

Sistemas de transmisión y comunicación para el control de procesos

Caso práctico

Una vez que el proyecto está próximo a la finalización, **Tamara** y **Adrián** están comprobando todos los sistemas de control que se han instalado. Tienen que revisar una gran cantidad de conexiones y de cables para garantizar que todas las señales son dirigidas a los sitios correctos y que una vez que quieran realizar la puesta en marcha de la instalación, no vaya a surgir ningún problema que suponga un retraso en la obra, bien por tener que realizar nuevamente las conexiones o bien porque se haya deteriorado algún componente por fallos en el sistema.



[Ministerio de Educación y Formación Profesional](#). (Dominio público)

Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

[Aviso Legal](#)

1.- Medios de comunicación. Tipos y características.

Caso práctico

Adrián está realizando el cableado de los sistemas de control que se van montando en la planta. Está comprobando todas las señales que se enviarán por los cables de par trenzado y por los cables coaxiales. Esta es una de las tareas más laboriosas de toda la implantación de los sistemas de control. **Tamara** está revisando el cableado de la fibra óptica que está haciendo una tercera empresa especialista en estas tareas. **Tamara y Adrián** han preferido que se contratase a otra empresa para realizar las conexiones de fibra óptica para garantizar que no surja ningún desperfecto en las fases siguientes.



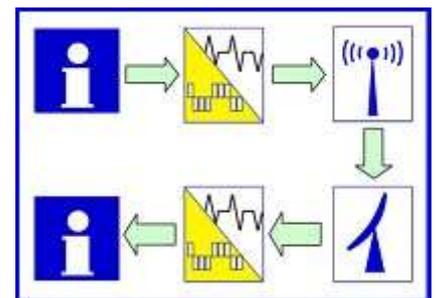
¿Qué medios de comunicación tenemos disponibles en el entorno industrial? ¿Qué característica tienen cada uno de ellos? ¿Cuál es la utilización que vamos a dar al medio de comunicación? En el entorno industrial, utilizaremos el medio de comunicación para enviar los datos que sean necesarios para el control del proceso.

La comunicación es la transmisión de información. Para que exista comunicación, deben existir cuatro elementos:

- **Emisor:** es quien envía la información.
- **Receptor:** es quien recibe la información.
- **Mensaje:** es la información que se desea transmitir.
- **Medio de comunicación:** es el soporte por donde se envía el mensaje.

Básicamente, los medios que tenemos para poder enviar la información necesaria para llevar a cabo el control y la supervisión del sistema industrial son tres:

- Cables eléctricos: en cualquiera de sus variedades.
- Fibra óptica: utilizada para el transporte de señales luminosas en lugar de eléctricas.
- Espacio radioeléctrico: para enviar y recibir ondas con la información.



[Maksim.](#) (CC BY-SA)

Cada uno de estos medios tiene sus peculiaridades y unas técnicas específicas aplicadas al desarrollo y aplicación de los materiales.

En los siguientes apartados vamos a ver estos medios de comunicación más detallados.

Autoevaluación

El medio de comunicación es la información que se envía, ¿verdadero o falso?

- Verdadero.
- Falso.

Incorrecto. Creo que debes tener más atención.

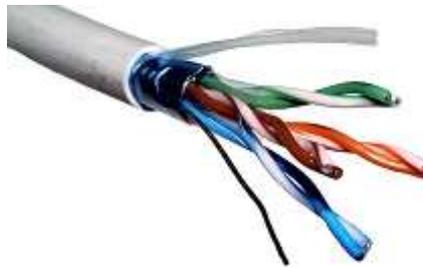
Correcto. Era muy sencilla. La afirmación verdadera sería con el mensaje.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

1.1.- Cable eléctrico: par trenzado.

¿Qué es un cable eléctrico? ¿Qué características debe tener? ¿Para qué se utiliza? Los cables eléctricos son los elementos por los que circula la corriente eléctrica. Si hiciéramos un símil con los circuitos de agua, los cables eléctricos serían las tuberías.



[Baran Ivo.](#) (Dominio público)

Se llama cable eléctrico a un conductor, generalmente cobre, o conjunto de ellos generalmente recubierto de un material aislante o protector.

Los cables sirven para conducir electricidad. Por ello, se fabrican a base de materiales que tienen buenas características eléctricas y presentan poca resistividad. Los materiales más utilizados son el cobre, el aluminio y aleaciones de estos metales. Aunque existen metales con similares o mejores características eléctricas, no se suelen utilizar para la fabricación de cables ya que suponen un mayor coste. Por ejemplo, los metales preciosos como el oro o el platino presentan muy buenas características eléctricas pero no se utilizan más que en contadas aplicaciones debido a su alto coste.

El aislamiento exterior de los cables suele realizarse de plásticos, con diferentes grosores en función del nivel de tensión que tengan que soportar. Las partes generales de un cable eléctrico son:

- **Conductor:** elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios hilos.
- **Aislamiento:** recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.
- **Capa de relleno:** material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.
- **Cubierta:** Está hecha de materiales que protejan mecánicamente al cable. Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc.

Los cables eléctricos se pueden clasificar de diferentes formas: por su nivel de tensión, por los componentes, por el número de conductores, por el material conductor empleado, por el material aislante utilizado, etc.

En la transmisión de señales, un cable que cobra especial importancia es el **par trenzado**. El cable de par trenzado es un medio de conexión usado en telecomunicaciones en el que dos conductores eléctricos aislados son entrelazados para anular las interferencias de fuentes externas. Fue inventado por Alexander Graham Bell.

El entrelazado de los cables disminuye la interferencia debido a que el área de bucle entre los cables, la cual determina el acoplamiento eléctrico en la señal, se ve aumentada. En la operación de balanceado de pares, los dos cables suelen llevar señales paralelas y adyacentes, las cuales son combinadas mediante sustracción en el destino. La tasa de trenzado, usualmente definida en vueltas por kilómetro, forma parte de las especificaciones de un tipo concreto de cable. Cuanto mayor es el número de vueltas, menor es la atenuación de la diafonía. Donde los pares no están trenzados, como en la mayoría de las conexiones telefónicas residenciales, un miembro del par puede estar más cercano a la fuente que el otro y, por tanto, expuesto a niveles ligeramente distintos de interferencias electromagnéticas.

Podemos hablar de tres tipos principales de cables de par trenzado:

- Par trenzado **sin blindaje**: son cables de pares trenzados sin blindar que se utilizan para diferentes tecnologías de redes locales. Son de bajo coste y de fácil uso, pero producen más errores que otros tipos de cable y tienen limitaciones para trabajar a grandes distancias sin regeneración de la señal.
- Par trenzado **blindado**: se trata de cables de cobre aislados dentro de una cubierta protectora, con un número específico de trenzas por unidad de longitud. Se utiliza en redes de ordenadores como Ethernet. Es más caro que la versión sin blindaje.
- Par trenzado con **blindaje global**: son unos cables de pares que poseen una pantalla conductora global en forma trenzada. Mejora la protección frente a interferencias y su impedancia es de 12 ohmios.

1.2.- Cable coaxial.

¿Qué otros tipos de cable están disponibles para el envío de señales? ¿Cómo podemos distinguir unos tipos de otros? Aparte del par trenzado, existen otros tipos de cables utilizados para la transmisión de información. Algunos son similares al par trenzado pero otros son totalmente diferentes, como es el caso del cable coaxial. En la mayoría de las ocasiones es fácil distinguirlos por su aspecto exterior, pero realizando un corte transversal para ver su composición interna, la mayoría de las situaciones no dejan lugar a equívocos.



[FDominec](#) (CC BY-NC)

El conductor central puede estar constituido por un alambre sólido o por varios hilos retorcidos de cobre, mientras que el exterior puede ser una malla trenzada, una lámina enrollada o un tubo corrugado de cobre o aluminio. En este último caso resultará un cable semirrígido.

Un cable coaxial consta, como hemos visto, de un núcleo de hilo de cobre rodeado por un aislante, un apantallamiento de metal trenzado y una cubierta externa. El apantallamiento protege los datos que se transmiten, absorbiendo el ruido, de forma que no pasa por el cable y no existe distorsión de datos. Al cable que contiene una lámina aislante y una capa de apantallamiento de metal trenzado se le llama cable apantallado doble.

El núcleo y la malla deben estar separados uno del otro. Si llegan a tocarse, se produciría un cortocircuito, y el ruido o las señales que se encuentren perdidas en la malla, atravesarían el hilo de cobre. El cortocircuito ocurre cuando dos hilos o un hilo y una tierra se ponen en contacto. Este contacto causa un flujo directo de corriente o de datos en un camino no deseado.

El cable coaxial es más resistente a interferencias y atenuación que el cable de par trenzado. Dado que la malla de hilos absorbe las señales electrónicas perdidas, de forma que no afecten a los datos que se envían a través del cable interno, el cable coaxial es una buena opción para grandes distancias y para soportar de forma fiable grandes cantidades de datos con un sistema sencillo.

Son muy utilizados en sistemas de televisión y en medios audiovisuales.

Autoevaluación

El cable coaxial está formado por dos hilos iguales que van dando vueltas uno alrededor del otro, ¿verdadero o falso?

Verdadero.

Falso.

Incorrecto. Creo que te falta poner bastante más atención. El cable descrito es el par trenzado.

Correcto. Era muy sencilla. La afirmación verdadera sería con el par trenzado.

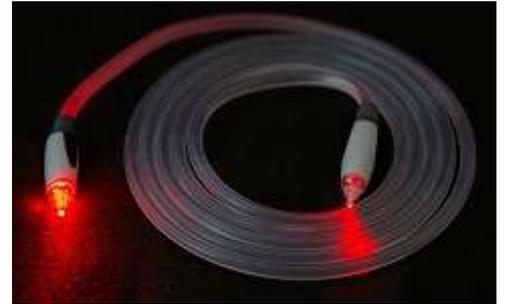
Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

1.3.- Fibra óptica.

¿Qué otros medios tenemos disponibles además de los cables eléctricos? Independientemente de los tipos de cables que hemos visto para la transmisión de datos, existen otros medios que pueden ser utilizados para el envío de información. La fibra óptica es uno de estos medios.

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos. Consta de un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la **ley de Snell**. La fuente de luz puede ser láser o un LED.



[Hustvedt \(CC BY-SA\)](#)

Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio o cable. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión. Presentan otra característica muy ventajosa frente a los cables eléctricos y es que son más inmunes frente a robos de la información. Los cables eléctricos no necesitan cortarse para robar la información, mientras que con la fibra óptica sí que es necesario interrumpir el envío de información, por lo que podemos detectar la anomalía.

A partir de 1950, las fibras ópticas comenzaron a interesar a los investigadores, con muchas aplicaciones prácticas que estaban siendo desarrolladas. En 1952, el físico Narinder Singh Kapany, apoyándose en los estudios de John Tyndall, realizó experimentos que condujeron a la invención de la fibra óptica. Uno de los primeros usos de la fibra óptica fue emplear un haz de fibras para la transmisión de imágenes, que se usó en el endoscopio médico. Usando la fibra óptica, se consiguió un endoscopio semiflexible, el cual fue patentado por la Universidad de Míchigan en 1956.

La fibra óptica es una guía de ondas dieléctrica que opera a frecuencias ópticas. A lo largo de toda la creación y desarrollo de la fibra óptica, algunas de sus características han ido cambiando para mejorarla. Las características más destacables de la fibra óptica en la actualidad son:

- Cobertura más resistente: la cubierta contiene un 25 % más material que las cubiertas convencionales.
- Uso dual (interior y exterior): la resistencia al agua y emisiones ultravioleta, la cubierta resistente y el funcionamiento ambiental extendido de la fibra óptica contribuyen a una mayor confiabilidad durante el tiempo de vida de la fibra.
- Mayor protección en lugares húmedos: se combate la intrusión de la humedad en el interior de la fibra con múltiples capas de protección alrededor de ésta, lo que proporciona a la fibra, una mayor vida útil y confiabilidad en lugares húmedos.
- Empaquetado de alta densidad: con el máximo número de fibras en el menor diámetro posible se consigue una más rápida y más fácil instalación.

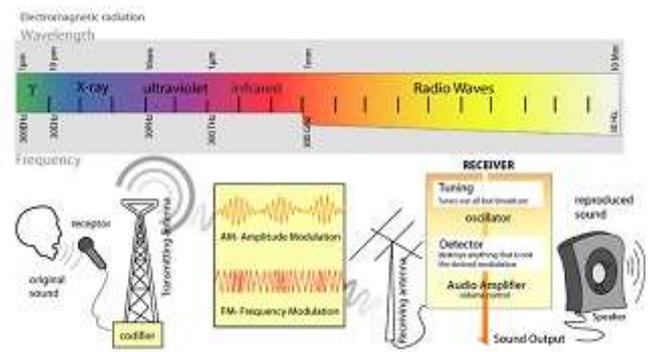
Las diferentes trayectorias que puede seguir un haz de luz en el interior de una fibra se denominan modos de propagación. Y según el modo de propagación tendremos dos tipos de fibra óptica:

- **Fibra multimodo:** es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1 km, es simple de diseñar y económico. Debido al gran tamaño del núcleo de una fibra multimodo, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.
- **Fibra monomodo:** es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño de 8,3 a 10 micrones que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias, hasta 400 km, y transmitir elevadas tasas de información.

1.4.- Espacio radioeléctrico.

¿Existen más medios que se utilicen habitualmente? En los últimos años ha aumentado en gran medida la utilización del espacio radioeléctrico para la transmisión de información. Por el espacio radioeléctrico circulan gran cantidad de señales, que debido a que no las vemos, muchas veces nos pasan desapercibidas.

El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 kHz y unos 300 GHz. Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro, se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena.



[LadyofHats](#). (Dominio público)

A partir de 1 GHz las bandas entran dentro del espectro de las microondas. Por encima de 300 GHz la absorción de la radiación electromagnética por la atmósfera terrestre es tan alta que la atmósfera se vuelve opaca a ella, hasta que, en los denominados rangos de frecuencia infrarrojos y ópticos, vuelve de nuevo a ser transparente.

Las bandas ELF, SLF, ULF y VLF comparten el espectro de la audiofrecuencia, que se encuentra entre 20 y 20.000 Hz aproximadamente. Sin embargo, éstas se tratan de ondas de presión, como el sonido, por lo que se desplazan a la velocidad del sonido sobre un medio material. Mientras que las ondas de radiofrecuencia, al ser ondas electromagnéticas, se desplazan a la velocidad de la luz y sin necesidad de un medio material.

El primer sistema práctico de comunicación mediante ondas de radio fue el diseñado por Guillermo Marconi, quien en el año 1901 realizó la primera emisión trasatlántica radioeléctrica. Actualmente, la radio toma muchas otras formas, incluyendo redes inalámbricas, comunicaciones móviles de todo tipo, así como la radiodifusión.

Aunque se emplea la palabra radio, las transmisiones de televisión, radio, radar y telefonía móvil están incluidas en esta clase de emisiones de radiofrecuencia. Otros usos son audio, vídeo, radionavegación, servicios de emergencia y transmisión de datos por radio digital, tanto en el ámbito civil como militar. También son usadas por los radioaficionados.

Autoevaluación

Las ondas electromagnéticas del espacio radioeléctrico sirven para enviar y recibir datos, ¿verdadero o falso?

- Verdadero.
- Falso.

Correcto. Efectivamente, éste es uno de los medios de transmisión de los que disponemos.

Incorrecto. Revisa nuevamente el apartado antes de continuar.

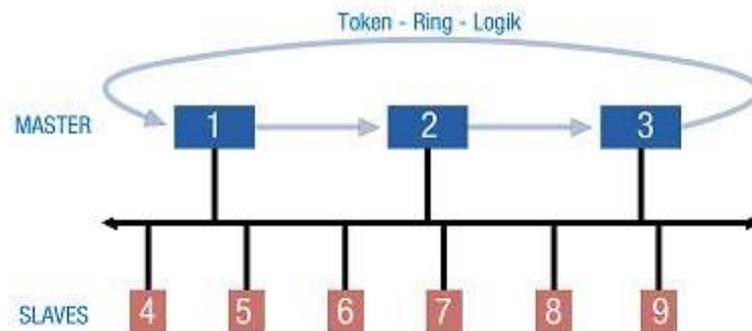
Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

2.- Buses de campo.

Caso práctico

Tamara y **Adrián** están revisando las especificaciones de los buses de campo para terminar de comprar algunos componentes que faltan, como los terminales de conexión. Están viendo las especificaciones de los terminales de conexión para saber qué características eléctricas tienen que cumplir y qué señales se van a enviar por cada terminal. Debido a que los equipos instalados son de varios fabricantes, **Tamara** está revisando que todos los equipos puedan conectarse al mismo bus de campo para la transmisión de la información entre los diferentes dispositivos de supervisión y control de la planta.



[Cabfdb.](#) (Dominio público)

¿Qué medios tenemos para enviar y recibir toda la información de los sensores instalados en los procesos industriales? ¿De qué manera se puede estandarizar y poner a trabajar equipos de diferentes fabricantes? ¿Cómo hacemos para que se comuniquen entre ellos? Este fue uno de los primeros problemas que surgió con el auge de la automatización industrial. La comunicación entre equipos de diferentes fabricantes se ha solucionado gracias a la creación de estándares de comunicación.



[Oxensepp.](#) (CC BY-SA)

Un bus de campo es un sistema de transmisión de datos que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20mA.

Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como autómatas, transductores, actuadores y sensores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un coste bajo. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus.

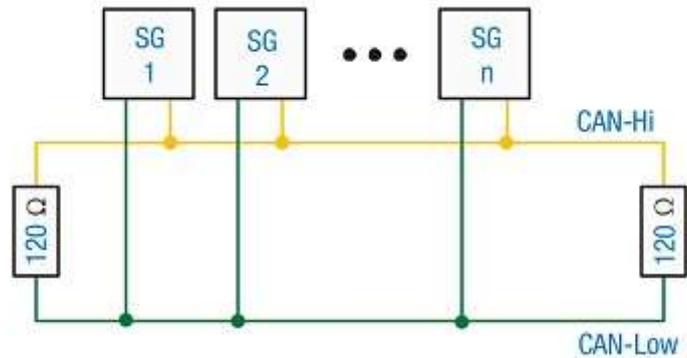
Vamos a ver con más detalle los siguientes buses:

- Bus can.
- Modbus.
- FieldBus.
- Profibus 485.

2.1.- Bus can.

¿Qué características tienen estos buses? ¿Cómo trabajan? En primer lugar, es necesario comprender que los buses de campo sirven para comunicar equipos o dispositivos inteligentes entre sí.

CAN es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GmbH, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Además ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPUs.



[Stefan-Xp. \(CC BY-SA\)](#)

El protocolo de comunicaciones CAN proporciona los siguientes beneficios:

- Es un protocolo de comunicaciones normalizado, con lo que se simplifica y economiza la tarea de comunicar subsistemas de diferentes fabricantes sobre una red común o bus.
- El procesador anfitrión, (host), delega la carga de comunicaciones a un periférico inteligente, por lo tanto el procesador anfitrión dispone de mayor tiempo para ejecutar sus propias tareas.
- Al ser una red multiplexada, reduce considerablemente el cableado y elimina las conexiones punto a punto, excepto en los enganches.

CAN se basa en el modelo productor-consumidor que describe una relación entre un productor y uno o más consumidores. CAN es un protocolo orientado a mensajes, es decir, la información que se va a intercambiar se descompone en mensajes, a los cuales se les asigna un identificador y se encapsulan en tramas para su transmisión. Cada mensaje tiene un identificador único dentro de la red, con el cual los nodos deciden aceptar o no dicho mensaje. Dentro de sus principales características se encuentran:

- Prioridad de mensajes.
- Garantía de tiempos de latencia.
- Flexibilidad en la configuración.
- Recepción por multidifusión, multicast, con sincronización de tiempos.
- Sistema robusto en cuanto a consistencia de datos.
- Sistema multimaestro.
- Detección y señalización de errores.
- Retransmisión automática de tramas erróneas.
- Distinción entre errores temporales y fallos permanentes de los nodos de la red, y desconexión autónoma de nodos defectuosos.

CAN fue desarrollado inicialmente para aplicaciones en los automóviles y por lo tanto la plataforma del protocolo es resultado de las necesidades existentes en el área de la automoción. La ISO define dos tipos de redes CAN: una **red de alta velocidad** de hasta 1 Mbps, bajo el estándar ISO 11898-2, destinada para controlar el motor e interconectar la unidades de control electrónico y una **red de baja velocidad** tolerante a fallos, menor o igual a 125 kbps, bajo el estándar ISO 11519-2/ISO 11898-3, dedicada a la comunicación

de los dispositivos electrónicos internos de un automóvil como son el control de puertas, techo corredizo, luces y asientos.

Autoevaluación

Un bus de campo se utiliza para:

- Facilitar la conexión a internet de los equipos.

- Comunicar la información entre los distintos equipos de la instalación.

- Dar suministro eléctrico a los equipos.

- Proporcionar iluminación a los equipos de la automatización.

Mostrar retroalimentación

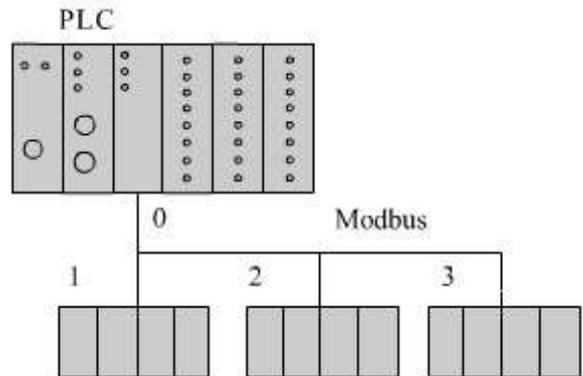
Solución

1. Incorrecto
2. Correcto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

2.2.- Modbus.

¿Qué es un Modbus? ¿Qué diferencias existen entre este bus y otros tipos utilizados en la industria? Después de ver el bus CAN, vamos a conocer con más detalle el Modbus.

Modbus es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor. Fue diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables. Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales.



[Cralize \(CC BY-SA\)](#)

Las razones por las cuales el uso de Modbus es superior a otros protocolos de comunicaciones son:

- Es público.
- Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo.
- Maneja bloques de datos sin suponer restricciones.

Modbus permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo un sistema de medida de temperatura y humedad, y comunicar los resultados a un ordenador. Modbus también se usa para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota, RTU, en sistemas de supervisión adquisición de datos. Existen versiones del protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP).

Existen dos variantes, con diferentes representaciones numéricas de los datos y detalles del protocolo ligeramente desiguales:

- **Modbus RTU:** es una representación binaria compacta de los datos. Finaliza la trama con una suma de control de redundancia cíclica.
- **Modbus ASCII:** es una representación legible del protocolo pero menos eficiente. Ambas implementaciones del protocolo son serie. Utiliza una suma de control de redundancia longitudinal.

La versión **Modbus/TCP** es muy semejante al formato RTU, pero estableciendo la transmisión mediante paquetes TCP/IP.

Cada dispositivo de la red Modbus posee una dirección única. Cualquier dispositivo puede enviar órdenes Modbus, aunque lo habitual es permitirlo sólo a un dispositivo maestro. Cada comando Modbus contiene la dirección del dispositivo destinatario de la orden. Todos los dispositivos reciben la trama pero sólo el destinatario la ejecuta. Cada uno de los mensajes incluye información redundante que asegura su integridad en la recepción. Los comandos básicos Modbus permiten controlar un dispositivo RTU para modificar el valor de alguno de sus registros o bien solicitar el contenido de dichos registros.

Autoevaluación

¿Qué variantes existen del protocolo Modbus?

Bus can.

Modbus RTU.

Modbus ASCII.

Modbus de alta velocidad.

Mostrar retroalimentación

Solución

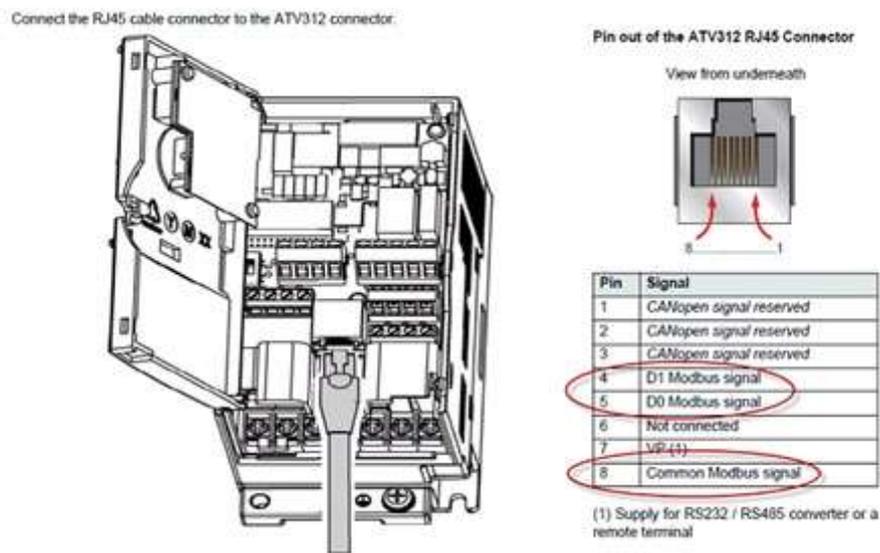
1. Incorrecto
2. Correcto
3. Correcto
4. Incorrecto

2.2.1 Ejemplo de comunicación modbus TCP con variador.

Se desea comunicar un variador Altivar de Telemecanique para poder realizar un Scada o para poder configurarlo mediante un Software de programación (SoMove), para ello se necesitan los siguientes elementos de hardware:

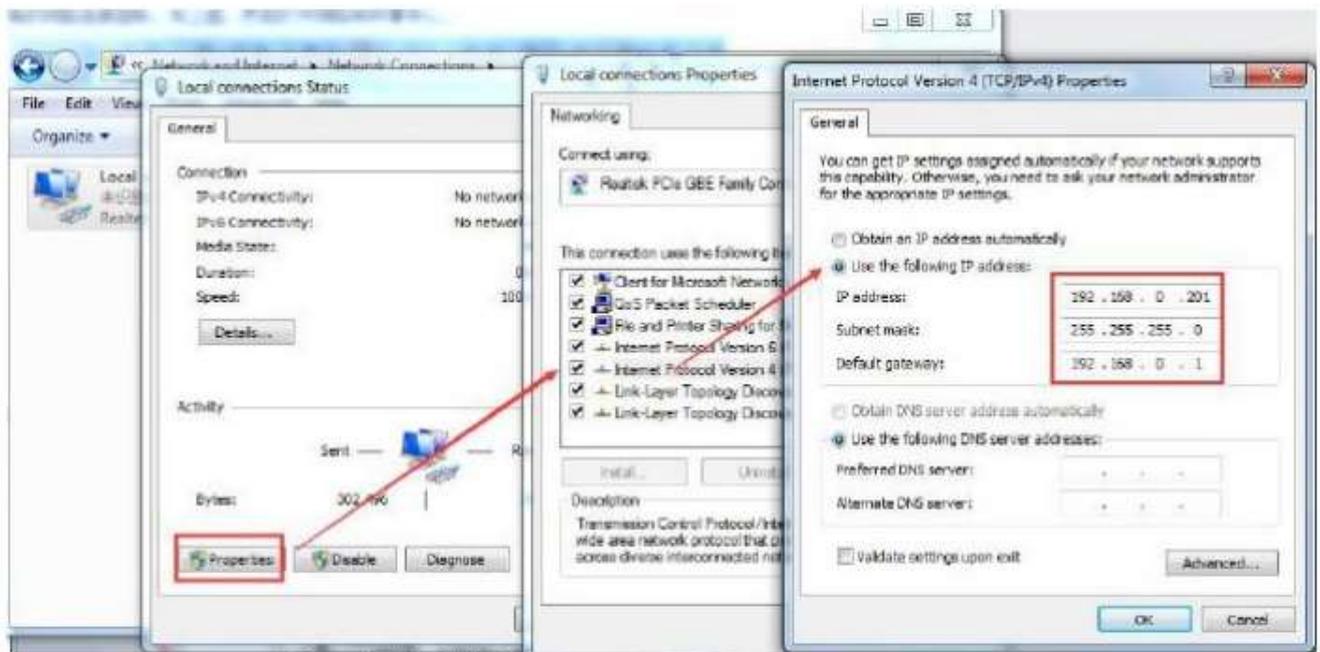
- Un cable UTP con conector RJ45.
- Una pasarela que convierta la comunicación Modbus RTU a Modbus TCP. Por ejemplo la USR-TCP232-410S.

La preparación del cable con el conector se detalla en los manuales de estos variadores, se hace a través de 3 de los 8 conductores que tiene el cable UTP. Son necesarios los conductores para el canal A, B y masa, que corresponden con los pines 4, 5 y 8 del conector RJ45.



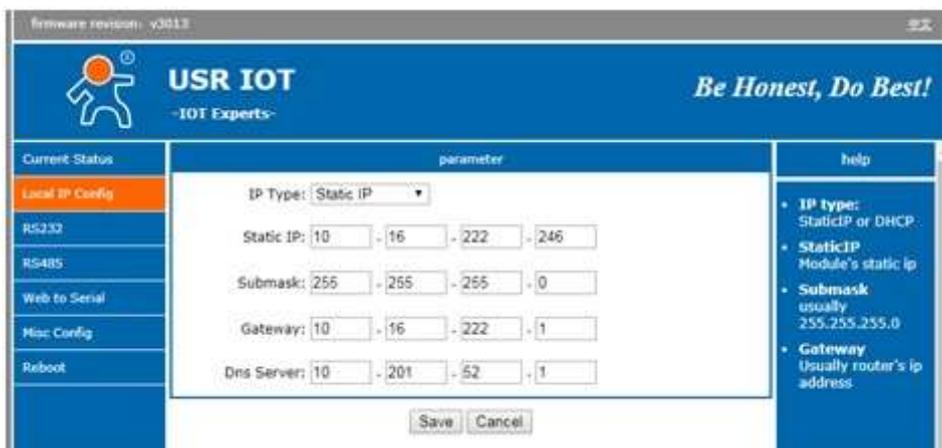
[Schneider-Electric](#) (Todos los derechos reservados)

Posteriormente, hay que configurar las comunicaciones en la pasarela. La pasarela viene de fábrica con una dirección IP, la 192.168.0.7. Para poder comunicarnos con ella, se debe configurar la tarjeta de red del ordenador, tal como se ve en la figura:



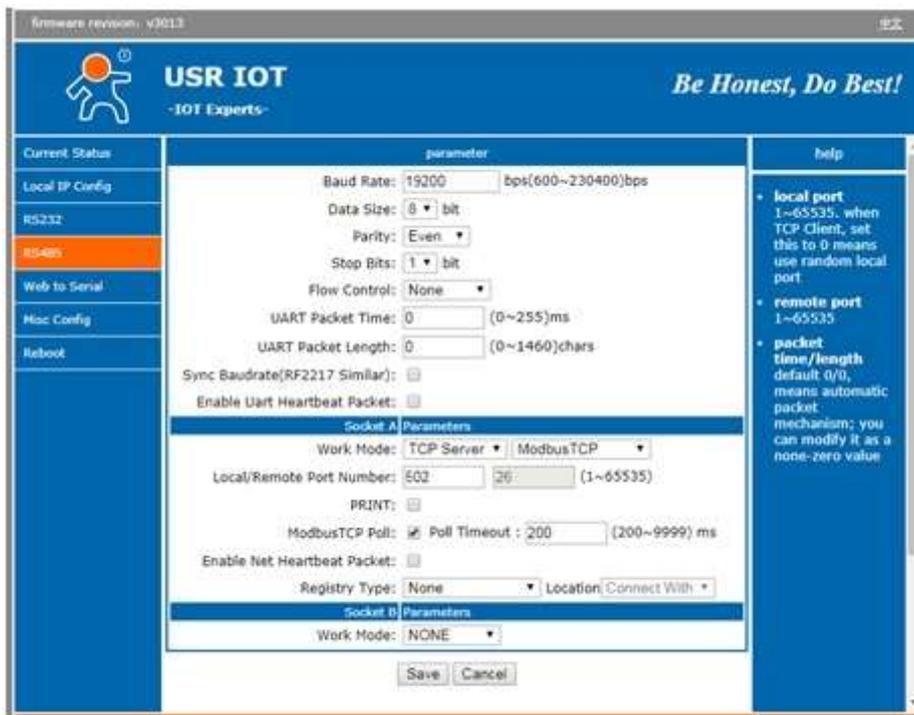
[Usriot](#) (Todos los derechos reservados)

En la imagen se le ha dado la dirección 192.168.0.201, pero se le podría dar otra, que sea diferente de 192.168.0.1 y de la 192.168.0.7 de la pasarela. Abriendo un navegador y poniendo la dirección 192.168.0.7, nos podremos comunicar con la pasarela para poder configurarla. Si el equipo va a ir en una red diferente a la anterior, es necesario configurar la nueva dirección IP. Si por ejemplo va a trabajar en una red del taller con dirección 10.16.222.xxx y se quiere asignar a la pasarela la dirección 10.16.222.246, se tendrá que configurar la siguiente pantalla:



Licencia: [CC BY-NC-SA](#)

En otra pantalla hay que configurar los parámetros de transmisión del protocolo modbus, para que coincida con los parámetros del variador.



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

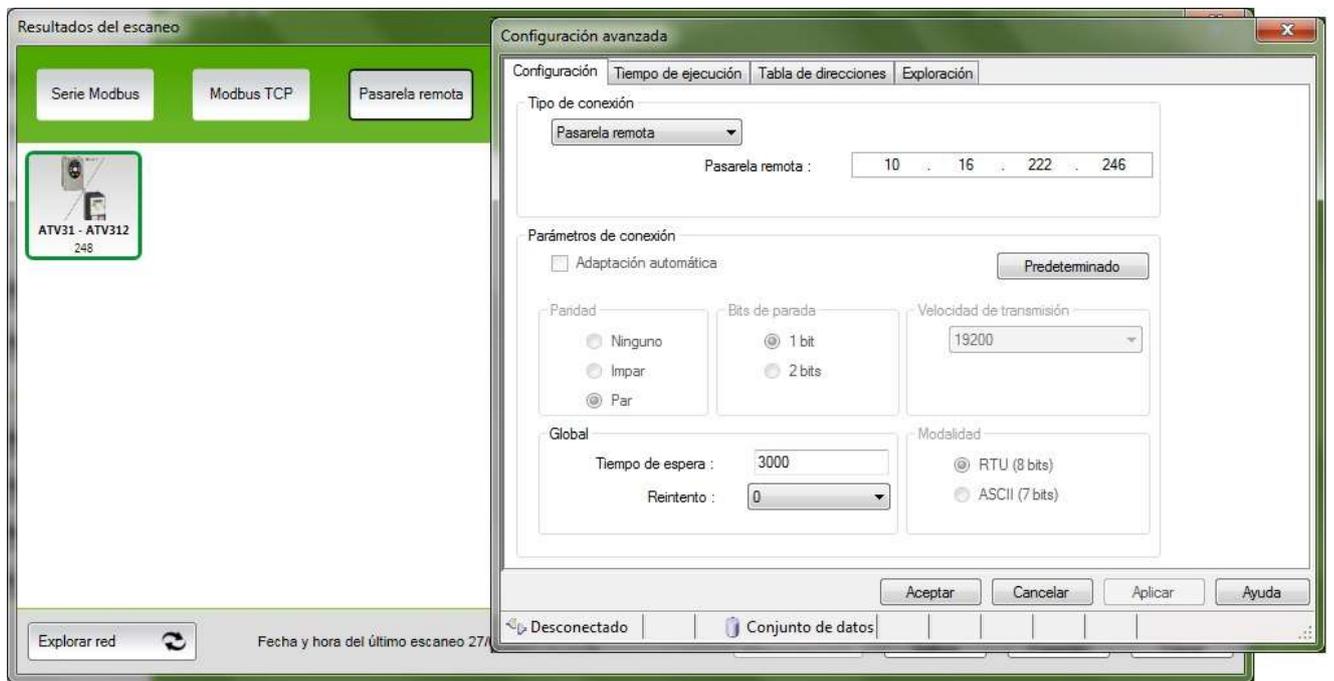
Posteriormente, hay que asegurarse de que los parámetros del variador coinciden con la configuración que se ha realizado en la pasarela.

En el variador, mirando el manual aparecen los siguientes ajustes de fábrica:

Modbus: Dirección del variador	1	Configurable entre 1 y 247
Modbus: Velocidad de transmisión.	19200 baudios	Configurable entre 19200, 9600; 4800
Formato de comunicaciones Modbus	8E1 ((bits de datos, paridad par, 1bit de paro)	Configurable entre 8O1, 8E1, 8n1, 8n2.
Modbus: Tiempo de espera	10 segundos	Configurable entre 0,1 a 10 segundos

Como puede verse, en la configuración de la pasarela se han elegido los parámetros de fábrica del variador.

Si nos queremos comunicar con el programa SoMove, se entra en el programa y se configuran las comunicaciones, eligiendo el tipo de variador y el tipo de conexión. Se ha elegido al variador ATV31 y la conexión por pasarela remota, con la siguiente configuración:



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Si se tiene todo conectado, se puede probar la conexión pulsando en Aceptar y luego en Explorar red.

2.3.- Fieldbus.

¿Qué es un Fieldbus? En este apartado vas a conocer la exposición de las principales características de este bus de campo.

El Fieldbus es un sistema de comunicación serie bidireccional completamente digital que trabaja a una velocidad de 31,25 kbps que interconecta dispositivos de campo como sensores, actuadores y controladores.

Fieldbus es una red de área local, LAN, de instrumentos usados en automatización de procesos con la capacidad de distribuir las aplicaciones de control a través de la red. Este bus de campo retiene las características del sistema analógico 4-20 mA tales como:

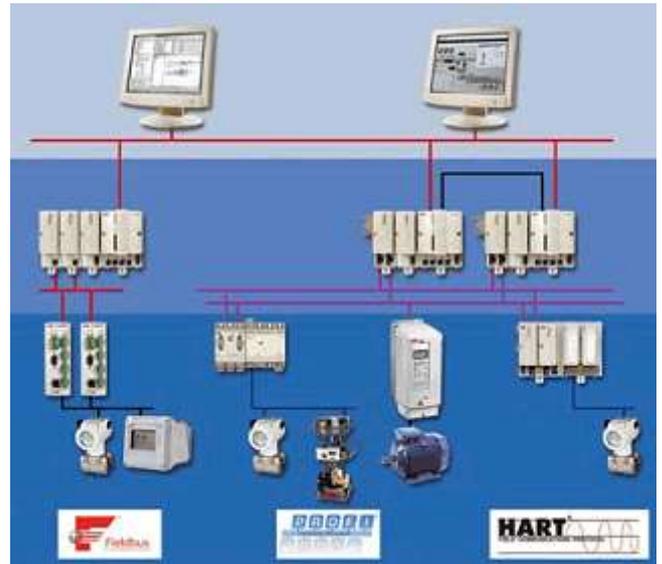
- Interfaz física normalizada de dos hilos.
- Dispositivos alimentados a través del bus.
- Operación intrínsecamente segura.

Adicionalmente, la tecnología Fieldbus permite:

- Mayor capacidad debido a la comunicación completamente digital.
- Reducción del coste de cableado y terminaciones debido a la conexión de los dispositivos a un único bus.
- Selección de proveedores de equipos debido a la interoperabilidad.
- Reducción de la cantidad de equipos en la sala de control debido a la capacidad de distribuir ciertas tareas de regulación y de E/S en los dispositivos de la red.
- Conexión a Ethernet de alta velocidad en sistemas más grandes.

Los principales beneficios del Fieldbus son:

- Mayor disponibilidad de la información.
- Permite que múltiples variables de un dispositivo puedan ser llevadas al sistema de control para ser archivadas, análisis de tendencias, estudios de optimización del proceso y generación de informes.
- Las características de alta resolución y libre de errores de la comunicación digital permite mejorar la capacidad de control.



[ABB](#) (Todos los derechos reservados)

Para saber más

Visita la página de la organización Fieldbus para conocer más datos y las novedades de esta tecnología:

2.4.- Profibus, Profinet

¿Qué bus de campo nos queda por conocer? ¿Qué diferencias tiene con respecto al resto? Estamos viendo la utilidad que tienen los buses de campo.

Profibus es un estándar de comunicaciones para bus de campo. Este estándar fue desarrollado entre los años 1987 a 1990 por BMBF, departamento alemán de educación e investigación, y por otras empresas como ABB, AEG, Honeywell, Siemens, Landis & Gyr, Phoenix Contact, Rheinmetall, RMP, Sauter-cumulus y Schleicher. En 1989 la norma alemana DIN19245 adoptó el estándar, partes 1 y 2 (la parte 3, Profibus-DP no fue definida hasta 1993). Profibus fue confirmada como norma europea en 1996 como EN50170.



[Oxensepp](#), (CC BY-SA)

Profibus tiene tres versiones o variantes:

- **DP-V0**: provee las funcionalidades básicas incluyendo transferencia cíclica de datos, diagnóstico de estaciones, módulos y canales, y soporte de interrupciones.
- **DP-V1**: agrega comunicación acíclica de datos, orientada a transferencia de parámetros, operación y visualización.
- **DP-V2**: permite comunicaciones entre esclavos. Está orientada a tecnología de accionadores, permitiendo alta velocidad para sincronización entre ejes en aplicaciones complejas.

Profibus tiene, conforme al estándar, cinco diferentes tecnologías de transmisión, que son identificadas como:

- **RS-485**: utiliza un par de cobre trenzado apantallado, y permite velocidades entre 9,6 Kbps y 12 Mbps. Permite hasta 32 estaciones, o más si se utilizan repetidores.
- **MBP**: es transmisión síncrona con una velocidad fija de 31,25 Kbps.
- **RS-485 IS**: las versiones IS son intrínsecamente seguras, utilizadas en zonas peligrosas (explosivas).
- **MBP IS**.
- **Fibra óptica**: incluye versiones de fibra de vidrio multimodo y monomodo.

Desde el punto de vista del control de las comunicaciones, el protocolo Profibus es maestro-esclavo, pero permite aplicaciones monomaestro y multimaestro.

PROFINET es una variante de Profibus. Es un estándar de Ethernet industrial. Comparte similitudes debido a su origen común, pero PROFINET tiene capacidades adicionales que le permiten ofrecer una comunicación más rápida y más flexible.

Al estar basado en las comunicaciones Ethernet, permita velocidades de 100 Mbit/s, una integración de equipos en una misma red local, así como comunicaciones Wi-Fi o Bluetooth.

Autoevaluación

El protocolo Profibus se desarrolló para mejorar las comunicaciones de los equipos dentro de los automóviles, ¿verdadero o falso?

- Verdadero.
- Falso.

No es correcto. Recuerda que el bus que guarda relación con los automóviles es el bus can.

Es correcto. Está mezclada la pregunta con el bus can.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

3.- Sistemas de transmisión.

Caso práctico

Adrián está terminando de instalar los sistemas de transmisión. **Tamara** le ha comentado que la empresa encargada de instalar la fibra óptica ya ha finalizado, por lo que solo faltan unas pequeñas conexiones con los cables de datos por realizar. Todos los sistemas de transmisión de la minicentral se van a realizar con cables, bien sea par tranzado o cable coaxial, y con fibra óptica.



[Richard Bartz](#) (CC BY-SA)

¿Qué es un sistema de transmisión? ¿Qué características tiene? Vas a conocer cómo podemos enviar la información entre equipos.

Un sistema de transmisión es un conjunto de elementos interconectados que se utiliza para transmitir una señal de un lugar a otro.

La señal transmitida puede ser eléctrica, óptica o de radiofrecuencia. Ya hemos visto algunos equipos que utilizamos para enviar este tipo de señales como son los cables y las fibras ópticas.

Algunos sistemas de transmisión están dotados de repetidores que amplifican la señal antes de volver a retransmitirla. En el caso de señales digitales estos repetidores reciben el nombre de regeneradores ya que la señal, deformada y atenuada por su paso por el medio de transmisión, es reconstruida y conformada antes de la retransmisión.

Los elementos básicos de cualquier sistema de transmisión son:

- **La pareja** multiplexor-demultiplexor: pueden ser analógicos o digitales. Los multiplexores pueden ser de división de frecuencia o de división de tiempo.
- Los **equipos terminales de línea**.
- Los **repetidores** o regeneradores.

El equipo terminal de línea consta de los elementos necesarios para adaptar los multiplexores al medio de transmisión, sea este un conductor metálico, fibra óptica o el espacio radioeléctrico. En el equipo terminal se incluyen además los elementos de supervisión de repetidores o regeneradores así como, en caso de ser necesario, el equipo necesario para alimentar eléctricamente a estos repetidores o regeneradores intermedios cuando ello se hace a través de los propios conductores metálicos de señal.



[Alby](#). (Dominio público)

Autoevaluación

Un sistema de transmisión es el conjunto de elementos que se utilizan para transmitir la información, ¿verdadero o falso?

- Verdadero.
- Falso.

Es correcto. Es la definición que está colocada en el apartado.

No es correcto. La afirmación del enunciado es verdadera.

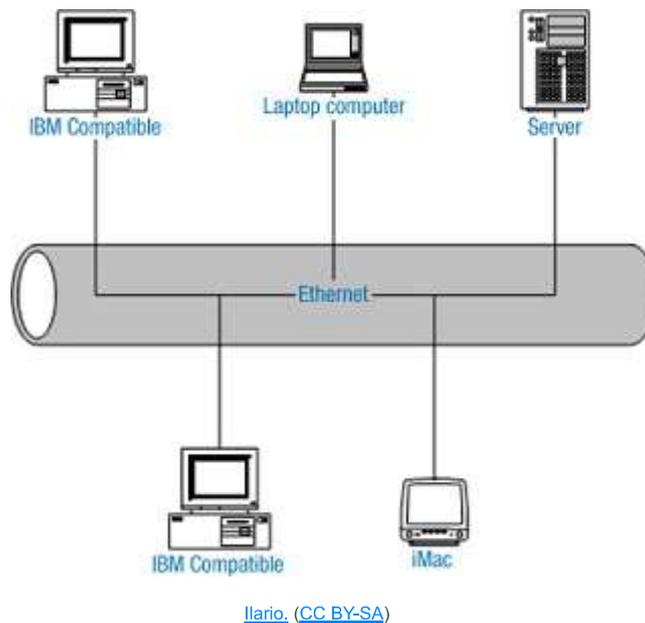
Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

4.- Red de área local (LAN).

Caso práctico

Dentro de la planta se va a instalar una red de área local para mejorar las conexiones entre todos los dispositivos y permitir mayor flexibilidad en las comunicaciones. Gracias a sus conocimientos en informática, **Víctor**, trabajador de una subcontrata relacionada con este proyecto, será el encargado de la configuración de los equipos de la red de área local.



¿Qué es una red de área local? ¿Qué características tiene? Ya hemos visto los buses de campo que utilizamos para comunicar los dispositivos inteligentes utilizados en la industria actual. Las redes que vamos a ver en continuación se destinan a comunicar gran cantidad de dispositivos, pero no los autómatas y sensores industriales de manera específica.

Una red de área local es la interconexión de uno o varios ordenadores y periféricos. Su extensión está limitada físicamente a un edificio o a un entorno de 200 metros, con repetidores podría llegar a la distancia de un campo de 1 kilómetro. Su aplicación más extendida es la interconexión de ordenadores personales y estaciones de trabajo en oficinas, fábricas, etc.

El término red local incluye tanto el hardware como el software necesario para la interconexión de los distintos dispositivos y el tratamiento de la información.

El aumento de la demanda y utilización de computadoras en universidades y laboratorios de investigación en la década de 1960 generó la necesidad de proveer interconexiones de alta velocidad entre los sistemas de ordenadores.



[Zephram Stark.](#) (CC BY-SA)

Autoevaluación

Una red de área local se utiliza para:

- Conectar como máximo 10 ordenadores.
- Conectar equipos separados como máximo 10 kilómetros.
- Conectar equipos dentro de un entorno menor a 1 kilómetro.
- Conectar ordenadores dentro del mismo edificio.

No es correcta porque no existe tal limitación.

Incorrecta, porque la distancia máxima es 1 kilómetro.

Muy bien. Has acertado.

No es cierto porque no tiene porque ser dentro de un mismo edificio. También puede conectar edificios próximos.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

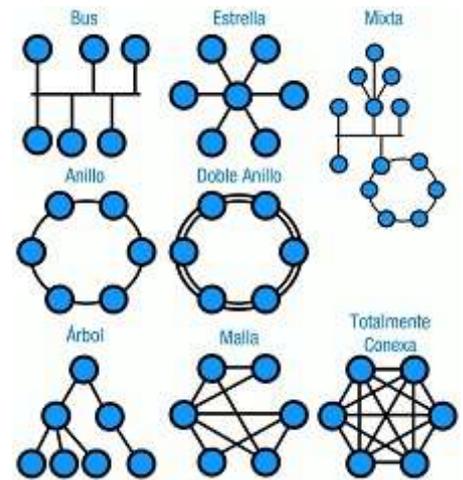
4.1.- Topologías.

¿Cómo están estructuradas las redes de área local? Sin duda alguna, ésta es una de las cuestiones que más influye en el comportamiento de la red y en las características finales de la misma.

La topología de red define la estructura de una red. Una parte de la definición topológica es la topología física, que es la disposición real de los cables o medios. La otra parte es la topología lógica, que define la forma en que los hosts acceden a los medios para enviar datos.

Las topologías físicas son:

- **Bus circular:** usa un solo cable backbone que debe terminarse en ambos extremos. Todos los hosts se conectan directamente a este backbone.
- **Anillo:** conecta un host con el siguiente y al último host con el primero. Esto crea un anillo físico de cable.
- **Estrella:** conecta todos los cables con un punto central de concentración. Una topología en estrella extendida conecta estrellas individuales entre sí mediante la conexión de hubs o switches. Esta topología puede extender el alcance y la cobertura de la red.
- **Topología jerárquica:** es similar a una estrella extendida. En lugar de conectar los hubs o switches entre sí, el sistema se conecta con un ordenador que controla el tráfico de la topología.
- **Malla:** se implementa para proporcionar la mayor protección posible para evitar una interrupción del servicio. El uso de una topología de malla en los sistemas de control en red de una planta nuclear es un buen ejemplo. En esta topología, cada host tiene sus propias conexiones con los demás hosts. Aunque Internet cuenta con múltiples rutas hacia cualquier ubicación, no adopta la topología de malla completa.
- **Árbol:** tiene varios terminales conectados de forma que la red se ramifica desde un servidor base.



[Yearofthedragon](#), (CC BY-SA)

La topología lógica de una red es la forma en que los hosts se comunican a través del medio. Los dos tipos más comunes de topologías lógicas son broadcast y transmisión de tokens.

La **topología broadcast** simplemente significa que cada host envía sus datos hacia todos los demás hosts del medio de red. No existe una orden que las estaciones deban seguir para utilizar la red. Es por orden de llegada, es como funciona Ethernet.

La **topología de transmisión de tokens** controla el acceso a la red mediante la transmisión de un token electrónico a cada host de forma secuencial. Cuando un host recibe el token, ese host puede enviar datos a través de la red. Si el host no tiene ningún dato para enviar, transmite el token al siguiente host y el proceso se vuelve a repetir.

4.2.- Modelo de capas.

¿Qué es el modelo de capas? ¿A qué se refiere esta terminología? Vamos a conocer en qué consiste el modelo de capas, qué estructura tiene y cuál es su importancia.



[Marco Bertolini \(CC0\)](#)

El modelo de interconexión de sistemas abiertos, también llamado OSI, es el modelo de red descriptivo creado por la ISO en el año 1984. Es un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones.

El núcleo de este estándar es el modelo de referencia OSI, una normativa formada por **siete capas** que define las diferentes fases por las que deben pasar los datos para viajar de un dispositivo a otro sobre una red de comunicaciones. Siguiendo el esquema de este modelo se crearon numerosos protocolos. El advenimiento de protocolos más flexibles donde las capas no están tan desmarcadas y, la correspondencia con los niveles no era tan clara, puso a este esquema en un segundo plano. El modelo especifica el protocolo que debe ser usado en cada capa, y suele hablarse de modelo de referencia ya que es usado como una gran herramienta para la enseñanza de comunicación de redes.

Se trata de una normativa estandarizada útil debido a la existencia de muchas tecnologías, fabricantes y compañías dentro del mundo de las comunicaciones, y al estar en continua expansión, se tuvo que crear un método para que todos pudieran entenderse de algún modo, incluso cuando las tecnologías no coincidieran. De este modo, no importa la localización geográfica o el lenguaje utilizado. Todo el mundo debe atenerse a unas normas mínimas para poder comunicarse entre sí. Esto es sobre todo importante cuando hablamos de la red de redes, es decir, Internet. Este modelo está dividido en siete capas:

- **Capa física:** es la que se encarga de las conexiones físicas de la computadora hacia la red, tanto en lo que se refiere al medio físico como a la forma en la que se transmite la información.
- **Capa de enlace de datos:** esta capa se ocupa del direccionamiento físico, de la topología de la red, del acceso al medio, de la detección de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo. Por lo cual es uno de los aspectos más importantes a revisar en el momento de conectar dos ordenadores, ya que está entre la capa 1 y 3 como parte esencial para la creación de sus protocolos básicos.
- **Capa de red:** se encarga de identificar el enrutamiento existente entre una o más redes. Las unidades de información se denominan paquetes, y se pueden clasificar en protocolos enrutables y protocolos de enrutamiento. El objetivo de la capa de red es hacer que los datos lleguen desde el origen al destino, aún cuando ambos no estén conectados directamente. Los dispositivos que facilitan tal tarea se denominan routers.
- **Capa de transporte:** capa encargada de efectuar el transporte de los datos, que se encuentran dentro del paquete, de la máquina origen a la de destino, independizándolo del tipo de red física que se esté utilizando. Sus protocolos son TCP y UDP, el primero orientado a conexión y el otro sin conexión.
- **Capa de sesión:** esta capa es la que se encarga de mantener y controlar el enlace establecido entre dos computadores que están transmitiendo datos de cualquier índole. En muchos casos, los servicios de la capa de sesión son parcial o totalmente prescindibles.
- **Capa de presentación:** el objetivo es encargarse de la representación de la información, de manera que aunque distintos equipos puedan tener diferentes representaciones internas de caracteres los datos lleguen de manera reconocible. Esta capa es la primera en trabajar más el contenido de la comunicación que el cómo se establece la misma. Esta capa también permite cifrar los datos y comprimirlos. Por lo tanto, podría decirse que esta capa actúa como un traductor.
- **Capa de aplicación:** ofrece a las aplicaciones la posibilidad de acceder a los servicios de las demás capas y define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos, como correo electrónico, gestores de bases de datos y servidor de ficheros.

4.3.- Componentes básicos de hardware.

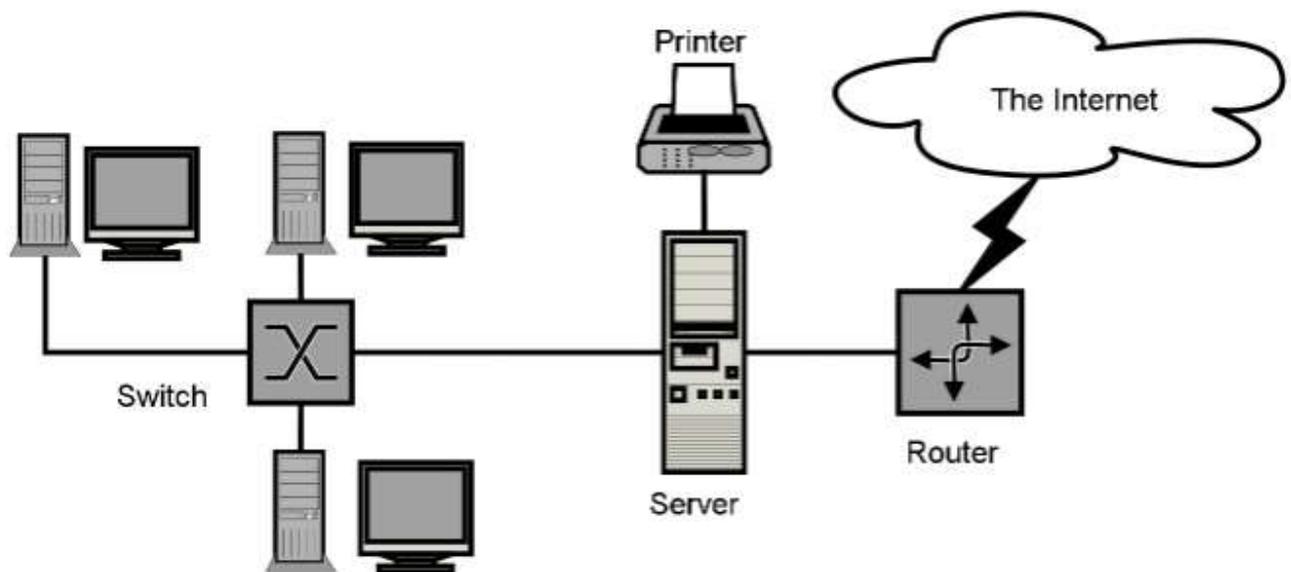
¿Qué componentes se utilizan en las redes de comunicación? ¿Qué características es necesario que tengan los equipos para funcionar correctamente? Las redes de comunicación no serían posibles sin los equipos electrónicos necesarios para interconectarlas.

Citas para pensar

"Hay algo más importante que la lógica: es la imaginación".

Alfred Hitchcock

Los principales componentes que necesitan las redes son:



[SilverStar \(CC BY\)](#)

- **Servidor:** el servidor es aquel o aquellos ordenadores que van a compartir sus recursos hardware y software con los demás equipos de la red. Sus características son la potencia de cálculo, importancia de la información que almacena y conexión con recursos que se desean compartir.
- **Estación de trabajo:** los ordenadores que toman el papel de estaciones de trabajo aprovechan o tienen a su disposición los recursos que ofrece la red así como los servicios que proporcionan los servidores a los cuales pueden acceder.
- **Router:** es el encargado de enlazar los equipos de una red LAN con otra WAN o internet. Un router se encarga de enlazar comunicaciones entre diferentes redes.
- **Switch** es un dispositivo que sirve para conectar varios elementos dentro de una red. Los **switches** se utilizan tanto en casa como en cualquier oficina donde es común tener al menos un **switch** por planta y permitir así la interconexión de diferentes equipos.

- **Tarjeta de red:** también se denominan NIC. Básicamente realiza la función de intermediario entre el ordenador y la red de comunicación. En ella se encuentran grabados los protocolos de comunicación de la red. La comunicación con el ordenador se realiza normalmente a través de las ranuras de expansión que éste dispone. Algunos equipos disponen de este adaptador integrado directamente en la placa base.
- **El medio:** constituido por el cableado y los conectores que enlazan los componentes de la red. Los medios físicos más utilizados son el cable de par trenzado, par de cable, cable coaxial y la fibra óptica, cada vez en más uso esta última.
- **Concentradores de cableado:** una LAN en bus usa solamente tarjetas de red en las estaciones y cableado coaxial para interconectarlas, además de los conectores, sin embargo este método complica el mantenimiento de la red ya que si falla alguna conexión toda la red deja de funcionar. Para impedir estos problemas las redes de área local usan concentradores de cableado para realizar las conexiones de las estaciones, en vez de distribuir las conexiones el concentrador las centraliza en un único dispositivo manteniendo indicadores luminosos de su estado e impidiendo que una de ellas pueda hacer fallar toda la red.

Autoevaluación

Sin servidores ni estaciones de trabajo no puede existir la comunicación en redes de área local, ¿verdadero o falso?

- Verdadero.
- Falso.

Es correcto. Recuerda que para que funcione bien la red de área local se necesitan estos dispositivos.

No es correcto. Revisa los elementos que forman parte de una red de área local.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

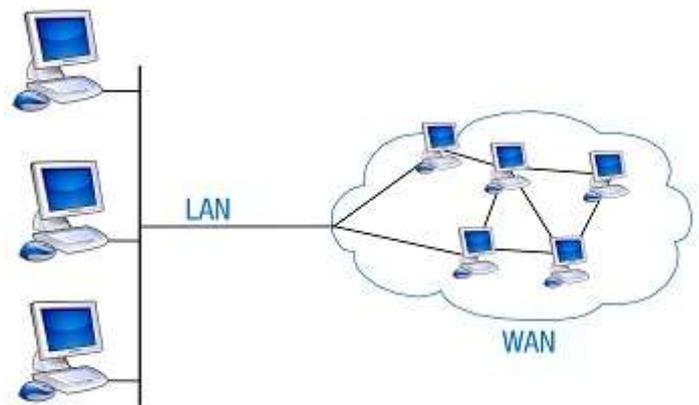
5.- Red de área extensa (WAN) e Internet.

Caso práctico

Por parte del operador de la planta, se desea que la instalación pueda ser controlada a distancia desde un centro de control centralizado. **Víctor** está encargado de configurar la red de área local, pero además deberá configurar la red local para que sea posible realizar accesos seguros desde la red exterior a la red local. **Adrián** está instalando las pasarelas informáticas que **Víctor** le ha pedido para poder acceder desde la red externa a la red interna de la planta y así poder configurar y controlar los diferentes equipos.

¿Cómo funcionan las redes de comunicación? ¿Cómo funciona internet? ¿Qué diferencias hay entre las redes de comunicaciones de datos? Vas a comenzar una serie de apartados en los que se describen el funcionamiento de las redes de datos.

Una red WAN es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100 km hasta unos 1000 km, dando servicio a un país o un continente. Un ejemplo de este tipo de redes sería RedIRIS, Internet o cualquier red en la cual no estén en un mismo edificio todos sus miembros.



[Harald Mühlböck](#), (CC BY-SA)

Muchas WAN son construidas por y para una organización o empresa particular y son de uso privado. Otras son construidas por los proveedores de internet para proveer de conexión a sus clientes. Hoy en día, Internet proporciona WAN de alta velocidad, y la necesidad de redes privadas WAN se ha reducido drásticamente, mientras que las redes privadas virtuales que utilizan cifrado y otras técnicas para hacer esa red dedicada, aumentan continuamente.

Normalmente la WAN es una red punto a punto, es decir, red de paquete conmutado. Las redes WAN pueden usar sistemas de comunicación vía satélite o de radio.

Autoevaluación

Las redes de área local y de área amplia son similares. La diferencia está en la zona geográfica que abarcan. ¿Verdadero o falso?

- Verdadero.
- Falso.

Es correcto. Recuerda que ésta es la principal diferencia.

No es correcto. El enunciado de la pregunta es verdad. Revisa este apartado con más atención.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

5.1.- Descripción.

¿Qué características identifican a las redes WAN? Vamos a conocer los principios de trabajo de estas redes de comunicaciones.

Una WAN contiene una colección de máquinas dedicadas a ejecutar programas de usuario. Estas máquinas reciben el nombre de hosts. Los hosts están conectados por una subred de comunicación. El trabajo de una subred es conducir mensajes de un host a otro. La separación entre los aspectos exclusivamente de comunicación de la red (la subred) y los aspectos de aplicación (hosts), simplifica enormemente el diseño total de la red.

En muchas redes de área amplia, la subred tiene dos componentes distintos: las **líneas de transmisión** y 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. El nombre que reciben estas máquinas es el de routers.

Los canales de comunicación suelen proporcionarlos las compañías telefónicas, con un determinado coste mensual si las líneas son alquiladas, y un coste proporcional a la utilización si son líneas normales conmutadas. Las líneas son relativamente propensas a errores, si se utilizan circuitos telefónicos convencionales.

Las redes de área local son significativamente diferentes de las redes WAN. El sector de las LAN es uno de los de más rápido crecimiento en la industria de las comunicaciones.

Debido a las diferencias entre las redes de área local y las redes de cobertura amplia, sus topologías pueden tomar formas muy diferentes. La estructura de las WAN tiende a ser más irregular, debido a la necesidad de conectar múltiples terminales, computadores y centros de conmutación. Como los canales están alquilados mensualmente, las empresas y organizaciones que los utilizan tienden a mantenerlos lo más ocupados posible.

Por el contrario el propietario de una LAN no tiene que preocuparse de utilizar al máximo los canales, ya que son baratos en comparación con su capacidad de transmisión. Por tanto, no es tan crítica la necesidad de esquemas muy eficientes de multiplexado y multidistribución. Además, como las redes de área local residen en un mismo edificio, la topología tiende a ser más ordenada y estructurada, con configuraciones en forma de bus, anillo o estrella.

Autoevaluación

Las redes de área amplia se dividen en:

- Redes de área local y subredes.
- Redes de multidistribución y elementos de transmisión.
- Elementos de conmutación y redes de área local.
- Líneas de transmisión y elementos de conmutación.

No es correcta porque las redes de área local son un tipo por sí mismas.

Incorrecto. La multidistribución es una técnica no un tipo de red.

No es cierto porque las redes de área local son un tipo por sí mismas.

Es la respuesta correcta. Recuérdala para más adelante.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

5.2.- Tipos.

Dado que las redes WAN abarcan zonas geográficas muy amplias, ¿qué tipos de redes WAN existen? ¿Cómo se pueden clasificar? Vas a conocer los tipos de redes WAN que existen con sus características más significativas.

Los tipos de redes WAN que existen están detallados a continuación:

- **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. 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, 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:** 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:** esta red fue diseñada originalmente para el uso de la voz. 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.



[U.S. Air Force por Senior Airman Julianne Showalter.](#)
(Dominio público)

5.3.- Componentes.

¿Qué elementos están presentes en las redes WAN? Es necesario que conozcas las partes que componen las redes WAN. Vamos a enumerarlos.

Una red de área amplia puede ser descrita como un grupo de redes individuales conectadas a través de extensas distancias geográficas. Los componentes de una red WAN típica incluyen:

- Dos o más redes de área local independientes.
- Routers conectados a cada LAN.
- Dispositivos de acceso al enlace conectados a cada router.
- Enlaces inter-red de área amplia conectados a cada dispositivo de acceso al enlace. La combinación de routers, dispositivos de acceso al enlace, y enlaces es llamada inter-red.



[plugwash](#). (Dominio público)

La inter-red combinada con las LAN crea la WAN. Un dispositivo de acceso al enlace, LAD, es necesario para convertir las señales para ser transmitidas desde la LAN en un formato compatible con el tipo de enlace de área amplia inter-red utilizado.

Las conexiones entre LAD pueden ser punto a punto o a través de la red intermedia de un proveedor de servicios de red. En un enlace punto a punto, los LAD se comunican directamente entre sí sobre un circuito de telecomunicaciones. Este circuito puede ser temporal, como el de una red conmutada de telefonía pública, o permanente, por ejemplo una línea de datos dedicada contratada a un proveedor.

Algunos ejemplos de LAD incluyen:

- Modem.
- DSU/CSU.
- TA.
- PAD.
- FRAD.

En un enlace de red intermedia, los LAD son conectados a una red de transporte de datos, controlada y administrada por uno o más proveedores de servicios de red. Las conexiones al proveedor de servicios de red son realizadas usando enlaces punto a punto temporales o permanentes. Una vez que los datos son recibidos por el proveedor de servicios de red, son transferidos hasta la LAN de destino a través de una red WAN inter-red dedicada.

Los proveedores de servicio de red reciben múltiples flujos de datos en forma simultánea desde varias organizaciones. El enrutamiento se basa en la información de direccionamiento incluida en el paquete. Existen muchas conexiones y rutas posibles en la topología en forma de malla de la red del proveedor. Varias tecnologías de enrutamiento y conmutación a alta velocidad son utilizadas por el proveedor de servicios de red para dirigir los paquetes hasta su destino. Dado que existen múltiples caminos, un paquete puede ser enrutado para evitar cualquier fallo o área congestionada de la red, ya que el enrutamiento del paquete es dinámico.

Cuando se usan las redes de alta velocidad de un proveedor de servicios de red como enlaces de red intermedios, no existe un circuito predefinido de extremo a extremo entre las LAN comunicadas, es por ello que las tasas de transmisión de la inter-red pueden ser

aumentadas o disminuidas según se requiera mediante acuerdos con el proveedor de servicios de red.

Autoevaluación

Uno de los elementos fundamentales en las redes de área amplia es el router, ¿verdadero o falso?

- Verdadero.
- Falso.

Efectivamente, el router es uno de los elementos fundamentales.

No estás en lo cierto. Revisa bien este apartado antes de continuar.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

6.- Familia xDSL.

Caso práctico

Tamara y Adrián están viendo que la manera más eficaz y económica para proveer de servicio a la red de la planta la conexión DSL. **Tamara y Adrián** no tienen muy claro qué tipo deben escoger, ya que han visto varias posibilidades, por lo que prefieren estudiar con más calma las diferentes tecnologías que existen para ver cuál de ellas se adaptará mejor a las necesidades que tienen para el control desde el exterior de la planta.



¿Qué es xDSL? ¿En qué consiste? ¿Qué características presenta? Las tecnologías de la comunicación han avanzado muy rápidamente en los últimos años y se han desarrollado gran cantidad de aplicaciones que vienen a simplificar y mejorar las telecomunicaciones.

Se conoce como xDSL a la familia de tecnologías de acceso a Internet de banda ancha basadas en la digitalización del bucle de abonado telefónico, el par de cobre. La principal ventaja de xDSL frente a otras soluciones de banda ancha, como la fibra óptica, es precisamente la reutilización de infraestructuras ya desplegadas, por tanto más baratas al estar parcial o totalmente amortizadas, y con gran extensión entre la población.



[Ahunt](#), (Dominio público)

El acceso xDSL se basa en la conversión del par de cobre de la red telefónica básica en una línea digital de alta velocidad capaz de soportar servicios de banda ancha además del envío simultáneo de voz. Para lograr esto se emplean tres canales independientes:

- Canal de alta velocidad para recepción de datos.
- Canal de alta velocidad para envío de datos.
- Otro canal para la transmisión de voz.

Cada uno de ellos ocupa una banda de frecuencia diferente, de manera que no interfieran entre sí. El canal de voz queda ubicado entre los 200Hz y los 3,4kHz se transmite en banda base, como el servicio telefónico tradicional, mientras que los canales de datos quedan

aproximadamente entre los 24kHz y los 1,1MHz, distribuyéndose de forma variable entre el canal de subida y el de bajada según el tipo de tecnología xDSL empleada. Se transmiten mediante múltiples portadoras.

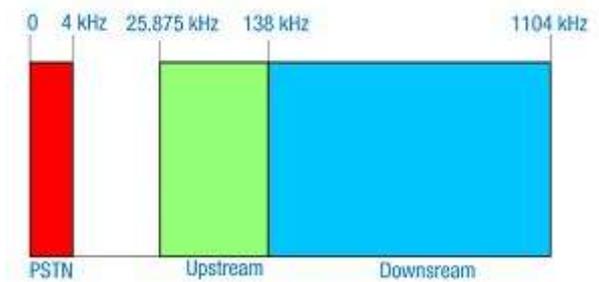
Para poder ofrecer servicios de voz compatibles con los terminales telefónicos convencionales, los usuarios deben disponer de unos dispositivos denominados **microfiltros de paso bajo** que se sitúan entre la toma de red telefónica y los equipos terminales, módem y teléfono, para filtrar la voz de los distintos canales de datos.

Por su parte, los equipos de red del operador, típicamente la central telefónica local, deben disponer de los denominados DSLAM, que contienen un conjunto de tarjetas con varios módems de central de un número de usuarios, de manera que se concentre y se enrute el tráfico de los enlaces xDSL hacia una red de área extensa.

6.1.- ADSL.

¿Quiénes componen la familia xDSL? ¿Cuál es la más utilizada? ¿Qué relación tienen estas tecnologías con internet? Sin lugar a dudas, la tecnología ADSL está, a día de hoy, presente en la mayor parte de los puntos que disfrutan de una conexión a internet.

El ADSL es un tipo de tecnología de línea DSL. Consiste en una transmisión analógica de datos digitales apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando la longitud de línea no supere los 5,5 km medidos desde la central telefónica, o no haya otros servicios por el mismo cable que puedan interferir.



[Biot. \(CC BY-SA\)](#)

Es una tecnología de acceso a Internet de banda ancha, lo que implica una velocidad superior a una conexión tradicional por módem en la transferencia de datos, ya que el módem utiliza la banda de voz y por tanto impide el servicio de voz mientras se use y viceversa. Esto se consigue mediante una modulación de las señales de datos en una banda de frecuencias más alta que la utilizada en las conversaciones telefónicas convencionales (300-3400 Hz), función que realiza el router ADSL. Para evitar distorsiones en las señales transmitidas, es necesaria la instalación de un filtro que se encarga de separar la señal telefónica convencional de las señales moduladas de la conexión mediante ADSL.

Esta tecnología se denomina **asimétrica** debido a que la capacidad de descarga, desde la red hasta el usuario, y de subida de datos, en sentido inverso, no coinciden. La tecnología ADSL está diseñada para que la capacidad de bajada sea mayor que la de subida, lo cual se corresponde con el uso de internet por parte de la mayoría de usuarios finales, que reciben más información de la que envían.

En una línea ADSL se establecen tres canales de comunicación, que son el de **envío de datos**, el de **recepción de datos** y el de **servicio telefónico normal**.

ADSL presenta una serie de ventajas y también algunos inconvenientes, respecto a la conexión telefónica a Internet por medio de un módem. Entre las **ventajas**:

- Ofrece la posibilidad de hablar por teléfono mientras se navega por Internet, ya que, como se ha indicado anteriormente, voz y datos trabajan en bandas separadas por la propia tecnología ADSL y por microfiltros.
- Usa una infraestructura existente: la de la red telefónica básica. Esto es ventajoso, tanto para los operadores que no tienen que afrontar grandes gastos para la implantación de esta tecnología, como para los usuarios, ya que el costo y el tiempo que tardan en tener disponible el servicio es menor que si el operador tuviese que emprender obras para generar nueva infraestructura.
- Ofrece una velocidad de conexión mucho mayor que la obtenida mediante marcación telefónica a Internet. Éste es el aspecto más interesante para los usuarios. En la gran mayoría de escenarios es la tecnología con mejor relación velocidad/precio.
- Cada circuito entre abonado y central, es único y exclusivo para ese usuario, es decir el cable de cobre que sale del domicilio del abonado llega a la central sin haber sido agregado, y por tanto evita cuellos de botella por canal compartido, lo cual sí ocurre en otras tecnologías que utilizan el cable.

Entre **los inconvenientes** es posible citar:

- No todas las líneas telefónicas pueden ofrecer este servicio, debido a que las exigencias de calidad del par, tanto de ruido como de atenuación, por distancia a la central, son más estrictas que para el servicio telefónico básico. De hecho, el límite teórico para un servicio aceptable equivale a 5,5 km de longitud de línea.
- La calidad del servicio depende de factores externos como interferencias en el cable o distancia a la central, al no existir repetidores de señal entre ésta y el módem del usuario final. Esto hace que la calidad del servicio fluctúe, provocando en algunos casos cortes y/o disminución de caudal.

6.2.- HDSL.

¿Qué es HDSL? ¿Qué diferencias tiene con el ADSL? Tanto ADSL como HDSL pertenecen a la familia xDSL, pero tienen características diferentes.

Ésta es una más de las tecnologías de la familia xDSL, las cuales han permitido la utilización del clásico bucle de abonado telefónico, constituido por el par simétrico de cobre, para operar con tráfico de datos en forma digital.

Los módems HDSL permiten el establecimiento por un par telefónico de un circuito digital unidireccional de 1,544 Mbps (T1) ó 2,048 Mbps (E1), usando una transmisión full-dúplex simultánea por cada uno de los pares de hilos. En este caso por cada par se transmite y recibe un flujo de 1024Kbps. EL HDSL necesita cuatro hilos, dos pares trenzados para establecer la comunicación.

La distancia máxima entre terminales en que se puede utilizar está entre 3 y 4 km, dependiendo del calibre y estado de los pares de cobre.



[Greg O'Beirne. \(CC BY-SA\)](#)

Autoevaluación

La tecnología HDSL necesita un solo cable de par trenzado para realizar las comunicaciones, ¿verdadero o falso?

- Verdadero.
- Falso.

No es correcto. Precisamente la técnica HDSL necesita dos pares trenzados.

Es correcto. La tecnología HDSL necesita cuatro conductores y no los dos que lleva el par trenzado.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta



6.3.- SDSL.



[stepping stone GmbH](#). (Todos los derechos reservados)

¿Qué es SDSL? ¿Cuáles son sus diferencias con ADSL y HDSL? El SDSL es más parecido al HDSL en sus características que vamos a enumerar a continuación.

La tecnología SDSL es una variante de la xDSL y se trata de una línea simétrica permanente con velocidades justamente de hasta 2.048 kbps.

SDSL es una forma de servicio de la línea DSL que proporciona el mismo ancho de banda para subida y bajada de datos y transferencias directas. SDSL era una de las formas más tempranas de DSL para no requerir líneas telefónicas múltiples.

La distancia máxima entre terminales en que se puede utilizar está en 3 km. Para establecer la comunicación, el SDSL solo necesita un par trenzado.

Hasta que las compañías ADSL no ofrezcan datos reales sobre la velocidad de bajada, su coste es relativamente más caro que la conexión ADSL y no permite usarse simultáneamente con una conexión telefónica.

Autoevaluación

Algunas de las características de la tecnología SDSL son:

- Necesidad de dos hilos.

- Modo de transmisión simétrico.

- Necesidad de cuatro hilos.

Modo de transmisión asimétrico.

Mostrar retroalimentación

Solución

1. Correcto
2. Correcto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

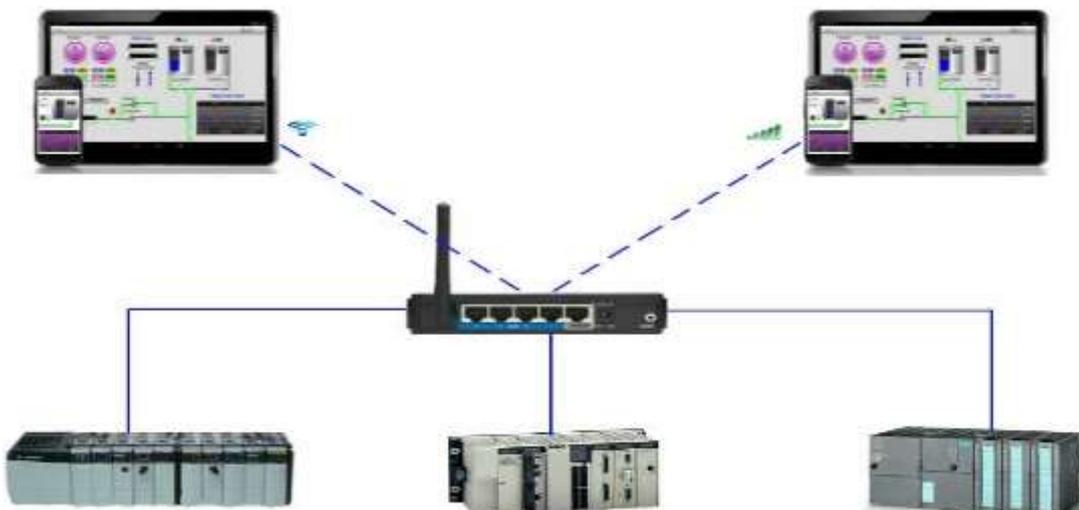
7.- Aplicaciones de telecontrol en redes de agua

Caso práctico

Adrián es consciente de la utilidad que tienen los sistemas de telecontrol en los sistemas eléctricos. Al realizar el montaje de la instalación y del control de la misma, **Adrián** está viendo cómo se conectan todos los equipos para que las señales pasen desde los equipos de campo hasta los equipos de control. **Víctor** está entregando al propietario de la instalación las características de las redes de datos que han configurado y la manera de poder realizar el telecontrol desde fuera de la instalación. Para acceder a la red de control se necesitará una clave que **Víctor** ha colocado en la puerta de acceso a la red de la planta.



¿Qué aplicaciones tienen los sistemas de control en las redes de agua? ¿Qué misión realizan en estas instalaciones? La creciente complejidad de los sistemas eléctricos de potencia, debida a que cada vez más todos los sistemas eléctricos se encuentran interconectados, hace que el control de los sistemas eléctricos sea más complejo. Por este motivo, es necesario optimizar las técnicas de control.



En el sector de aguas y aguas residuales, las comunicaciones ayudan a supervisor la operación de las unidades de telemetría remota (remote telemetry units, RTU) y los controladores lógicos programables y (programmable logic controllers, PLC) y gestiona la información generada a lo largo de los procesos de gestión de agua. Mediante soluciones SCADA se proporciona:

- **Interconexión** de los diferentes controladores encargados de gobernar el proceso.
- **Visualización gráfica**, conociendo la situación en tiempo real y gestionando de alarmas allí donde lo necesite, bien sea en una sala central o remota o en un dispositivo móvil como una tablet o un smartphone.
- **Una base de datos histórica en tiempo real.** La base de datos histórica está integrada en los controles del centro para capturar y compartir datos de las operaciones.
- **Informes.** La generación avanzada de informes ofrece informes para el uso de productos químicos, consumo de energía, calidad del agua, descarga y alarmas/eventos.
- **Funcionalidad de alertas remotas.** Las alertas remotas permiten la notificación remota y fiable y la respuesta a alarmas y situaciones anormales a teléfonos móviles y tablets.
- **Gestión, notificación y optimización de alarmas.** El manejo de alarmas notifica a los operarios acerca de las excepciones que exigen la intervención humano y también ayudan a optimizar el sistema para reducir el número de alarmas innecesarias.