desarrollo de la aplicación de forma rápida y fácil	X	X	X	
Configuración Explorer				X
Configuración "Drag and Drop"	X	X	X	X
Punto de Configuración Básico /Avanzado				X
Comprensible e inteligente Panel de configuración.		X	X	X
Actualización, mejora y mantenimiento de aplicaciones de manera fácil y sencilla	X		X	X
Acceso a la aplicación vía red desde estaciones remotas, locales o móviles	X	X	X	X
Congelamiento de diferentes tablas simultáneamente sobre una misma pantalla				X
Integración de aplicaciones con softwares de terceros con extrema facilidad	X	X	X	X
Facilidad de asociar características repetitivas de una aplicación en un objeto reutilizable	X		X	
Consulta y soporte de mantenimiento en línea	X	X	X	X
Fácil forma de habilitar nuevos nodos clientes en una LAN sin intervención del usuario.				
Formación a programadores mediante cursos			X	X
Asesoría del proyecto para el planteamiento del mismo	X	X	X	X
8. Robustez del software por medio de la conexión con otras aplicaciones.	X		X	X
9. Aumento de Prestaciones				
Capacidad de control de I/O análogas, digitales o mixtas en un mismo puerto				X
conexión de múltiples redes de I/O en un mismo nodo				X
Simulación de aplicaciones en el panel de diseño		X	X	X
Configuración en línea.	X	X		
Funcionamiento de distintos proyectos simultáneamente			X	X
Comercialización rápida con nuevos productos			X	X
Sistema centinela (alerta al usuario sobre el estado de las computadoras y aplicaciones de la red)				X
Rápida Depuración y Compilación (basándose en un potente procesador matemático y lógico).				X
Alta funcionabilidad(Ejecución de aplicaciones orientada a eventos)		X		X
Comunicación directa con subsistemas de I/O y PLC				X
Capacidad de almacenar datos en binario y convertir a ASCII		X	X	X
Utilización de las funciones de uso general API		X	X	
Comunicación con redes inalámbricas			X	

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	Cimplilcity V6.1	Factory Link V7	Virgo 2000	WizFactory
10. Interfaz amigable al operador.				
Animación de imágenes a objetos asociado a una variable	X	X	X	
Programación en Visual Basic para creación de animaciones	X	X	X	X
Importación de archivos de editores gráficos para el diseño de aplicaciones				
Gráficos intuitivos orientados a objetos	X	X	X	
Utilización de ActiveX para diseño de gráficos y acceso a base de datos	X	X	X	
Configuración de objetos con comandos importados		X		
Creación de puntos de diagnóstico de ayuda para asistencia de problemas				X
Creación de referencias (texto o dibujos) dentro del programa de control				X
Ambiente de programación basado en diagramas de flujo				X
11. Seguridad en la aplicaciones				
Asignación de derechos de acceso y visualización de pantallas a usuarios	X	X	X	X
Clasificación de usuarios o grupos de usuarios	X	X	X	X
Creación de archivos cronológicos de seguridad				
Restricción rigurosa de control del proceso a través de Internet	X			X
Capacidad de almacenar en el Server la dirección IP de un cliente				X

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	RSView32	Génesis 32	FactoryFloor
10. Interfaz amigable al operador.			
Animación de imágenes a objetos asociado a una variable	X	X	X
Programación en Visual Basic para creación de animaciones	X	X	X
Importación de archivos de editores gráficos para el diseño de aplicaciones	X	X	Solo JPEG
Gráficos intuitivos orientados a objetos	X	X	X
Utilización de ActiveX para diseño de gráficos y acceso a base de datos	X	X	X
Configuración de objetos con comandos importados	X		
Creación de puntos de diagnóstico de ayuda para asistencia de problemas			
Creación de referencias (texto o dibujos) dentro del programa de control			
Ambiente de programación basado en diagramas de flujo			X
11.Seguridad en la aplicaciones			
Asignación de derechos de acceso y visualización de pantallas a usuarios	X	X	X
Clasificación de usuarios o grupos de usuarios	X	X	X
Creación de archivos cronológicos de seguridad			X
Restricción rigurosa de control del proceso a través de Internet		X	X
Capacidad de almacenar en el Server la dirección IP de un cliente			

4.3 CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS SCADA (Continuación)

CARACTERISTICAS\ SOFTWARE	Lookout v4.5	Vsystem	Labview	Saturn V5.0
10. Interfaz amigable al operador.				
Animación de imágenes a objetos asociado a una variable	X	X	X	X
Programación en Visual Basic para creación de animaciones	X		X	X
Importación de archivos de editores gráficos para el diseño de aplicaciones	X	X		X
Gráficos intuitivos orientados a objetos	X	X	X	X
Utilización de ActiveX para diseño de gráficos y acceso a base de datos	X		X	X
Configuración de objetos con comandos importados		X		X
Creación de puntos de diagnóstico de ayuda para asistencia de problemas		X		X
Creación de referencias (texto o dibujos) dentro del programa de control				
Ambiente de programación basado en diagramas de flujo				
11.Seguridad en la aplicaciones				
Asignación de derechos de acceso y visualización de pantallas a usuarios	X	X	X	X
Clasificación de usuarios o grupos de usuarios	X	X	X	X
Creación de archivos cronológicos de seguridad			X	X
Restricción rigurosa de control del proceso a través de Internet	X		X	X
Capacidad de almacenar en el Server la dirección IP de un cliente	X	X		

4.4 INTERFAZ OPC. (OLE for Process Control)

Definición de OPC.

La norma de interfaz OPC está siendo adicionalmente definida y trabajada por la Fundación OPC, que se estableció para este mismo propósito. Además de Siemens, las compañías Fisher Rosemount, Intuitive Technology, OPTO 22, Intellution, Rockwell Software y un número de otras compañías con renombre en el campo de automatización han formado este grupo poderoso. Microsoft garantiza la propagación de la especificación y concordancia con Windows.

OPC proporciona un mecanismo para extraer datos de una fuente y comunicarlos a cualquier aplicación cliente de manera estándar. Los fabricantes de hardware pueden desarrollar servidores optimizados para recoger datos de sus dispositivos. Dando al servidor un interfaz OPC permite a cualquier cliente acceder a dichos dispositivos.

Principios básicos del OPC

Las aplicaciones que requieren servicios, es decir datos, desde el nivel de automatización para procesar sus tareas, los piden como clientes desde los componentes de automatización, quienes a la vez proveen la información requerida como servidores. La idea básica del OPC está en normalizar el interfase entre el servidor OPC y el cliente OPC independientemente de cualquier fabricante particular. Un cliente OPC puede conectarse a servidores OPC de uno o varios vendedores.

Se puede construir un cliente con una interfaz personalizada, para lo cual se puede usar un lenguaje de alto nivel como Visual C++ (para crear la aplicación), pero los clientes más comunes se construyen bajo una interfase automatizada que puede ser desarrollada en lenguajes como Visual Basic 6.0, Delphi y recientemente .NET gracias a COM-Interop.

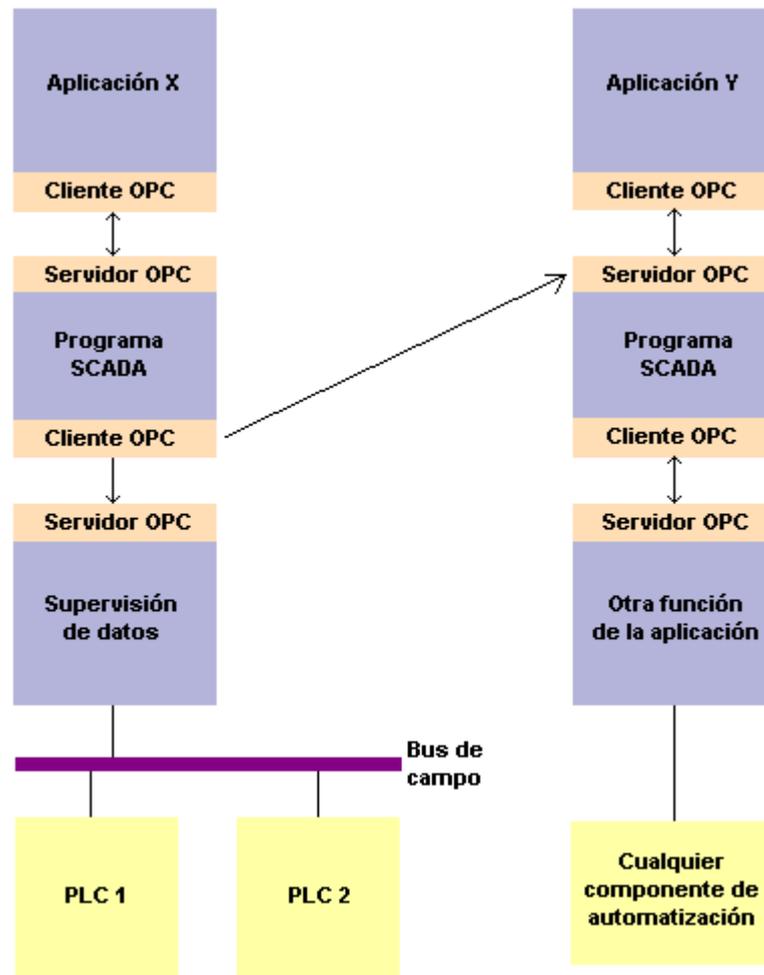


Figura 4.4 Servidores OPC. Esquema de acceso abierto a redes

OPC es un conjunto de protocolos entre los que podemos destacar los siguientes:

OPC-DA (Data Access).- Sirve para el intercambio de datos a tiempo real entre servidores y clientes.

OPC-AL (Alarms & Events).- Proporciona alarmas y notificaciones de eventos.

OPC B (Batch).- Útil en procesos discontinuos.

OPC DX (Data eXchange).- Proporciona interoperabilidad entre varios servidores.

OPC HDA (Historical Data Access).- Acceso histórico a datos OPC.

OPC S (Security).- Especifica cómo controlar el acceso de los clientes a los servidores.

OPC XML-DA (XML Data Access).- Es una combinación de OPC-XML (eXtensible Markup Language) y OPC-DA.

OPC CD (Complex Data).- Permite a los servidores exponer y describir tipos de datos más complicados en forma de estructuras binarias y documentos XML.

OPC se basa en las tecnologías OLE/COM y DCOM de Microsoft, y es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos. La tarea de este interfaz abierto desarrollado por la Fundación OPC está en mejorar los interfaces de los componentes de automatización desde diversos fabricantes en las aplicaciones para PC, como en sistemas de visualización o aplicaciones ofimáticas. Aquí, la prioridad principal está en proporcionar un acceso flexible, poderoso y, en particular, simple a los datos sin la necesidad de costos o esfuerzos extra.

Este estándar permite que diferentes fuentes de datos envíen datos a un mismo servidor OPC, al que a su vez podrán conectarse diferentes programas compatibles con dicho estándar.

De este modo se elimina la necesidad de que todos los programas cuenten con drivers independientes para poder dialogar con múltiples fuentes de datos, con esta herramienta sólo basta que tengan un driver OPC. Ya que sin esto se incurre en:

- **Duplicación de esfuerzos:** todos los programas necesitan un driver para un determinado hardware.
- **Falta de consistencia entre drivers:** hay características del hardware no soportadas por todos los drivers.
- **Cambios en el hardware:** hacen que los drivers queden obsoletos.
- **Conflictos de acceso:** generalmente, dos programas no pueden acceder simultáneamente al mismo dispositivo puesto que poseen drivers independientes.

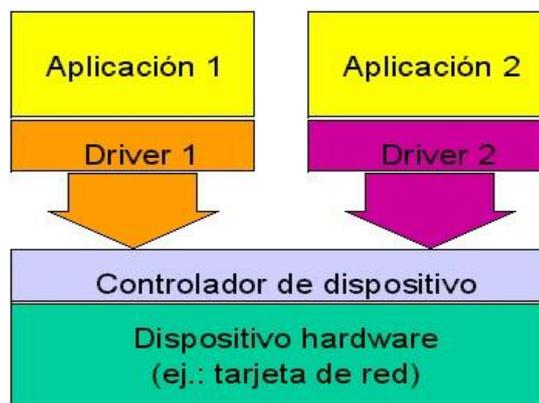


Figura 4.5. Modelo de arquitectura de automatización industrial basado en drivers.

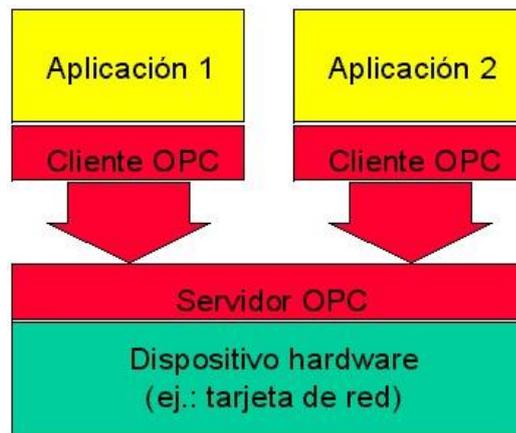


Figura. 4. 6 Modelo de arquitectura de automatización industrial basado en OPC

VENTAJAS DE OPC.

El OPC ofrece varias ventajas las cuales también fueron citadas por OPC Foundation en su OPC Overview; se destacan las siguientes:

- Apertura de comunicación de los SCADAs a los sistemas de automatización, generando una libertad casi total de elección.
- Creación de un sólo conjunto de componentes de software, por parte de los fabricantes de hardware, para que los clientes los utilicen en sus aplicaciones.

Este estándar permite que componentes de software (escritos en C y C++ por expertos en un sector) sean utilizados por una aplicación (escrita en Delphi o Visual Basic para otro sector).

De esta forma se desarrollarán componentes en C y C++ que encapsulen los detalles de acceder a los datos de un dispositivo, de manera que quienes desarrollen aplicaciones empresariales puedan escribir código en Visual Basic que recoja y utilice datos de planta.

- Apertura de comunicación a plataformas no industriales, como Microsoft Office, permitiendo de esta manera realizar soluciones costo-efectivas a procesos particulares.
- Migración gradual de sistemas antiguos: Generalmente, lo primero que conviene "modernizar" en un sistema de Automatización antiguo es el HMI o SCADA, dado que es lo que se encuentra tecnológicamente más obsoleto. Utilizar OPC permite integrar paquetes

nuevos de software SCADA con los sistemas ya existentes, incluso de varias décadas de instalación, cuando se ha perdido o no se han desarrollados interfaces compatibles.

- Existe una gran variedad de servidores OPC para todas las marcas y estándares, permitiendo elegir el más adecuado para las necesidades o conocimientos de cada uno. En la Web se ofrecen una enorme variedad de alternativas, pudiendo incluso bajarlas como "demo" o de uso limitado.

- Los desarrolladores de software no tienen que reescribir drivers debido a cambios en características o adiciones en un hardware.

- El diseño de los interfases OPC soporta arquitecturas distribuidas en red. El acceso a servidores OPC remotos se hace empleando la tecnología DCOM (*Distributed COM*) de Microsoft.

- Con OLE sirviendo como una base y su capacidad para transmitir volúmenes grandes de datos en menos tiempo, OPC se predestina virtualmente para aplicaciones sofisticadas como aplicaciones de visualización.

- Posee un servidor de acceso a datos OPC que se compone de varios objetos que se ajustan a la norma COM

POSIBILIDADES CON OPC:

- **Acceder a datos en línea:** La lectura y la escritura eficiente de datos entre una estación central y un dispositivo de control de procesos se puede realizar de forma flexible y eficiente.

- **Control de alarmas:** El OPC provee mecanismos para que sus clientes sean notificados de la ocurrencia de acontecimientos y de condiciones de alarmas especificadas.

- **Acceso a datos históricos:** El OPC permite la lectura, procesamiento y corrección de datos históricos con un eficiente motor de acceso.

ESPECIFICACIONES OPC:

1. Interfase COM/DCOM para ser usada por clientes Locales o Remotos.
2. Referencias a la Interfase de Automatización OLE.

Requerimientos de Funcionalidad

La siguiente lista de requerimientos de funcionalidad fue tomada del documento Data Access Automation Interface Standard Versión 2.01, publicado por OPC Foundation.

- OPC es soportado completamente por VC++, Visual Basic y Delphi.
- Cualquier cliente con interfaz OLE con ciertas limitaciones.
- No soporta el uso con VBScript o JavaScript.
- La especificación OPC requiere como Sistema Operativo Windows 95/98 (con DCOM), Windows NT 4.0 o Superior. En todos los casos es recomendable instalar la última versión de Services Pack correspondiente.

Desventajas de OPC

- Es una solución de software, con lo que el desempeño en términos de tiempo de respuesta y fiabilidad nunca son los mejores.
- El uso de un servidor OPC básico puede ser muy sencillo, pero generalmente son los que tienen menores prestaciones. Los OPCs de calidad industrial (que pueden dar respuestas casi en tiempo real) demandan procedimientos de configuración más engorrosos.
- Muchas veces, utilizar OPC es más caro que adquirir un SCADA con los drivers apropiados integrados. Sin embargo, la tentación de desarrollar un SCADA propio basado en OPC, puede ahorrar los costos de licencias de paquetes específicos de desarrollo, pero conviene prestar atención a los costos por horas de ingeniería en un producto final.

El modelo jerárquico de objetos definido por OPC Foundation:

- **El objeto servidor:** contiene información sobre la configuración del servidor OPC y sirve de contenedor para los objetos tipo grupo.
- **El objeto grupo:** proporciona los mecanismos para contener y organizar lógicamente los elementos OPC que leen y escriben los clientes (ej.: valores en una pantalla HMI o en un informe de producción). Se pueden establecer conexiones por excepción entre los clientes y los elementos de un grupo.

Hay dos tipos de grupos, públicos y locales (o privados); los públicos se realizan para ser compartidos entre varios clientes, mientras que los locales son privados para el cliente en cuestión.

Existen interfaces específicas opcionales para los grupos públicos; dentro de cada grupo, el cliente puede definir uno o más elementos OPC.

Los elementos OPC representan conexiones a fuentes de datos dentro del servidor; un elemento OPC, no es accesible por el cliente como un objeto. Así pues, no hay una interfaz externa definida para un elemento OPC; todos los accesos al elemento OPC se realizan a través del objeto grupo OPC que contiene el elemento OPC, o simplemente el grupo en el que el elemento ha sido definido.

Asociado a cada elemento existe un valor, calidad y valor temporal. “Los elementos no son las fuentes de datos, sólo son conexiones a ellas; el elemento OPC debe ser entendido como la dirección de los datos, no como la fuente física actual de los datos a los que la dirección referencia”, puesto que la fuente real de los datos es el dispositivo controlador, regularmente un PLC.

- **El objeto ítem:** representa conexiones a fuentes de datos en el servidor (no son las fuentes de datos en sí). Tiene asociados los atributos *Value*, *Quality* y *Time Stamp*. Los accesos a los items OPC se hacen a través de los grupos OPC y los clientes pueden definir el ritmo al cual el servidor les informa sobre cambios en los datos.

4.5 TUTORIAL SOBRE DESARROLLO DE UN PEQUEÑO PROYECTO CON SCADA SATURN

Saturn utiliza un esquema de árbol parecido al explorer de windows, por lo que automáticamente al abrir un nuevo proyecto se despliegan una serie de carpetas que es donde se almacenarán los objetos que darán vida al proyecto.

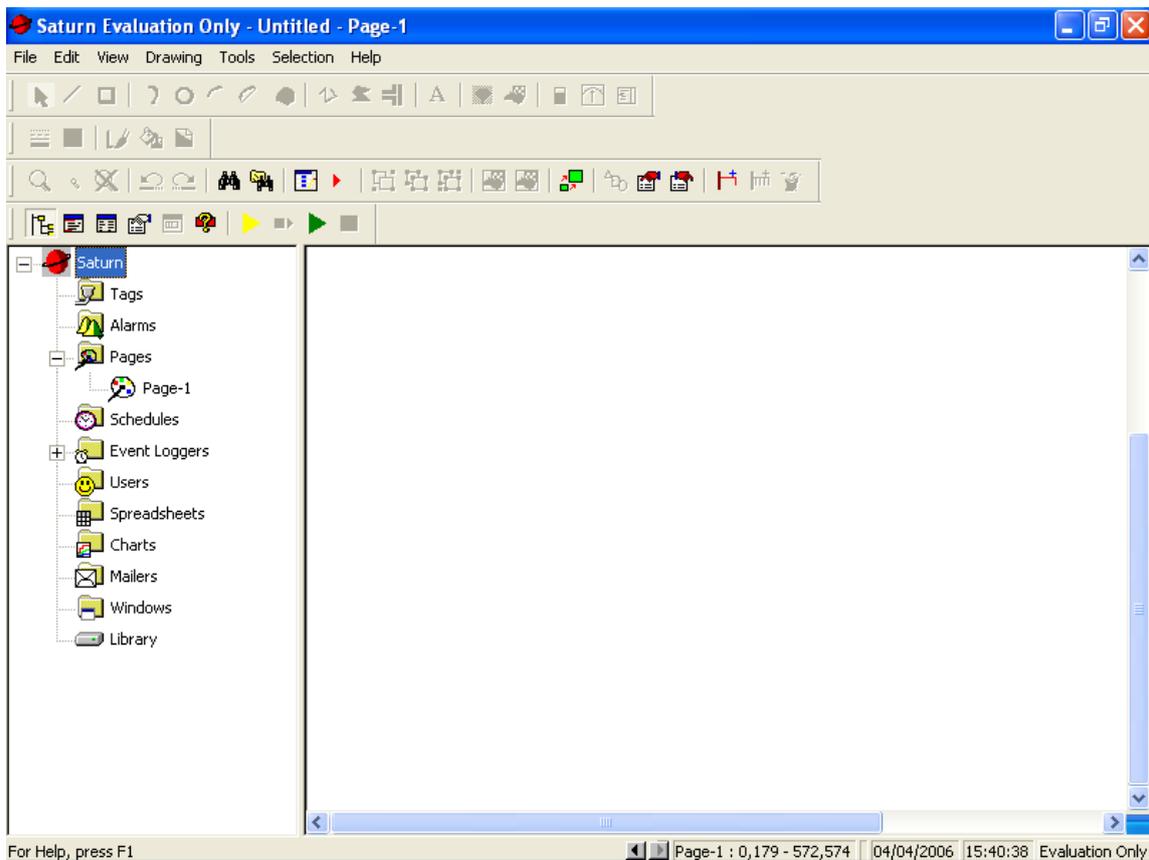


Figura 4.7. Pantalla de inicio de SATURN

Lo primero a determinar a la hora de desarrollar una aplicación en Saturn es el origen de datos que se van a desplegar en pantalla, debido a que Saturn es un SCADA abierto, éste puede leer datos de muchos tipos de servidores, que es como el sistema esquematiza sus entradas, bajo la arquitectura cliente / servidor.

Basta con ubicarse sobre la carpeta Tags y presionar clic derecho con el Mouse para que aparezca la opción de agregar objetos, al presionar esta opción se abre un cuadro de diálogo en

el cual se especifica el nombre del objeto el cual es el servidor de datos, luego aparece la opción de conectarse a un servidor OPC, al aceptar esta opción aparece un cuadro de diálogo en el cual se puede determinar el tipo de servidor OPC del cual se van a extraer los datos. Especificaciones sobre los tipos de servidores de los cuales dispone Saturn están disponibles en los diversos manuales de aplicación de Hexatec Saturn.

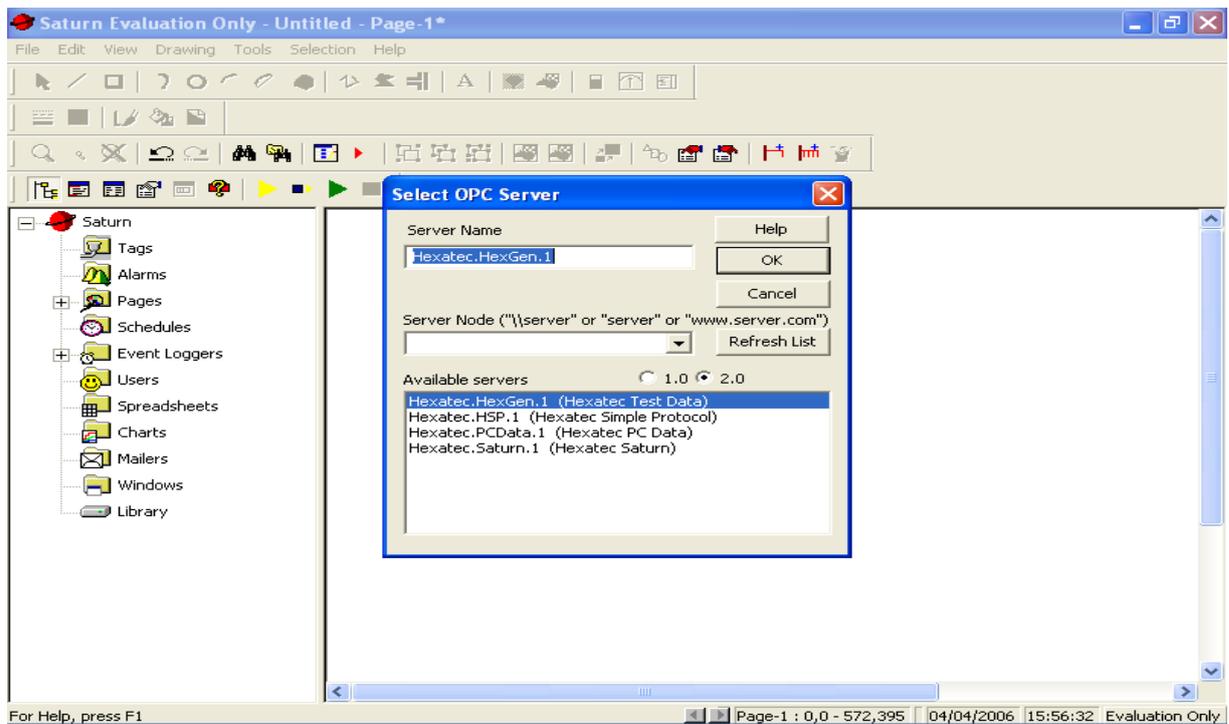


Figura 4.8. Pantalla de selección de servidor OPC

Después de haber definido el tipo de servidor OPC a utilizar (si la opción es utilizar un OPC) se vuelve a declarar la adición de un objeto, esta vez al servidor generado, y se define un grupo de entradas (TagGroup), al cual se le especifican uno a uno los tags o entradas que va a requerir el sistema.

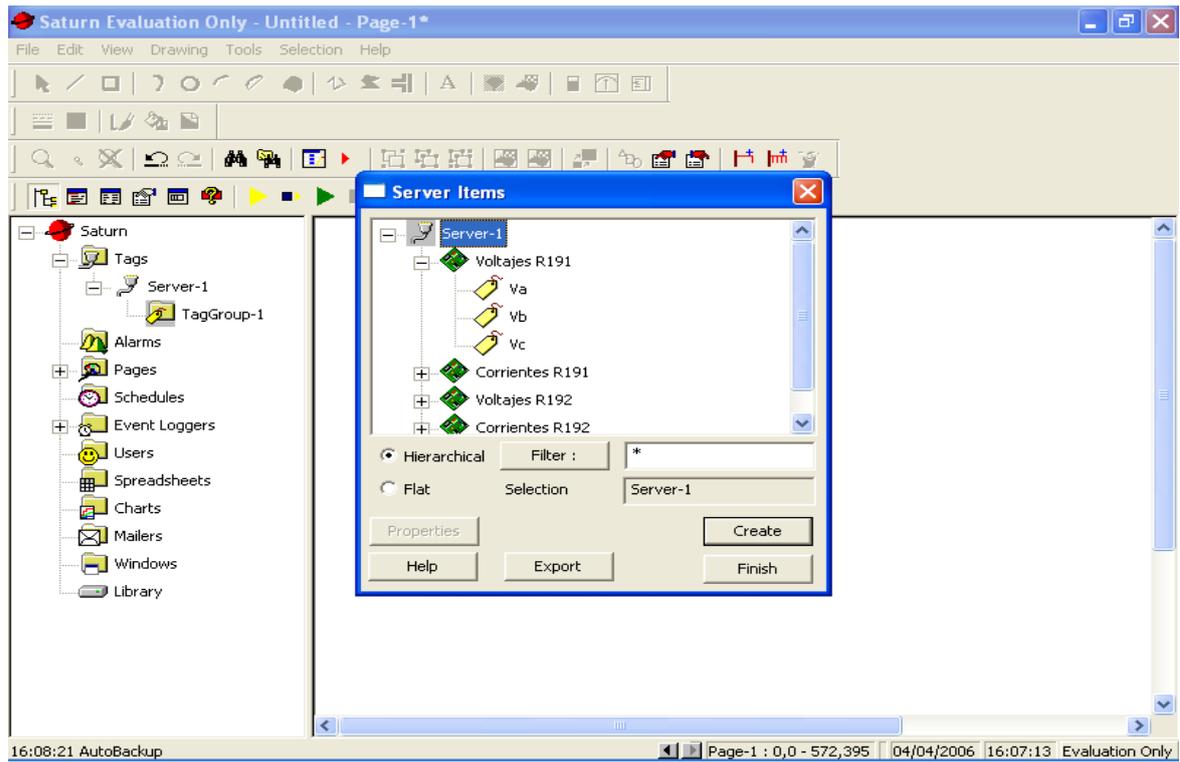


Figura 4.9. Admisión de entradas al programa desde el servidor OPC.

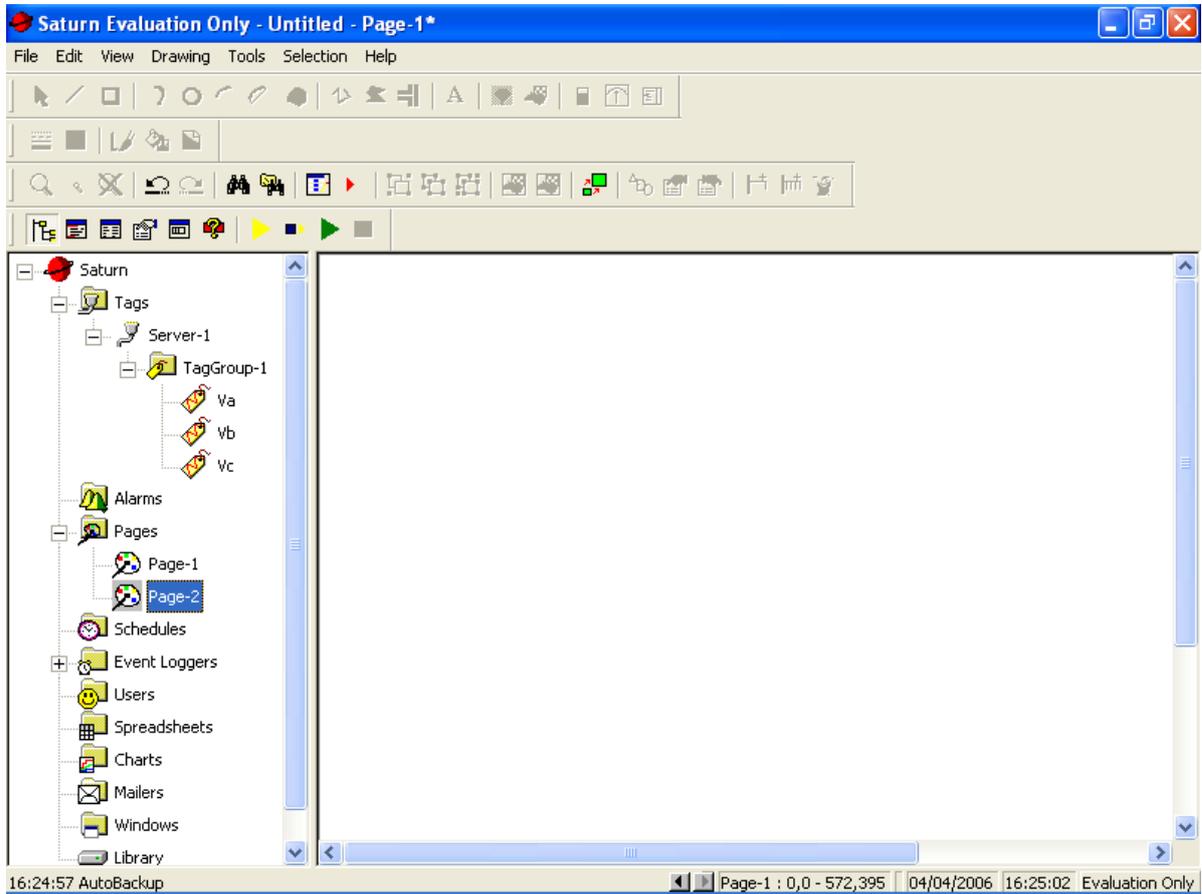


Figura 4.10. Entradas (Tags) añadidas a estructura principal de programa.

Estos grupos de datos disponibles dependen del servidor OPC que se ha escogido. Una vez definidas las variables se pueden definir las pantallas que se van a utilizar en el proyecto de la misma forma que con las entradas, añadiendo objetos a las carpetas y especificando sus características en los cuadros de diálogos.

Para mostrar ciertas variables en el panel de control basta con presionar Shift y arrastrar con el Mouse hacia el panel el objeto que quiero desplegar en pantalla. En este momento se puede utilizar las funciones de Saturn para diseñar la interfaz gráfica del sistema.

Una vez se tenga armado el proyecto en el panel de control y definidas todas las variables a desplegar con sus respectivos enlaces, se guarda el proyecto y para correrlo basta con seleccionar la opción test de la barra de herramientas.

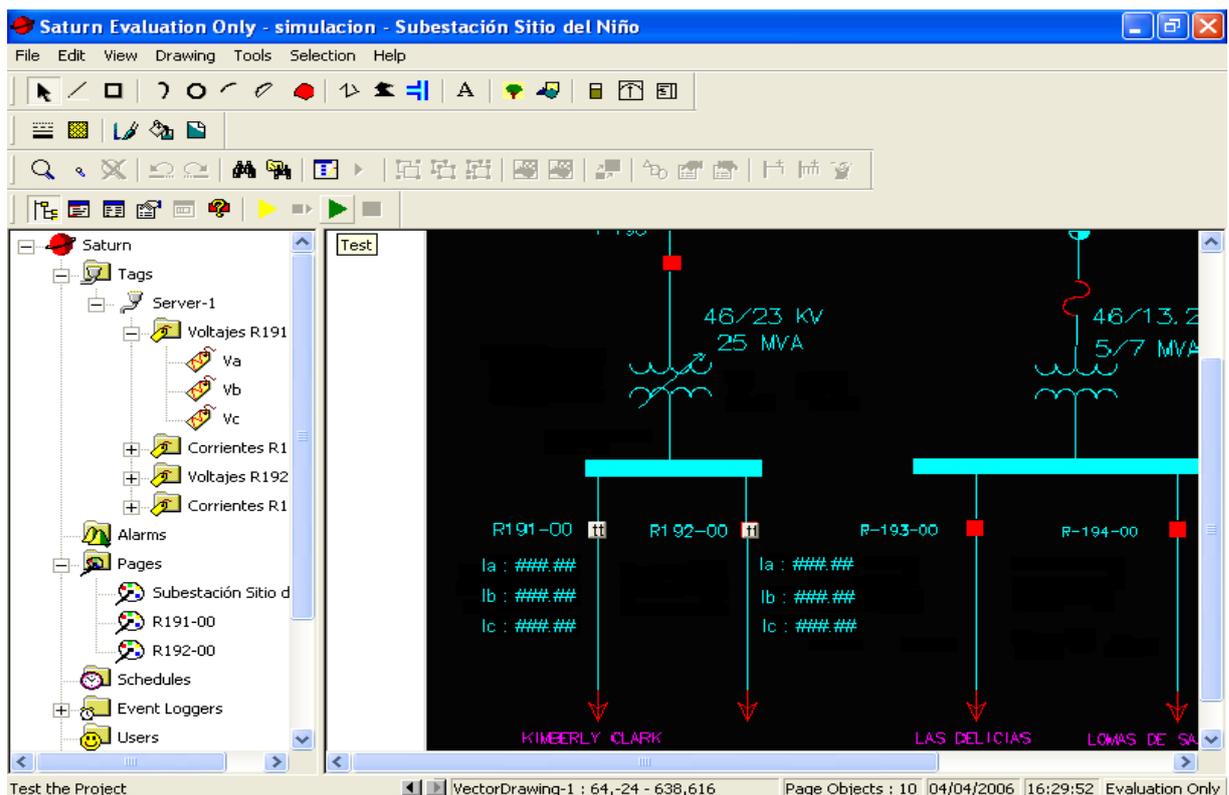


Figura 4.11. Programa con sus entradas y pantallas definidas y listo para correr.

En el caso que no sea un servidor OPC el que se haya escogido para la fuente de datos del sistema, existe la posibilidad de configurar ese servidor se acuerdo a los recursos disponibles para la comunicación de datos.

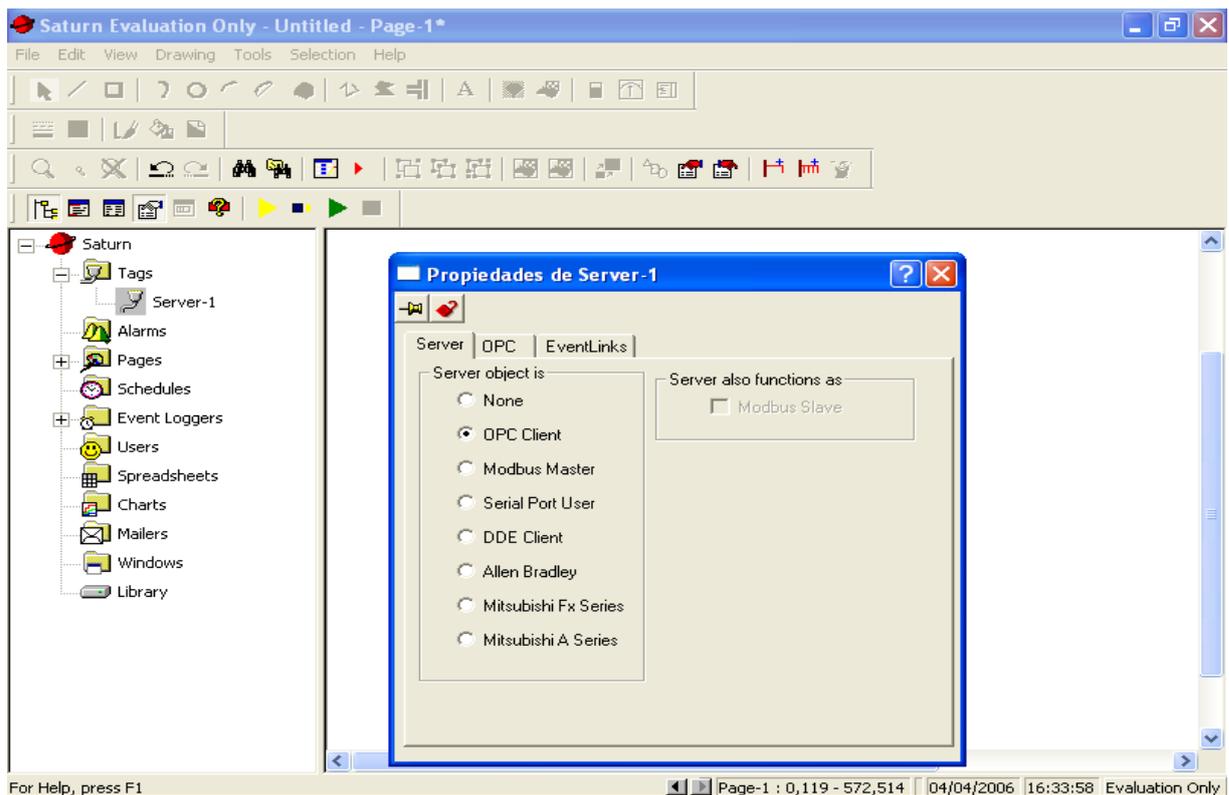


Figura 4.12. Configuración de tipo de servidor de datos.

4.6 EJEMPLO DE MONITOREO Y CONTROL DE UN PROCESO MEDIANTE SATURN.

Para plasmar la capacidad de un sistema SCADA se ha determinado la elaboración de un ejemplo de aplicación con SATURN a una etapa de monitoreo y control de las variables eléctricas de la Subestación Sitio del Niño propiedad de la empresa de distribución eléctrica DELSUR. Se contó con los datos de 3 meses tomados cada 15 min. de los dos alimentadores correspondientes al interruptor I-190, el cual está conectado a un transformador con capacidad de 25 MVA 46/23 KV, que es el que energiza a los dos alimentadores de los cuales se han recopilado los datos.

Dichos datos fueron almacenados en formato Excel, y posteriormente guardados como archivo XML para que puedan tener un formato válido para lectura de datos desde SATURN.

Luego de haber guardado el archivo Excel con los datos como XML se procedió a abrir éste desde el programa paralelo a SATURN llamado Test Data Server de Hexatec el cual da el formato OPC al archivo XML al guardarlo bajo la extensión gen propia del programa para su posterior invocación desde la estructura principal del programa en Saturn.

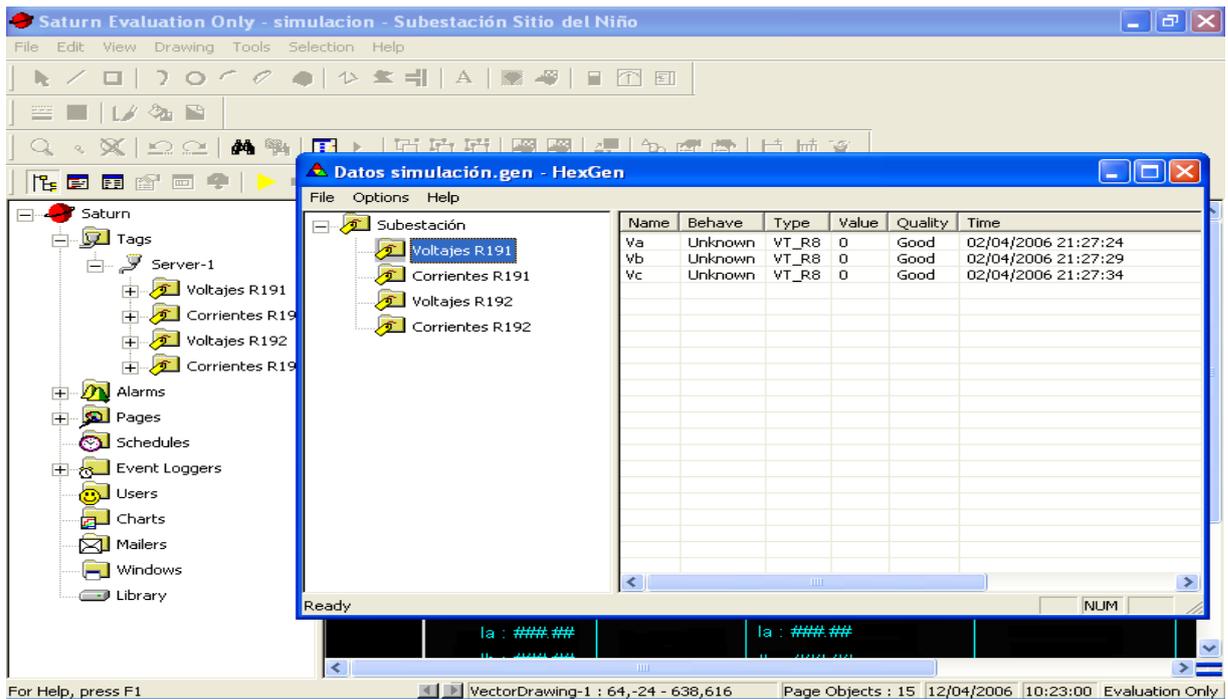


Figura 4.13. Vinculación entre archivo de datos en Test Data Server y Saturn

Una vez configurado el servidor OPC y después de haber configurado sus entradas y pantallas (especificado en tutorial de sección anterior), al correr el programa se despliega en pantalla la lectura de datos en tiempo real, así como los estados de alarma de las entradas especificadas.

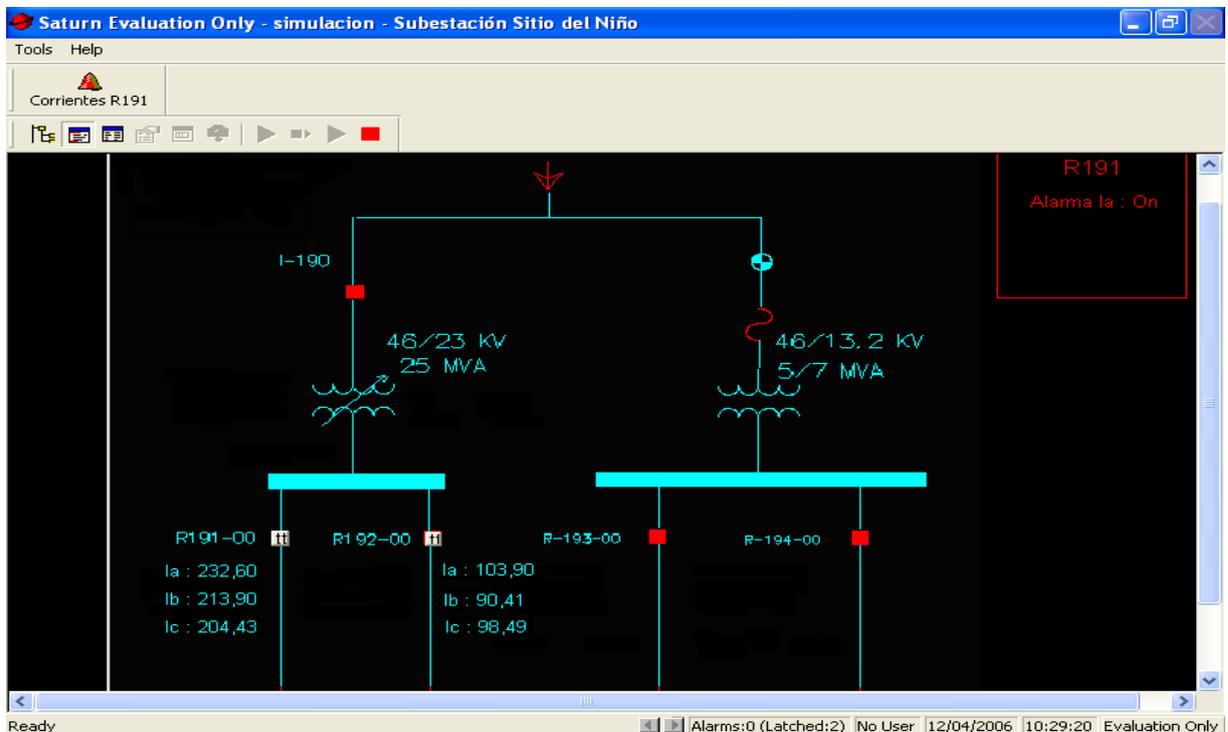


Figura 4.14. Corrida de Programa

El programa se desarrolló para que en la pantalla principal solo se mostraran las corrientes por fase en cada alimentador, para no saturar visualmente la pantalla. Se configuró de tal forma que al presionar un botón se trasladara a otra pantalla que muestra los detalles de corriente y voltaje por alimentador como en la siguiente figura.

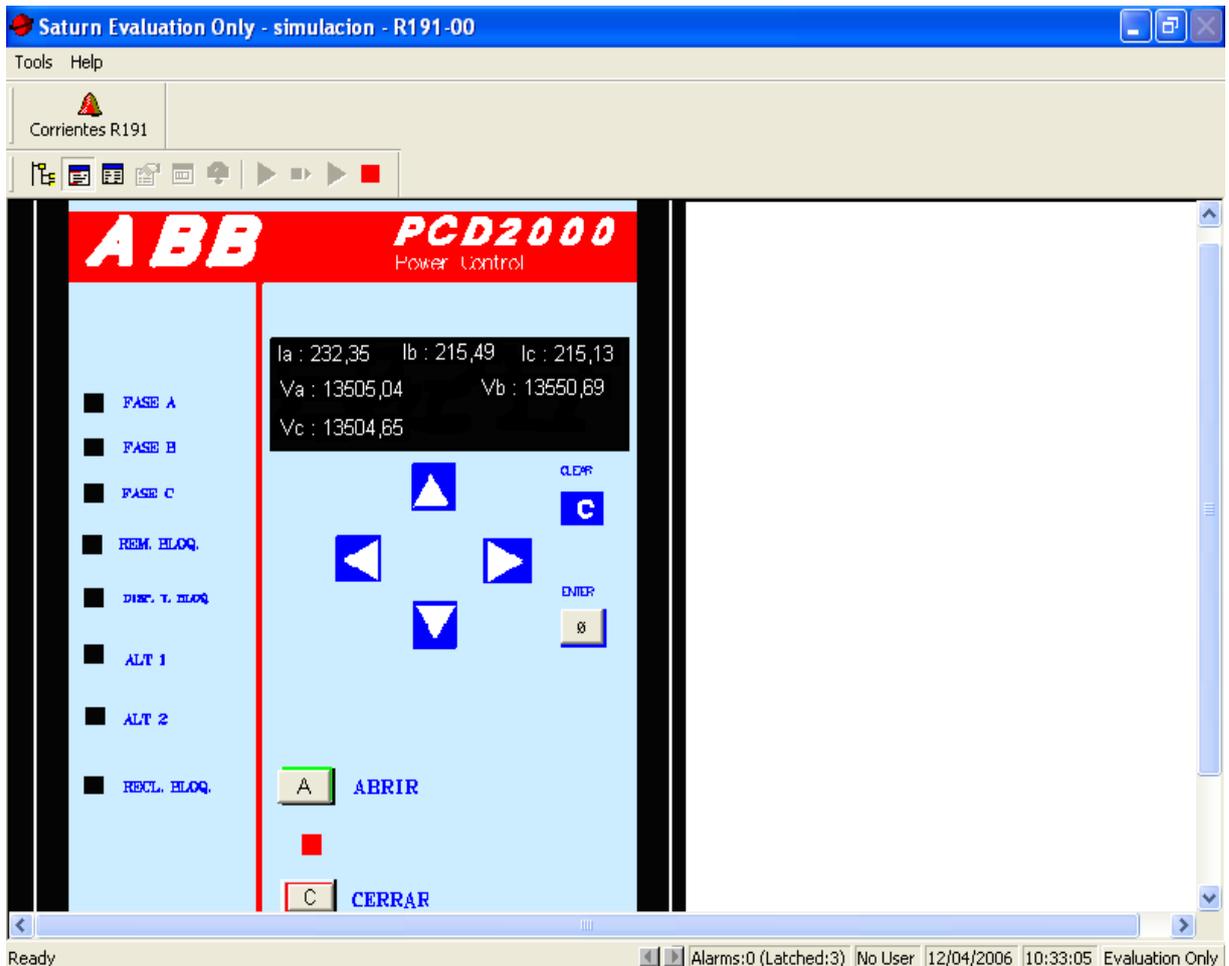


Figura 4.15. Pantalla de control por alimentador.

En esta pantalla además se programó la opción de control del sistema ya que mediante el botón abrir se enviaba a desactivar los datos del respectivo alimentador, esto en la práctica es útil a las distribuidoras para desactivar ramales de circuitos para efectos de distribución de carga. Posteriormente si se requería activar de nuevo las entradas en el alimentador inhabilitado, solamente bastaba con presionar el botón cerrar.

Al regresar a la pantalla principal, efectivamente se podía apreciar la inhabilitación de uno de los alimentadores.

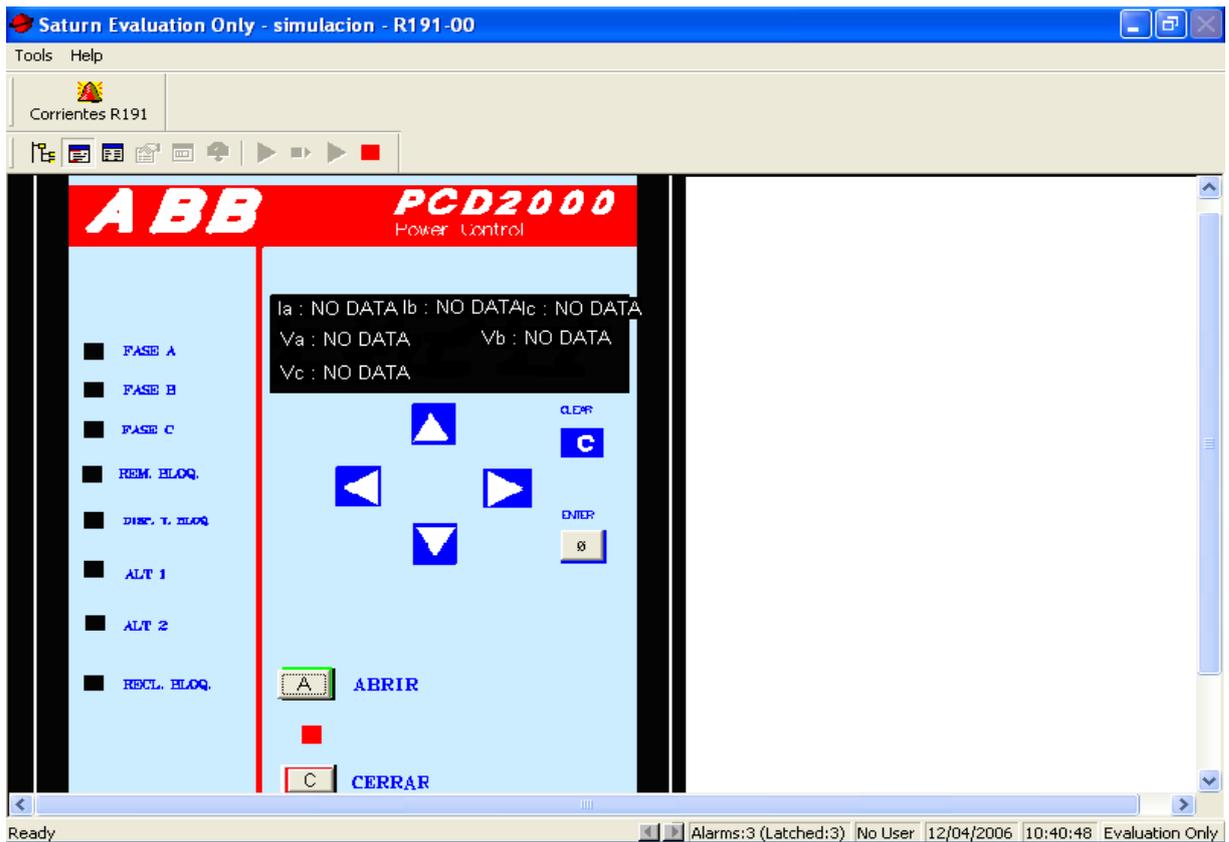


Figura 4.16 Verificación de inhabilitación de alimentador en pantalla.

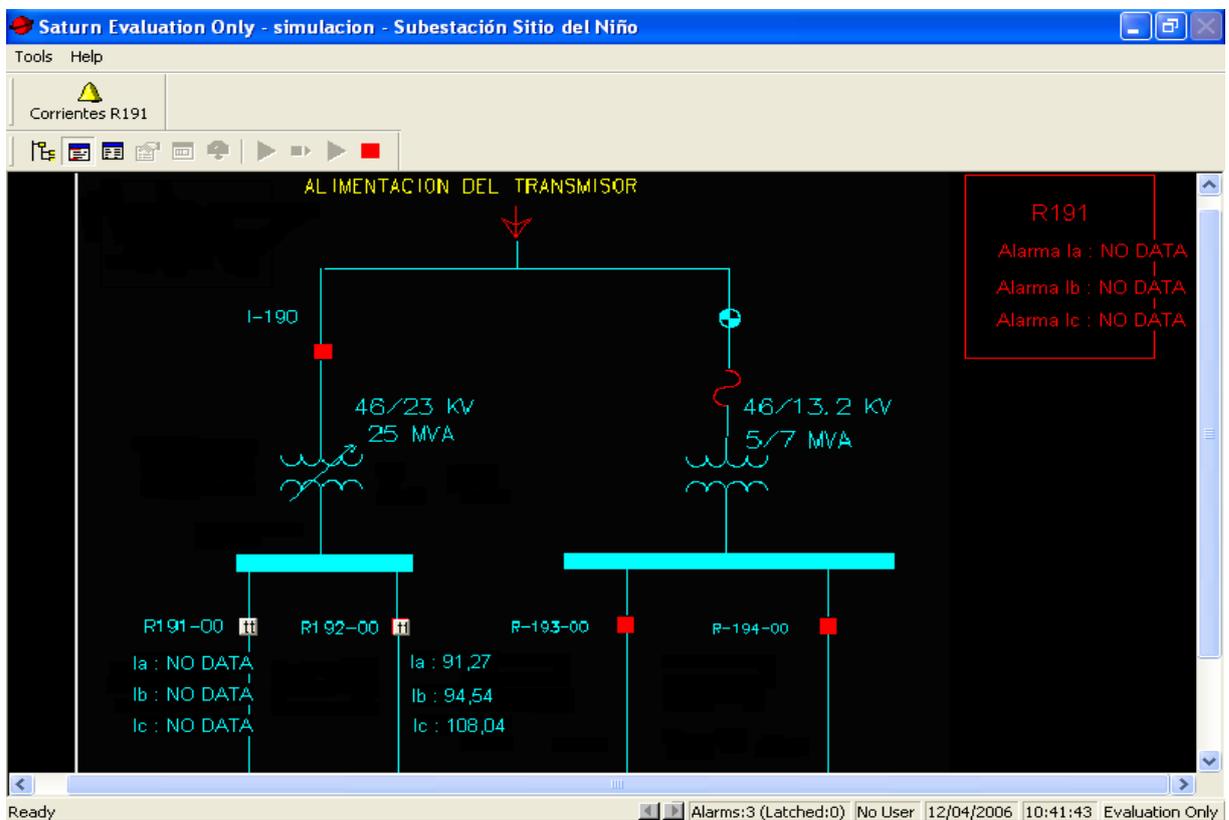


Figura 4.17. Verificación inhabilitación de alimentador en pantalla principal

BIBLIOGRAFÍA DE CAPITULO CUATRO

<http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>

<http://lists.opcfoundation.org/Products/>

<http://www.software.rockwell.com/support/download/>

<http://www.opto22.com/site/documents/>

<http://www.gefanuc.com>

<http://www.iconics.com/products/pdfs/>

<http://www.ni.com/>

<http://www.proytek.com/virgo.htm>

<http://www.emation.com/>

<http://www.hexatec.com/>

http://www.ugs.com/products/tecnomatix/production_execution/factorylink/

<http://www.axeda.com/>

CONCLUSIONES GENERALES

En base a la investigación realizada se determinó que no se puede proponer una estructura rígida que determine los elementos apropiados para establecer un sistema de comunicación industrial ya que dicha estructura de comunicación dependerá exclusivamente de las características propias del entorno en el cual se desarrollará, bajo esta perspectiva, el presente trabajo establece una base de consulta muy útil para la determinación de los protocolos de comunicación a requerir en una aplicación muy particular.

Se ha determinado que en la actualidad, debido a los avances tecnológicos y la intervención de fabricantes pequeños de dispositivos y usuarios que prefieren arquitecturas más abiertas, se tienen disponibles protocolos de comunicación que permiten integrar desde el primer hasta el último nivel de la pirámide CIM como es el caso de los sensores que tienen la capacidad de exportar sus datos bajo un protocolo establecido el cual puede ser leído directamente por un sistema SCADA.

En la práctica, descubrimos que la pirámide CIM es solo un intento por ordenar el esquema de comunicación que debería existir en un entorno industrial, ya que actualmente la tendencia es a reducir la cantidad de protocolos entre el dispositivo de campo y la interfaz hombre máquina, pero dicha estructura de comunicación puede resultar muy útil en la implementación de comunicación de grandes plantas industriales en las cuales debido a la jerarquía que ésta establece se puede llegar a tener un real dominio de todas las variables que participan en el proceso productivo ya que bajo esta estructura se presenta un panorama ordenado para la fácil detección de fallas o sustitución de equipos sin necesidad de deshabilitar la red.

Es factible implementar un sistema básico de comunicación completo de arquitectura abierta en el entorno industrial salvadoreño con una inversión relativamente pequeña en comparación a los gastos de operación y mantenimiento de determinada empresa.

Un sistema SCADA no puede ser encasillado en una rama de la industria específica ya que debido a la diversidad de herramientas que éstos manejan, pueden ser implementados en una diversidad de aplicaciones.

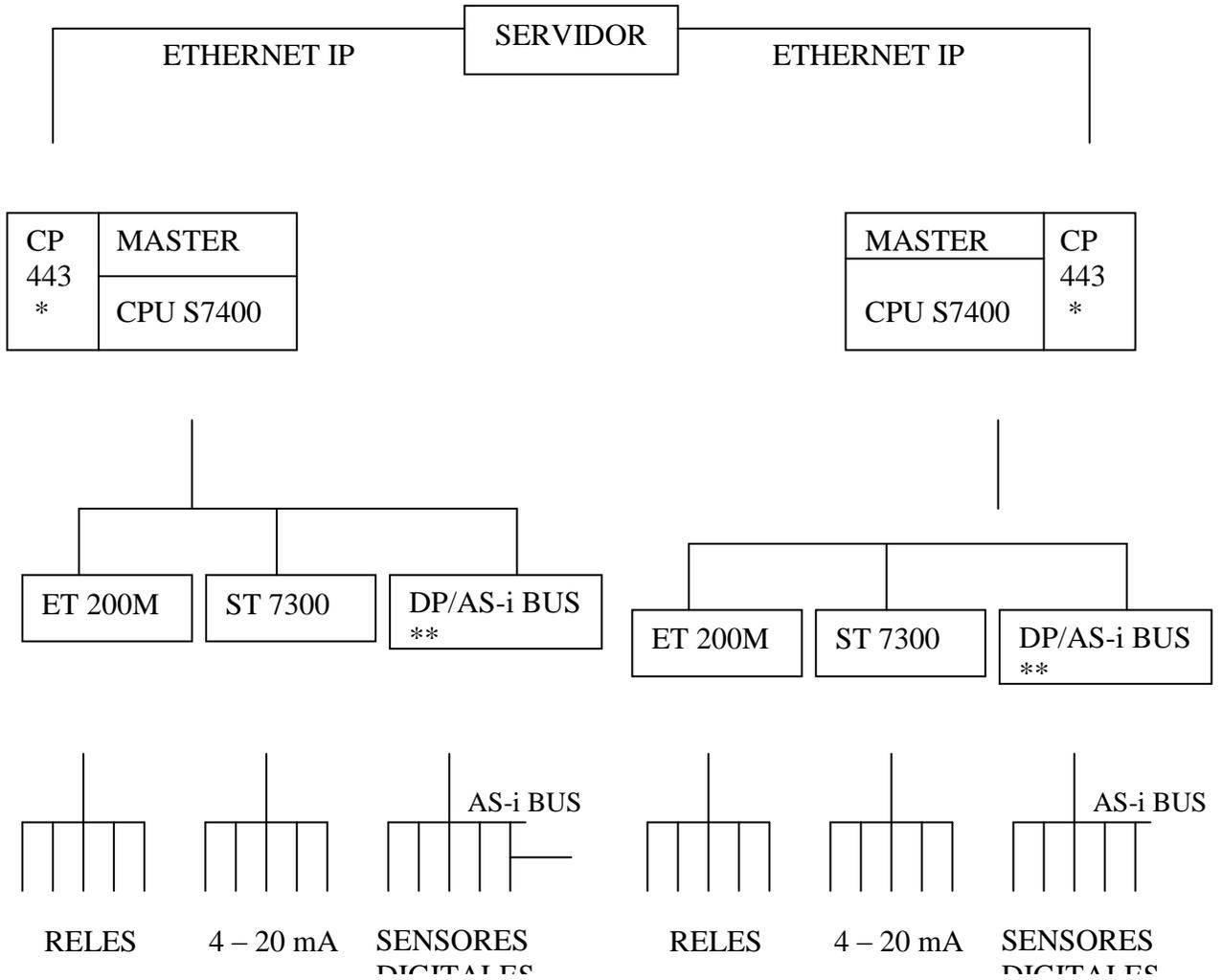
La diferencia principal entre un sistema de comunicación industrial de arquitectura abierta y uno propietario está enmarcado en el aspecto seguridad, el hecho que una estructura de comunicación sea abierto significa que puede ser accesado fácilmente por cualquier persona y existen empresas que no están dispuestas a exponer la confidencialidad de sus datos por lo que optan por un sistema propietario aunque resulte una abismal diferencia en cuanto a precio de implementación y mantenimiento.

ANEXOS

ANEXOS A. INVESTIGACION DE CAMPO

Empresa: Compañía La Constancia

Diagrama del proceso industrial (Esquema de la pirámide CIM)



¿Qué tipo de sensores posee el sistema automatizado?.

Analógicos. Digitales. Mixtos.

¿Qué tipo de lazo poseen entre los sensores y el elemento inteligente de control?

Control Monitoreo.

 Mixto.

¿Qué lenguaje utilizan los PLC's para su programación? Simatic.

Utiliza un protocolo de comunicación a nivel de sensores?

No. Si .

¿Cuál es el nombre del protocolo de comunicación? AS-i Bus. Tipo: Cable Amarillo.

NOMBRE DEL SENSOR/ EQUIPO	MODELO	OBSERVACIONES
PLC Siemens	Simatic S7300	PLC Esclavo
PLC Siemens	Simatic S7400	PLC Maestro
Sensor de nivel		De la marca: ABB
Sensor de Presión		
Sensor de Temperatura		
Válvula NC	Think Top Alfa Laval	

A. Bus de Campo

Protocolo para el bus:

- | | | |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ControlNet | <input type="checkbox"/> Compobus D | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Profibus DP | <input type="checkbox"/> Compobus S | <input type="checkbox"/> Bitbus |
| <input type="checkbox"/> Profibus FMS | <input type="checkbox"/> DeviceNet | <input type="checkbox"/> Modbus Modicon |
| <input type="checkbox"/> Profibus PA | <input type="checkbox"/> Hart | <input type="checkbox"/> Worldfip |
| <input type="checkbox"/> Foundation Fieldbus | <input type="checkbox"/> Otros: _____ | <input type="checkbox"/> Interbus. |

Topología de la red:

- | | | |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Bus | <input type="checkbox"/> Árbol Multinivel | <input type="checkbox"/> Anillo. |
| <input type="checkbox"/> Árbol | <input type="checkbox"/> Estrella | <input type="checkbox"/> Otro: _____ |

Modelo de comunicación:

- | | | |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Productor/Consumidor | <input type="checkbox"/> Fuente/Destino | <input type="checkbox"/> Punto a Punto |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|

Modo de Comunicación (Bus Addressing)

- | | | |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Maestro/Esclavo | <input type="checkbox"/> Multimaestro | |
| | | <input type="checkbox"/> Peer to Peer |

B. red LAN.

Protocolo para la red:

- | | | |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Ethernet/IP | <input type="checkbox"/> SimaticNet | <input type="checkbox"/> Otro: |
| <input type="checkbox"/> Modbus/TCP | <input type="checkbox"/> MAP | |
| <input type="checkbox"/> Profinet | <input type="checkbox"/> MINIMAP | |
| <input type="checkbox"/> HSE fieldbus | | |

Medio Físico:

- | | | |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Coaxial | <input checked="" type="checkbox"/> Par trenzado (4 Pares) | <input type="checkbox"/> Otro: |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|

Topología Física

- | | | |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Bus | <input type="checkbox"/> Árbol Multinivel | <input type="checkbox"/> Anillo. |
| <input type="checkbox"/> Árbol | <input type="checkbox"/> Estrella | <input type="checkbox"/> Otro: |

C. Procesamiento de datos.

¿Utiliza la interface OPC ?

- | | |
|----------------------------------------|-----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
|----------------------------------------|-----------------------------|

¿Qué tipo de proceso sufren los datos en las estaciones?

- | | |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Control | <input type="checkbox"/> Monitoreo. |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|

¿Qué sistema se utiliza para el procesamiento de datos?

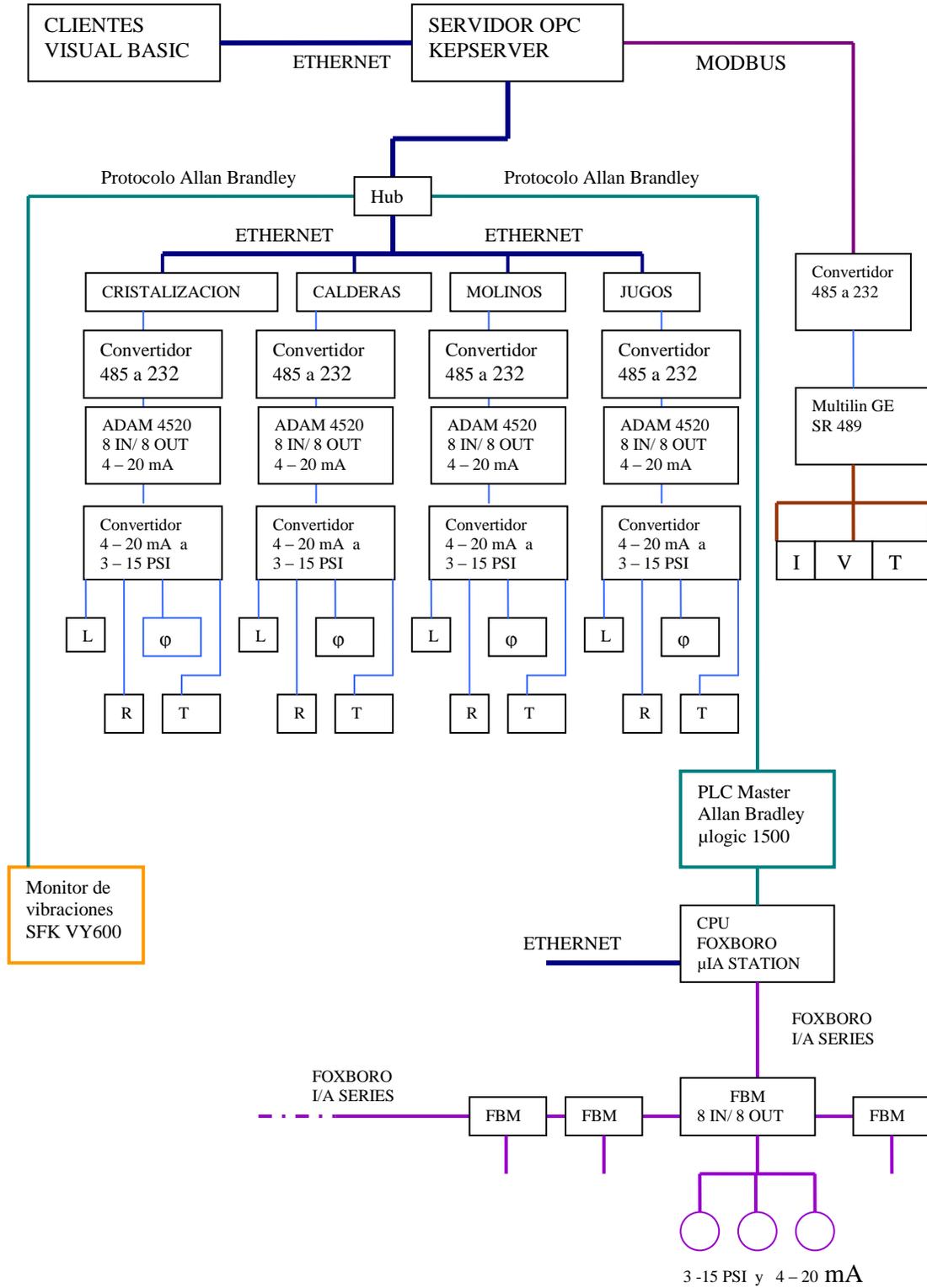
- | | |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Hojas de Calculo | <input checked="" type="checkbox"/> SCADA |
| <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Base de Datos |

¿Cuál es el nombre? Braumat, Proveedor: Ziemann Scenic XB.

Observación: El sistema de adquisición de datos se realiza por medio del programa Simatic STEP 7

¿Cuántas estaciones existen después de la red Lan? Dos servidores y Tres clientes.

Empresa: La Cabaña.



¿Qué tipo de sensores posee el sistema automatizado?.

Analógicos. Digitales. Mixtos.

Utilizan sensores analógicos que se comunican con señal 4-20 mA y 3-15 PSI.

¿Qué tipo de lazo poseen entre los sensores y el elemento inteligente de control?

Control **Monitoreo.** Mixto.

¿Qué lenguaje utilizan los PLC's para su programación? **RSlogic**

Utiliza un protocolo de comunicación a nivel de sensores?

No. **Si .**

¿Cuál es el nombre del protocolo de comunicación? **Foxboro I/A Series**

NOMBRE DEL SENSOR/ EQUIPO	MODELO	OBSERVACIONES
PLC Siemens	Simatic S7300	PLC Esclavo
PLC Siemens	Simatic S7400	PLC Maestro
PLC Allan Brandley	µLogic 1500	PLC Maestro 1
PLC Foxboro	µIA station	PLC Maestro
Sensor de nivel		De las marcas: Foxboro, Fisher, ABB, Honeywell y Moore,
Sensor de Presión		
Sensor de Temperatura		
Válvulas		
Convertidores RS232 a RS485	ADAM 4520	Módulos de Adquisición de datos

A. Bus de Campo

Protocolo para el bus:

- | | | |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ControlNet | <input type="checkbox"/> Compobus D | <input checked="" type="checkbox"/> Modbus Modicon |
| <input type="checkbox"/> Profibus DP | <input type="checkbox"/> Compobus S | <input type="checkbox"/> Worldfip |
| <input type="checkbox"/> Profibus FMS | <input type="checkbox"/> DeviceNet | <input type="checkbox"/> Interbus. |
| <input type="checkbox"/> Profibus PA | <input type="checkbox"/> HART | <input checked="" type="checkbox"/> Otros: <u> Protocolo</u> |
| <input type="checkbox"/> Foundation Fieldbus | <input type="checkbox"/> Bitbus | <u>Allan Brandley</u> |

Topología de la red:

- | | | |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Bus | <input type="checkbox"/> Árbol Multinivel | <input type="checkbox"/> Anillo. |
| <input type="checkbox"/> Árbol | <input type="checkbox"/> Estrella | <input type="checkbox"/> Otro: _____ |

Modelo de comunicación:

- | | | |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Productor/Consumidor | <input type="checkbox"/> Fuente/Destino | <input type="checkbox"/> Punto a Punto |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|

Modo de Comunicación (Bus Addressing)

- | | | |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Maestro/Esclavo | <input type="checkbox"/> Multimaestro | <input type="checkbox"/> Peer to Peer |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|

B. red LAN.

Protocolo para la red:

- | | | |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Ethernet/IP | <input type="checkbox"/> SimaticNet | <input type="checkbox"/> Otro: |
| <input type="checkbox"/> Modbus/TCP | <input type="checkbox"/> MAP | |
| <input type="checkbox"/> Profinet | <input type="checkbox"/> MINIMAP | |
| <input type="checkbox"/> HSE fieldbus | | |

Medio Físico:

- | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Coaxial | <input checked="" type="checkbox"/> Par trenzado (4 Pares) | <input type="checkbox"/> Otro: |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|

Topología Física

- | | | |
|------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Bus | <input type="checkbox"/> Árbol | <input type="checkbox"/> Árbol Multinivel |
|------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|

Estrella

Anillo.

Otro:

C. Procesamiento de datos.

¿Utiliza la interface OPC ?

Si

No

Utilizan Kepserver Ex
Kepware.

¿Qué tipo de proceso sufren los datos en las estaciones?

Control.

Monitoreo.

¿Qué sistema se utiliza para el procesamiento de datos?

SCADA

Base de Datos

Hojas de Calculo

Otros.

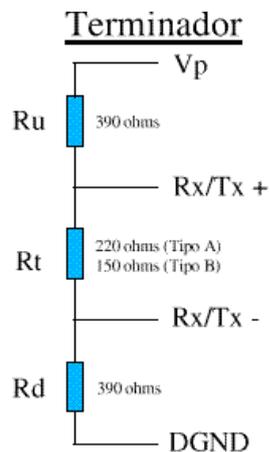
¿Cuál es el nombre? VBasic , Proveedor: Microsoft Co.

.

Observación: El sistema de adquisición de datos se realiza por medio del programa GeniDaq.

_____.

ANEXOS B



Connector DB9

- Obrigatórios:

Pino 3 – Rx/Tx +

Pino 5 – DGND

Pino 8 – Rx/Tx -

- Terminadores:

Pino 6 – Vp (+5 V)

- Opcionais:

Pino 1 – Blindagem

Pino 2 – M24V (-24 V, 100 mA)

Pino 7 – P24V (+24 V, 100 mA)

Pino 4 – CNTR-P

Pino 9 – CNTR-N

ANEXOS C. Protocolos de arbitraje

Se denomina así al acceso a la posibilidad de transmitir datos por la red; hay dos que son los más utilizados :

- 1- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, Acceso múltiple con escucha de portadora y detección de colisión)
- 2- Token Passing.

1- CSMA/CD

En este caso, cualquier máquina puede iniciar una comunicación (acceso múltiple) con sólo verificar que no haya ninguna otra comunicación en el cable ; para ello detecta la presencia de portadora (Carrier Sense).(fase a).

La información que se está transmitiendo tarda un cierto tiempo en recorrer la red. Una estación a la que todavía no le llegaron los primeros bits podría iniciar una transmisión basada en que en ese momento no hay señal.(fase b). Un instante después le empezarán a llegar dichos bits, pero como la transmisión ya había comenzado, las estaciones comprendidas entre ambas máquinas recibirán la suma de las dos señales.(fase c). Esto se denomina "colisión". El segundo transmisor debe seguir transmitiendo un tiempo suficiente como para que el primero se entere de la colisión.(fase d). Esta acción recibe el nombre de atascamiento (Jamming).

Análisis de una colisión.

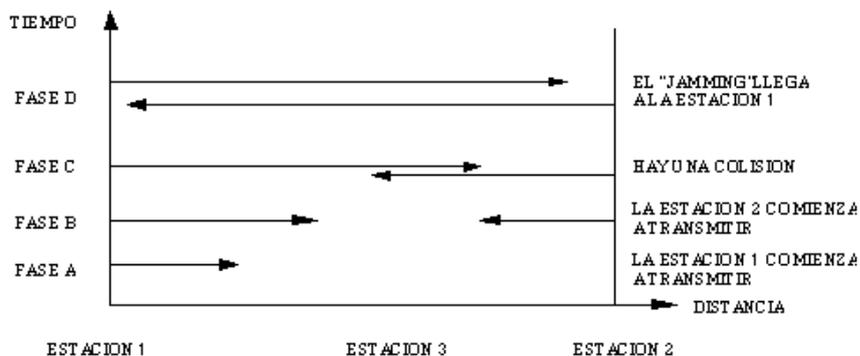


figura C1. esquematización del funcionamiento CSMA/CD.

- El peor caso de colisión se produce cuando las estaciones están a la mayor distancia posible y la segunda comienza a transmitir justo antes de recibir el primer bit, pues al tiempo de propagación de la señal de la primera estación a la segunda, hay que sumarle el de propagación del atascamiento de la segunda a la primera. La suma de esos tiempos define la "ventana de colisión".

Una vez detectada la colisión, ambas estaciones deben dejar pasar un tiempo determinado cuasi aleatoriamente antes de intentar retransmitir. Si se produce otra colisión, se reintenta esperando un tiempo mayor. El tiempo promedio de demora se duplica con cada reintento. Puede haber colisiones múltiples. Es posible que una estación no pueda comunicarse durante mucho tiempo debido a una sucesión de colisiones.

2- Token Passing.

Este sistema evita la colisión pues limita el derecho a transmitir a una máquina. Esa máquina se dice que tiene el token. El token va pasando a intervalos fijos de una máquina a otra. La circulación del token de una máquina a la siguiente hace que, desde el punto de vista lógico, toda red basada en tokens sea un anillo.

Comparación entre CSMA/CD y Token passing:

Ambos tipos de protocolos presentan un uso generalizado. La ventaja del primero es que ofrece un mayor rendimiento, en especial cuando existen pocas colisiones. Esto ocurre si la mayoría de las transmisiones se originan en la misma terminal o si hay relativamente poco tráfico en la red. Una ventaja del segundo es que puede asegurarse que, con independencia del tráfico en la red, una terminal transmitirá antes de concluir un tiempo predeterminado. Esto tiene dos efectos positivos: uno, que el rendimiento de

la red no disminuye significativamente al aumentar el tráfico y el otro que, asegura la llegada del mensaje a su destino antes de que pase cierto tiempo, como se requiere en muchas aplicaciones industriales. CSMA/CD resulta muy adecuado para aplicaciones interactivas con tráfico muy dispar, como son las aplicaciones normales de procesamiento de textos, financieras, etc; mientras que Token Passing es el método de acceso adecuado para las empresas con aplicaciones que exigen un tráfico elevado y uniforme en la red (multimedia, CAD, autoedición, etc.), se prefiere el CSMA/CD para oficinas. El Token Passing es el favorito para las fábricas e instituciones que manejan grandes cúmulo de información.

CAPA DE ENLACE LÓGICO. COMUNICACIÓN MAESTRO/ESCLAVO.

Los esclavos deben responder al maestro dentro de Tslot.

En el caso en el que el esclavo no responda, el maestro re-envía el mensaje, adicionando el tiempo muerto mínimo Tidle.

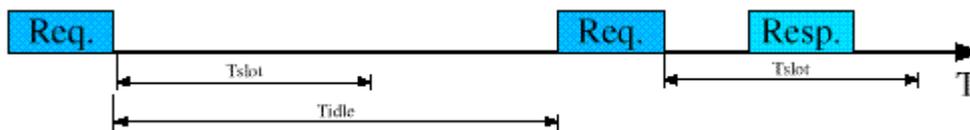


Figura C2.Control de acceso al medio mediante Token passing bajo el Modo de

Direccionamiento Maestro/Esclavo.

Después de un numero máximo de intentos, el esclavo pasa a ser considerado como no operable. Los mensajes emitidos a esclavo no operables, y que no obtuvieron respuesta, no son repetidos.

Son efectuadas un máximo de tres intentos para entregar el token de un dispositivo a otro. En le caso en que no consiga entregar el token a cierto dispositivo, retoma el

algoritmo de pasar el token para la próxima estación en su lista de estaciones activas (LAS).

En el caso de que un maestro no consiga entregar el token a otra estación, el maestro con el token asume que es el único maestro en la red, y continúa con el token en su poder.

Temporización de la rotación del token.

El usuario especifica el tiempo que pretende para la rotación del token (TTR).

Cada maestro mantiene su propio cálculo del tiempo real de rotación del token (TRR) y el temporizador es inicializado cuando el maestro recibe el token y finaliza cuando recibe el token nuevamente, reiniciando el conteo.

Cuando un maestro recibe el token, este determina el tiempo máximo durante lo cual puede mantener ese token $TTH = (TTR - TRR)$

Un maestro puede enviar mensajes mientras el TTH no expira

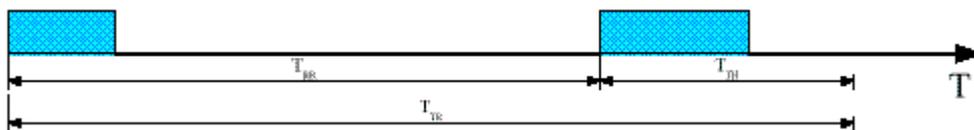


Figura C3. Temporización de la rotación del token.

ANEXOS D.

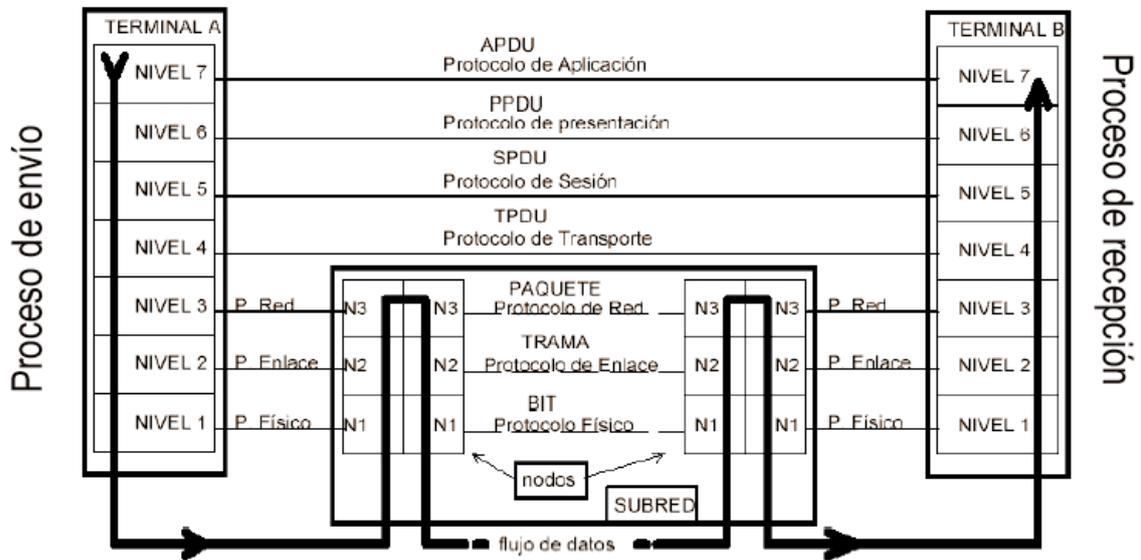


Figura D1. Modelo OSI

Con respecto a la capa física se aconseja cumplir con las siguientes características:

Medio Físico.

Tres tipos son definidos: cable, fibra óptica y señales de radio-frecuencia. La definición para cable y fibra óptica ya ha sido definida por ISA.

Velocidad de comunicación para H1 (Uso de cable).

31.25kbps, 1 MB/s y 2.5 MB/s (H2).

H1 y H2 son las clasificaciones usuales para los dos objetivos de fieldbus. H1 tiene una velocidad de comunicación relativamente baja, puede utilizar los cables existentes y satisface los requerimientos para instalaciones con seguridad intrínseca y permite la alimentación de los dispositivos a través del mismo conducto para la transmisión de la señal digital. H2 tiene alta velocidad y requiere alimentación independiente para los dispositivos de campo.

Numero de dispositivos por bus. (31.25 kbps).

2 a 32 dispositivos, sin alimentación sobre el bus y sin capacidad de instalaciones intrínsecamente segura. 2 a 6 dispositivos con alimentación en el bus y seguridad intrínseca.

Distancia Máxima.

Hasta 1900 metros sin repetidores para 31.25 kbps, numero máximo de repetidos igual a cuatro, Hasta 750 metros para un MB/s y hasta 500 metros para 2.5MB/s.

Topología.

Topología de Bus y Arbol son aceptadas.

Sección D.

AS-Interface

Bus cable



Figura D.2, Cable AS-i

Construcción

- *Conductor de hilo de cobre fino..*

- *Aislamiento TPE,*

Código de colores; azul y café.

-*Núcleos paralelos aislados.*

- *Amarillo(RAL 1023), negro(RAL9005) o rojo(RAL 3002) blindaje TPE.*

Aplicación

El cable AS-i está destinado al uso en todas las redes AS-i.

El flexible, cable Amarillo AS-i provee cableado estándar para todas las estaciones AS-i. Ambos, el dato y la alimentación son transportados en este cable.

El cable de poder Negro AS-i es utilizado para la alimentación de potencia externa adicional para las salidas(24VDC).

El cable AS-i está disponible en rojo para módulos que operan con una alimentación de 230 VAC.

Datos Técnicos

Rango de Temperatura

Flexing -20°C.....+80°C

static -40°C.....+80°C

Radio de flexión 15 x diámetro del cable

Características Eléctricas

Resistencia en anillo del conductor max. 186 Ohm/km

Tensión Nomina 1 max. 300 V.

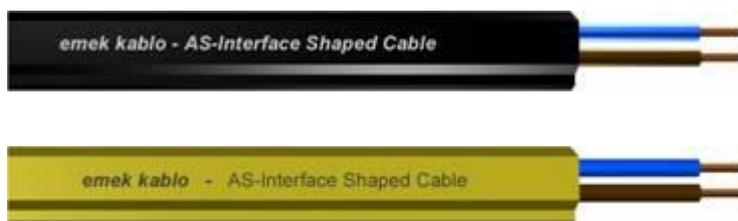


Figura D3. Cable apantallado para bus AS-i

Tabla D.1. Código y características del conductor del bus AS-i

<i>Código N^o</i>	<i>No. De conductor y sección transversal mm²</i>	<i>Dimensiones globales Mm</i>	<i>Peso Aproximado kg/km</i>	<i>Longitud Estándar mt</i>
<i>35004005 YELLOW</i>	<i>– 2x1,50</i>	<i>4,0 x 10,0</i>	<i>57</i>	<i>100/1000</i>
<i>35004006 BLACK</i>	<i>– 2x1,50</i>	<i>4,0 x 10,0</i>	<i>57</i>	<i>100/1000</i>
<i>35004007 RED</i>	<i>– 2x1,50</i>	<i>4,0 x 10,0</i>	<i>57</i>	<i>100/1000</i>

DEVICENET



Figura D.4. Cable para protocolo DEVICENET

Construcción

- *Conductor de cobre multifilar revestido de estaño.*
- *Aislamiento celular PE para datos, PVC con revestimiento de nylon para la alimentación,*

Código de colores, par de potencia; rojo, negro

par de datos; azul, blanco.

- *Pares trenzados individualmente revestidos de aluminio.*
- *Alambre para dreno de cobre revestido de estaño..*

Tabla D.2. Código y características del conductor del bus AS-i

Código N ^o	No. De conductor y cableado AWG	Diámetro global mm	Peso Aproximado kg/km	Longitud Estándar mt
35001010	2x16/19 + 2x20/19	10,3	123	100/500
35001011	2x22/19 + 2x22/19	7,2	54	100/1000

INTERBUS

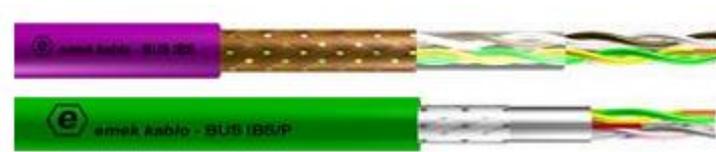


Figura D.5. Cable para protocolo INTERBUS

Construcción

- Conductor de cobre multifilar.
- Aislamiento PE, (+PVC para alimentación)

Código de colores acordes a DIN 47100.

- Pares trenzados en capas.
- Cubierta de plástico.
- Trenza de cobre apantallada.

Cobertura min. %85

- Blindaje Violeta PVC(RAL 4001) o verde PUR.

Características de Interbus

La topología de bus es lineal con un cable de par trenzado apantallado. La red soporta hasta 127 nodos con el uso de repetidores. La max. longitud de la línea es 4800m usando repetidores, o 1200m sin repetidores. El número de repetidores que pueden ser utilizados está limitado a cuatro. Las conexiones se realizan a través del uso de un conector de 9 Pines D. Las velocidades de transmisión son elegibles empezando en 9.6 Kbps.

Datos técnicos

Rango de Temperatura

Flexing - 5°C.....+50°C

static -30°C.....+70°C

Radio de Flexión 15 x diámetro del cable

Características Eléctricas

Resistencia en anillo del conductor *max. 186 Ohm/km*

Capacitancia (800 Hz) *max. 60 nF/km.*

Tensión nominal *max. 100 V.*

Impedancia *nom. 100 Ohm ± 15%*

Tabla D.3. Código y características del conductor del bus INTERBUS

<i>Código N^o</i>	<i>No. de conductores y sección transversal</i>	<i>Diámetros globales mm</i>	<i>Peso Aproximado kg/km</i>	<i>Longitud Estándar mt</i>
35001004 <i>PVC</i>	- 3x2x0,22	7,1	68	100/1000
35005004 <i>PUR</i>	- 3x2x0,22	7,7	77	100/1000
35005005 <i>PUR</i>	- 3x2x0,22+3x1,00	7,9	85	100/1000

PROFIBUS

1 x 2 x 0.64 mm. (22 AWG) Siemens Sinec L2 Cable



Figura D.6. Cable para protocolo PROFIBUS

Construcción

- *Conductor sólido de cobre.*

- *Aislamiento celular PE.*

Código de colores; Rojo, Verde.

- *2 núcleo juntos trenzados.*

- *Cubierta de plástico.*

- *Trenza de cobre revestida de aluminio.*

Cobertura min.%65

- *Blindaje violeta PVC(RAL 4001) o negro PE.*

Características Profibus

PROFIBUS es uno de los mayores buses de campo industriales abiertos de todo el mundo. La red puede soportar hasta 32 nodos o correr a velocidades tan altas como 12 Mbps. Como la mayoría de buses de campo, PROFIBUS puede reducir costos de operación, incrementar productividad y optimizar la calidad del producto. Distinto al control de 4-20mA, PROFIBUS puede soportar 32 estaciones en un solo segmento de bus operando en un cable de par trenzado

Datos Técnicos

flexing - 5°C.....+60°C

static -40°C.....+60°C

Radio de Flexión 15 x diámetro del cable

Características Eléctricas

Resistencia en anillo del conductor max. 110 Ohm/km

Capacitancia (800 Hz) aprox. 29,5 nF/km.

Tensión nominal max. 100 V.

Impedancia 3 - 20 MHz 150 Ohm ± 15%

Atenuación

9.6 KHz , 2.5 dB/km.,

38.4 MHz 4 dB/km.

4,0 MHz 22 dB/km.

16,0 MHz 42 dB/km.

Tabla D.4. Código y características del conductor del bus AS-i

<i>Código N^o</i>	<i>No. De conductor y cableadoAWG</i>	<i>Diámetro global mm</i>	<i>Peso Aproximado kg/km</i>	<i>Longitud Estándar mt</i>
<i>35001000</i>	<i>1x2x0,64</i>	<i>7.8</i>	<i>58</i>	<i>100/1000</i>
<i>35002001</i>	<i>1x2x0,64</i>	<i>8.0</i>	<i>53</i>	<i>100/1000</i>

Anexo E. Modelo OSI

Las siglas O.S.I. cuyo significado es Open System Interconnection o, en castellano, Interconexión de Sistemas Abiertos, se formó en el año 1983 y es el resultado del trabajo de la ISO (International Standard Organization) para la estandarización internacional de los protocolos de comunicación como necesidad de intercambiar información entre sistemas heterogéneos, entre sistemas cuyas tecnologías son muy diferentes entre sí , llevó a la ISO a buscar la manera de regular dicho intercambio de información.

Se consideró que los protocolos y modelos de la OSI llegarían a dominar las comunicaciones entre computadores, reemplazando eventualmente las implementaciones particulares de protocolos así como a modelos rivales tales como TCP/IP o el Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo Internet.

Pero esto no ha sucedido así, aunque se han desarrollado muchos protocolos de utilidad dentro del contexto de OSI, el modelo de las siete capas en su conjunto no ha prosperado. Por el contrario, la arquitectura TCP/IP se ha convertido en la dominante.

No tenemos que descartar que la agencia que se encargó de esta tarea, la ISO consiguió obtener grandes avances en lo dedicado a la comunicación entre los computadores aunque su trabajo se extiende desde 1946 hasta hoy día con el objetivo de promocionar el desarrollo de normalizaciones que abarcan un gran abanico de materias siguiendo a su vez unas determinadas normas para la creación de un estándar ISO.

Capas del Modelo OSI

El comité de la ISO definió una serie de capas y servicios realizados por cada una de esas capas que podemos ver a continuación de forma esquemática :

- **NIVEL 7: APLICACIÓN** : Provee servicios generales relacionados con aplicaciones (p.ej.: transmisión de ficheros)
- **NIVEL 6: PRESENTACIÓN** : formato de datos (p.ej : ASCII)
- **NIVEL 5: SESIÓN** : Coordina la interacción en la sesión (diálogo) de los usuarios
- **NIVEL 4: TRANSPORTE** : Provee la transmisión de datos confiable de punto a punto
- **NIVEL 3: RED** : Enruta unidades de información
- **NIVEL 2: ENLACE DE DATOS** : Provee intercambio de datos entre los dispositivos del mismo medio
- **NIVEL 1: FÍSICO** : Transmite un flujo de bits a través del medio físico

Modelo OSI

Detalle técnico de las capas del modelo OSI.

CAPA FÍSICA

La capa física abarca el conjunto físico propiamente dicho del que consta toda comunicación y también abarca las reglas por las cuales pasan los bits de uno a otro. Sus principales características son las siguientes :

Mecánicas: relaciona las propiedades físicas del interfaz con el medio de transmisión. A veces, incluye la especificación de un conector que une una o más señales del conductor, llamadas circuitos.

Eléctricas: relaciona la representación de los bits (por ejemplo, en términos de niveles de tensión) y la tasa de transmisión de datos. Maneja voltajes y pulsos eléctricos.

Funcional: especifica las funciones realizadas por los circuitos individuales del interfaz físico entre un sistema y el medio de transmisión.

De procedimiento: especifica la secuencia de eventos por los que se intercambia un flujo de bits a través del medio físico.

CAPA DE ENLACE DE DATOS

Mientras la capa física proporciona solamente un servicio bruto de flujo de datos, la de enlace de datos intenta hacer el enlace físico seguro y proporciona medios para activar, tener y desactivar el enlace. El principal servicio proporcionado por la capa de enlace de datos a las superiores es el de detección de errores y control. Así con un protocolo de la capa de enlace de datos completamente operacional, la capa adyacente superior puede suponer transmisión libre de errores en el enlace. Sin embargo, si la comunicación es entre dos sistemas que no están directamente conectados, la conexión constará de varios enlaces de datos unidos, cada uno operando independientemente. De este modo no se libera a la capa superior de la responsabilidad del control de errores.

CAPA DE RED

La capa de red proporciona los medios para la transferencia de información entre los sistemas finales a través de algún tipo de red de comunicación. Libera a las capas superiores de la necesidad de tener conocimiento sobre la transmisión de datos subyacente y las tecnologías de conmutación utilizadas para conectar los sistemas. En esta capa, el sistema computador está envuelto en un diálogo con la red para especificar la dirección de destino y solicitar ciertas facilidades de la red, como prioridad.

Existe un espectro de posibilidades para que las facilidades de comunicación intermedias sean gestionadas por la capa de red. En un extremo, existe en enlace punto a punto (from point to point) directo entre las estaciones. En este caso, no existe la

necesidad de una capa de red ya que la capa de enlace de datos puede proporcionar las funciones necesarias de gestión del enlace. Lo siguiente puede ser un sistema conectado a través de una única red, como una red de conmutación de circuitos o de conmutación de paquetes.

En el otro extremo, dos sistemas finales podrían desear comunicarse, pero sin estar conectados ni siquiera a la misma red. Pero están conectados a redes que, que directa o indirectamente, están conectadas unas a otras. Este caso requiere el uso de alguna técnica de interconexión entre redes.

CAPA DE TRANSPORTE

La capa de transporte proporciona un mecanismo para intercambiar datos entre sistemas finales. El servicio de transporte orientado a conexión asegura que los datos se entregan libres de errores, en secuencia y sin pérdidas o duplicados. La capa de transporte puede estar relacionada con la optimización del uso de los servicios de red y proporcionar una calidad del servicio solicitada. Por ejemplo, la entidad de sesión puede especificar tasas de error aceptables, retardo máximo, prioridad y seguridad.

El tamaño y la complejidad del protocolo de transporte dependen de cómo seguras o inseguras sean las redes y sus servicios. De acuerdo a esto, ISO ha creado una familia de 5 estándares de protocolos de transporte, cada uno orientado a los diferentes servicios subyacentes. En la arquitectura de protocolos TCP/IP, existen dos protocolos comunes de la capa de transporte: el orientado a conexión TCP y el no orientado a conexión UDP (User Datagram Protocol).

CAPA DE SESIÓN

Las cuatro capas más bajas del modelo OSI proporcionan un medio para el intercambio rápido y seguro de datos. Aunque para muchas aplicaciones este servicio básico es insuficiente. Por lo tanto, se tuvo que mejorar algunos aspectos proporcionando unos mecanismos para controlar el diálogo entre aplicaciones en sistemas finales. En muchos casos, habrá poca o ninguna necesidad de la capa de sesión, pero para algunas aplicaciones, estos servicios se utilizan.

Los servicios clave proporcionados por la capa de sesión incluyen los siguientes puntos

Disciplina de Diálogo : esta puede ser simultánea en dos sentidos o full dúplex o alternada en los dos sentidos o semi-duplex.

Agrupamiento: El flujo de datos se puede marcar para definir grupos de datos. Por ejemplo, una tienda de venta al por menor esta transmitiendo datos de ventas a una oficina regional, estos se pueden marcar para indicar el final de los datos de ventas de cada departamento. Esto indicaría al computador que finalice la cuenta de totales para ese departamento y comience una nueva cuenta para el departamento siguiente.

Recuperación : la capa de sesión puede proporcionar un mecanismo de puntos de comprobación, de forma que si ocurre algún tipo de fallo entre puntos de comprobación, la entidad de sesión puede retransmitir todos los datos desde el último punto de comprobación.

CAPA DE PRESENTACIÓN

La capa de presentación define el formato de los datos que se van a intercambiar entre las aplicaciones y ofrece a los programas de aplicación un conjunto de servicios de transformación de datos. La capa de presentación define la sintaxis utilizada entre entidades de aplicación y proporciona los medios para la selección y las subsecuentes modificaciones de la representación utilizada. Algunos ejemplos de los servicios específicos que se podrían realizar en esa capa son los de compresión y encriptado de datos.

CAPA DE APLICACIÓN

La capa de aplicación proporciona un medio a los programas de aplicación para que accedan al entorno OSI. Esta capa contiene funciones de administración y generalmente mecanismos útiles para admitir aplicaciones distribuidas. Además, se considera que residen en esta capa las aplicaciones de uso general como transferencia de ficheros correo electrónico y acceso terminal a computadores remotos.

GLOSARIO

API (del inglés Application Programming Interface - Interfaz de Programación de Aplicaciones): Es un conjunto de especificaciones de comunicación entre componentes software. Representa un método para conseguir abstracción en la programación, generalmente (aunque no necesariamente) entre los niveles o capas inferiores y los superiores del software. Uno de los principales propósitos de una API consiste en proporcionar un conjunto de funciones de uso general, por ejemplo, para dibujar ventanas o iconos en la pantalla. De esta forma, los programadores se benefician de las ventajas de la API haciendo uso de su funcionalidad, evitándose el trabajo de programar todo desde el principio. Las APIs asimismo son abstractas: el software que proporciona una cierta API generalmente es llamado la implementación de esa API.

Burst: Otro modo de comunicación opcional, que permite que un único dispositivo esclavo emita continuamente un mensaje HART de respuesta estándar.

Cambio de estado: Formato de mensaje en el cual los dispositivos envían solamente mensajes al explorador cuando su estado cambia. Esto ocupa un mínimo absoluto de tiempo en la red, y una red grande que usa el cambio de estado puede superar a menudo en velocidad a una red que utiliza el modo de interrogación. Ésta es mas eficiente en tiempo pero (a veces) la manera menos exacta de obtener la información de los dispositivos porque el tiempo del rendimiento de procesamiento y de reacción llega a ser estadístico en vez de determinista.

Cíclico: Formato de mensaje en el cual los dispositivos se configuran para enviar automáticamente mensajes en intervalos programados. Esto a veces se le llama ' latido del corazón ' y se utiliza a menudo conjuntamente con el *cambio de estado* del mensaje para indicar que el dispositivo sigue siendo funcional.

Daisy Chain: El bus tiene una línea de *grant* (acceso, permiso), la cual recorre los dispositivos desde la mas alta prioridad hasta la mas baja (las prioridades son

determinadas por la posición en el bus). El bus VME, tiene un backplane y usa múltiples daisy chain para la arbitración

DDL (Lenguaje de Definición de Datos): Es un lenguaje proporcionado por el sistema de gestión de base de datos que permite a los usuarios de la misma llevar a cabo las tareas de descripción de las estructuras que almacenarán los datos y de procedimientos o funciones que permitan consultarlos.

El lenguaje de programación SQL, el más difundido entre los gestores de bases de datos, admite las siguientes sentencias de definición: CREATE, DROP y ALTER, cada una de las cuales se puede aplicar a las *tablas*, *vistas*, *procedimientos almacenados* y *triggers* de la Base de Datos.

Otras que se incluyen dentro del DDL, pero que su existencia depende de la implementación del estándar SQL que lleve a cabo el gestor de BD son GRANT y REVOKE, los cuales nos sirven para otorgar permisos o quitarlos, ya sea a usuarios específicos o a un rol creado dentro de la BD.

Determinístico: modo que permite conocer con certeza cuanto tiempo le tomará cambiar el estado para ser informado al amo.

DML: Un Lenguaje de Manipulación de Datos (Data Manipulation Language (DML) es un lenguaje proporcionado por el sistema de gestión de base de datos que permite a los usuarios de la misma llevar a cabo las tareas de consulta o manipulación de los datos, organizados por el modelo de datos adecuado.

El lenguaje de manipulación de datos más popular hoy día es SQL, usado para recuperar y manipular datos en una base de datos relacional. Otros ejemplos de DML son los usados por bases de datos IMS/DL1, CODASYL u otras.

DSN (Data Source Name): Significa Nombre Fuente de datos que representa todo lo relativo a una fuente de datos configurada por el usuario para conectarse a una Base de

datos. Es decir, por cada conexión que el usuario quiera establecer con algún(os) fabricante(s), tiene que especificar una serie de información que permitan al Controlador o Driver saber con qué fabricante(s) se tiene que conectar y la cadena de conexión que tiene que enviarle a dicho fabricante(s) para establecer la conexión con la fuente de datos ODBC accedida por el proveedor en cuestión

Dentro del ODBC, deberemos crear un DSN (Data Source Name) de tipo sistema o usuario. Para ello nos colocamos en la solapa correspondiente (DSN sistema o DSN usuario) y seleccionamos "Añadir". A continuación se nos pedirá seleccionar Driver de la aplicación que hemos utilizado para crear la base de datos, el nombre que le queremos asignar (aquel que empleemos en nuestros scripts) y el camino para encontrarla en el disco duro.

Esta DSN permite en realidad definir la base de datos que será interrogada sin necesidad de pasar por la aplicación que hayamos utilizado para construirla, es decir, con simples llamadas y órdenes desde un programa podremos obtener los datos que buscamos sin necesidad de ejecutar el manejador de la base de datos como Microsoft Access o el MySQL los cuales, evidentemente, no tendrán por qué encontrarse en el servidor donde trabajemos.

Efecto estroboscópico: Formato de mensaje en el cual el explorador difunde una petición a todos los dispositivos para una actualización de estado. Cada dispositivo responde alternadamente, con el nodo 1 respondiendo primero, luego el 2, 3, 4 etc. Los números del nodo se pueden asignar para dar la prioridad a los mensajes. La interrogación y el efecto estroboscópico son los formatos de mensajes más comunes.

ESCABILIDAD: Es la capacidad de un sistema informático de adaptarse a un número de usuarios cada vez mayor, sin perder calidad en los servicios. En general, se podría definir como la capacidad del sistema informático de cambiar su tamaño o configuración para adaptarse a las circunstancias cambiantes. Por ejemplo, una empresa que establece una red de usuarios por Internet, no solamente quiere que su sistema informático tenga capacidad para acoger a los actuales clientes, sino también a los

clientes que pueda tener en el futuro y, también, que pueda cambiar su configuración si es necesario.

Fragmentación del Mensaje: Para los mensajes que requieren más de 8 Bytes de datos por nodo por exploración, los datos se fragmentan en cualquier número de segmentos de 8 bytes y volver a unir en el otro extremo. Esto requiere mensajes múltiples para enviar o recibir un mensaje completo.

HTML: acrónimo inglés de Hypertext Markup Language (lenguaje de etiquetado de documentos hipertextual), es un lenguaje de marcación diseñado para estructurar textos y presentarlos en forma de hipertexto, que es el formato estándar de las páginas web. Gracias a Internet y a los navegadores del tipo Internet Explorer, Opera, Firefox o Netscape, el HTML se ha convertido en uno de los formatos más populares que existen para la construcción de documentos.

HTML es una aplicación de SGML conforme al estándar internacional ISO 8879. XHTML es una reformulación de HTML 4 como aplicación XML 1.0, y que supone la base para la evolución estable de este lenguaje. Además XHTML permite la compatibilidad con los agentes de usuario que ya admitían HTML 4 siguiendo un conjunto de reglas

Interrogación: Formato de mensaje en el cual el explorador pide individualmente cada dispositivo para enviar o para recibir una actualización de su estado. Esto requiere un mensaje de salida y el mensaje entrante para cada nodo en la red. Éste es el más exacto pero también la manera menos eficiente de solicitar la información de los dispositivos en cuanto al tiempo.

JDBC es el acrónimo de *Java Database Connectivity*, un API que permite la ejecución de operaciones sobre bases de datos desde el lenguaje de programación Java independientemente del sistema de operación donde se ejecute o de la base de datos a la cual se accede utilizando el dialecto SQL del modelo de base de datos que se utilice.

Kernel: (también conocido como núcleo) es la parte fundamental de un sistema operativo. Es el software responsable de facilitar a los distintos programas acceso seguro al hardware de la computadora o en forma más básica, es el encargado de gestionar recursos, a través de servicios de llamada al sistema. Como hay muchos programas y el acceso al hardware es limitado, el núcleo también se encarga de decidir qué programa podrá hacer uso de un dispositivo de hardware y durante cuánto tiempo, lo que se conoce como multiplexado. Acceder al hardware directamente puede ser realmente complejo, por lo que los núcleos suelen implementar una serie de abstracciones del hardware. Esto permite esconder la complejidad, y proporciona una interfaz limpia y uniforme al hardware subyacente, lo que facilita su uso para el programador.

LENGUAJE DE MARCADO: Un lenguaje de marcado cumple con dos objetivos esenciales para diseñar y procesar un documento digital:

1. Separa un texto en los elementos en los que se compone, como por ejemplo un párrafo, un capítulo, etc.
2. Especifica las operaciones tipográficas y funciones que debe ejecutar el programa visualizador sobre dichos elementos. Las operaciones tipográficas son instrucciones de formato que se aplican a cada uno de los elementos de un documento digital, por ejemplo, imprimir un título en itálicas.

Microsoft SQL Server: Sistema de gestión de bases de datos relacionales (SGBD) basada en el lenguaje SQL, capaz de poner a disposición de muchos usuarios grandes cantidades de datos de manera simultánea.

Entre sus características figuran:

- Soporte de transacciones.
- Gran estabilidad.
- Gran seguridad.
- Escalabilidad.
- Soporta procedimientos almacenados.

- Incluye también un potente entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente.
- Permite trabajar en modo cliente-servidor donde la información y datos se alojan en el servidor y las terminales o clientes de la red sólo accesan a la información.
- Además permite administrar información de otros servidores de datos

Este sistema incluye una versión reducida, llamada MSDE con el mismo motor de base de datos pero orientado a proyectos más pequeños.

Microsoft SQL Server constituye la alternativa de Microsoft a otros potentes sistemas gestores de bases de datos como son Oracle o Sybase.

Es común desarrollar completos proyectos complementando Microsoft SQL Server y Microsoft Access a través de los llamados ADP (Access Data Project). De esta forma se completa una potente base de datos (Microsoft SQL Server) con un entorno de desarrollo cómodo y de alto rendimiento (VBA Access) a través de la implementación de aplicaciones de dos capas mediante el uso de formularios Windows.

Para el desarrollo de aplicaciones más complejas (tres o más capas), Microsoft SQL Server incluye interfaces de acceso para la mayoría de las plataformas de desarrollo, incluyendo .NET. Microsoft SQL Server, al contrario de su más cercana competencia, no es multiplataforma, ya que sólo está disponible en Sistemas Operativos de Microsoft.

Mensajería Explícita: Formato de mensaje en el cual el protocolo indica cómo un dispositivo debe interpretar un mensaje. Utilizado comúnmente en los dispositivos complejos como controladores para descargar los parámetros que cambian al tiempo pero no cambian tan a menudo como los datos de proceso en sí mismo. Un mensaje explícito provee una trayectoria de comunicación genérica, multipropósito entre dos dispositivos y proporciona los medios para realizar funciones de pregunta/respuesta tales como configuración de dispositivo.

Microkernel: tipo de kernel de un sistema operativo que provee un conjunto de primitivas o llamadas al sistema mínimas, para implementar servicios básicos como

espacios de direcciones, comunicación entre procesos y planificación básica. Todos los otros servicios (gestión de memoria, sistema de archivos, operaciones de E/S, etc.), que en general son proveídos por el kernel, se ejecutan como procesos servidores en espacio de usuario.

Microsoft Access: Sistema de gestión de bases de datos (DBMS) para uso personal o de pequeñas organizaciones. Es un componente de la suite Microsoft Office aunque no se incluye en el paquete *básico*. Para bases de datos de gran calibre (en cuanto a volumen de datos o de usuarios) es recomendable usar otros sistemas como Microsoft SQL Server, MySQL u Oracle. Su principal función es ser una potente base de datos, capaz de trabajar en sí misma o bien con conexión hacia otros lenguajes de programación, tales como Visual Basic 6.0 o Visual Basic .NET. Pueden realizarse consultas directas a las tablas contenidas mediante instrucciones SQL. Internamente trae consigo el lenguaje Visual Basic for Application (VBA) el cual es similar en forma a VB6.

Permite el ingreso de datos de tipos: Numéricos, Texto, Fecha, Sí/No, OLE, Moneda, Memo y Boolean. Pueden desarrollarse aplicaciones completas basadas en Microsoft Access, pues trae consigo las herramientas necesarias para el diseño y desarrollo de formularios para el ingreso y trabajo con datos e informes para visualizar e imprimir la información requerida.

Su funcionamiento se basa en un motor llamado Microsoft Jet, y permite el desarrollo de pequeñas aplicaciones autónomas formadas por formularios Windows y código VBA (Visual Basic para Aplicaciones). Una posibilidad adicional es la de crear ficheros con bases de datos que pueden ser consultados por otros programas.

Microsoft VBA (Visual Basic for Applications): Es el lenguaje de macros de Microsoft Visual Basic que se utiliza para programar aplicaciones Windows y que se incluye en varias aplicaciones Microsoft. VBA permite a usuarios y programadores ampliar la funcionalidad de programas como Word, Excel y Access. El Visual Basic para Aplicaciones (VBA), es un subconjunto casi completo de VB 5.0.

Microsoft VBA viene integrado (además de forma gratuita) en componentes de Microsoft Office, tales como Word, Excel, PowerPoint y Access. Prácticamente cualquier cosa que se pueda programar en VB5.0 se puede hacer también dentro de un documento de Office, con la sola limitación que el producto final no se puede compilar separadamente del documento, hoja o base de datos en que fue creado. Es decir que se convierte en una macro (súper macro más bien). Esta Macro puede instalarse o distribuirse con solo copiar el documento, presentación o base de datos. Microsoft Visual Basic para Aplicaciones (VBA) es una herramienta de desarrollo para automatizar las tareas cotidianas y crear aplicaciones y servicios de bases de datos en el escritorio ya que provee un lenguaje de macros común para aplicaciones de Microsoft y de otros fabricantes. VBA permite a usuarios y programadores ampliar la funcionalidad de programas como Word, Excel, y Access. Permite acceder a las funcionalidades de un lenguaje orientado a eventos que puede acceder a la API de Windows. Este lenguaje ha sido implementado en otros productos como StarBasic en StarOffice que después heredaría OpenOffice. El siguiente paso natural en la evolución de VBA es dejar de ser un subconjunto de Visual Basic y serlo de la plataforma .NET.

Multiplataforma: Es un término utilizado frecuentemente en informática para indicar la capacidad o características de poder funcionar o mantener una interoperabilidad de forma similar en diferentes sistemas operativos o plataformas. Por ejemplo la posibilidad de utilizar un programa o software determinado en sistemas Windows y Linux.

Existen varios lenguajes de programación que permiten crear aplicaciones multiplataforma tales como Java, C++, entre otros, pero generalmente necesitan que el código fuente sea recompilado para funcionar en plataformas diferentes.

Cuando se habla de multiplataforma esta generalmente implícito que el código esta libre para poder recompilarse en diferentes sistemas de procesadores.

ODBC: siglas de Open DataBase Connectivity, un estándar de acceso a Bases de Datos desarrollado por Microsoft Corporation, el objetivo de *ODBC* es hacer posible el acceder a cualquier dato de cualquier aplicación, sin importar qué Sistema Gestor de

Bases de Datos (*DBMS* por sus siglas en Ingles) almacene los datos, *ODBC* logra esto al insertar una capa intermedia llamada manejador de Bases de Datos, entre la aplicación y el *DBMS*, el propósito de esta capa es traducir las consultas de datos de la aplicación en comandos que el *DBMS* entienda. Para que esto funcione tanto la aplicación como el *DBMS* deben ser compatibles con *ODBC*, esto es que la aplicación debe ser capaz de producir comandos *ODBC* y el *DBMS* debe ser capaz de responder a ellos. desde la versión 2.0 el estándar soporta SAG y SQL.

Para conectarse a la Base de Datos se crea una DSN dentro del ODBC que define los parametros, ruta y características de la conexión según los datos que solicite el fabricante.

Par trenzado: Disposición física de un par de cables que los hace inmunes al ruido sin necesidad de apantallamiento, lo que permite una mayor velocidad de transmisión y eficacia sin necesidad de incrementar el precio del transporte. Se basa en un par de cables, normalmente de cobre que físicamente están enrollados uno sobre el otro. A su vez, los datos viajan por los dos cables simultáneamente pero con la polaridad contraria. Hay cables de dos hilos, de cuatro, de 25, de 100 hilos e incluso de más hilos. El trenzado mantiene estable las propiedades eléctricas a lo largo de toda la longitud del cable y reduce las interferencias creadas por los hilos adyacentes en los cables compuestos por varios pares.

Redundancia en equipos: consiste en poseer equipos (o parte de ellos) inactivos que puedan sustituir a los que están funcionando en caso de avería. Podemos tener redundancia en el equipo completo o bien en partes del mismo, como el chasis, la fuente de alimentación o distintas placas (procesadoras, puertos para la conexión de usuarios,...).

Seguridad intrínseca: es un tipo de protección por la que el componente en cuestión no tiene posibilidad de provocar una explosión en la atmósfera circundante. Un circuito eléctrico o una parte de un circuito tienen seguridad intrínseca, cuando alguna chispa o efecto térmico en este circuito producidos en las condiciones de prueba establecidas por

un estándar (dentro del cual figuran las condiciones de operación normal y de fallo específicas) no puede ocasionar una ignición.

SQL: El Lenguaje de Consulta Estructurado (Structured Query Language) es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones sobre las mismas. Aúna características del álgebra y el cálculo relacional permitiendo lanzar consultas con el fin de recuperar información de interés de una base de datos, de una forma sencilla.

XML es la sigla del inglés eXtensible Markup Language (lenguaje de marcado ampliable o extensible) desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C).

Es una versión simple de SGML. Su objetivo principal es conseguir una página web más semántica. Aunque una de las principales funciones con las que nace sería suceder al HTML, separando la estructura del contenido y permitiendo el desarrollo de vocabularios modulares, compatibles con cierta unidad y simplicidad del lenguaje (objetivo que se viene desarrollando a través de la especificación XHTML), tiene otras aplicaciones entre las que destaca su uso como estándar para el intercambio de datos entre diversas aplicaciones o software con lenguajes privados como en el caso del SOAP.

Al igual que el HTML, se basa en documentos de texto plano en los que se utilizan etiquetas para delimitar los elementos de un documento. Sin embargo, XML define estas etiquetas en función del tipo de datos que está describiendo y no de la apariencia final que tendrán en pantalla o en la copia impresa, además de permitir definir nuevas etiquetas y ampliar las existentes.

Son varios los vocabularios desarrollados en XML con el fin de ampliar sus aplicaciones. Podemos considerar fundamentales: XHTML, XSL-FO y XSLT, XLink, XPointer y Schema. Además, existen también versiones para usos específicos, como MathML (fórmulas matemáticas), SVG (gráficos vectoriales), RSS (sindicación de noticias), GML (información geográfica) o XBRL (partes financieros).