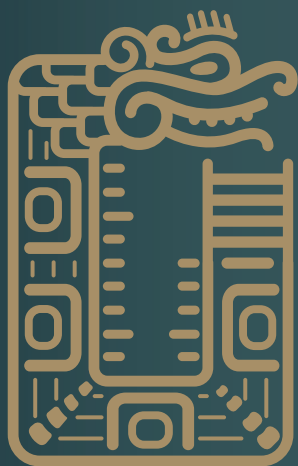




KAANBAL

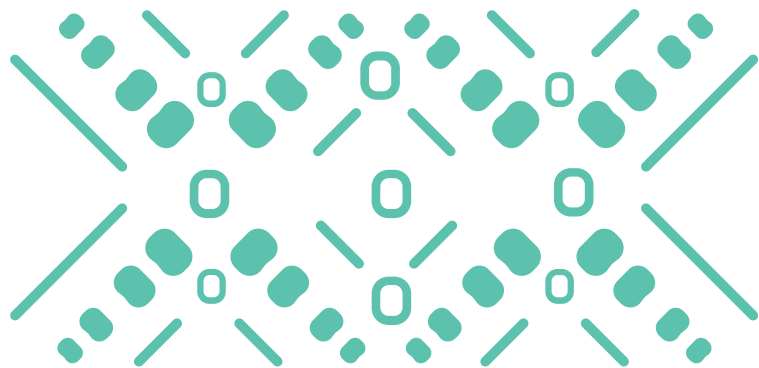
PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO



**TREN
MAYA**
TSÍIMIN K'ÁAK

Lección 7

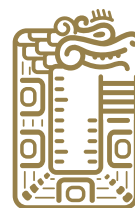




CURSO 5

Sistema de comunicaciones ferroviarias

con Enrique Vara Solorio



**TREN
MAYA**
TSÍIMIN K'ÁAK

ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Arquitectura de voz y datos.</i>		4
<i>Imagen 2: Arquitectura de voz y datos.</i>		6
<i>Imagen 3: Plan de numeración.</i>		8
<i>Imagen 4: Representación del modelo OSI</i>		9
<i>Imagen 5: Topologías de red.</i>		13
<i>Imagen 6: Estructura de red VLAN</i>		15
<i>Imagen 7: Estructura de red VLAN</i>		15
<i>Imagen 8: Características principales de red MPLS</i>		16

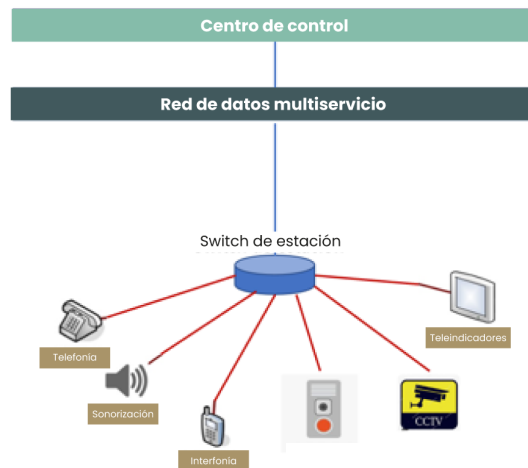
Lección 7

REDES DE CONMUTACIÓN DE VOZ Y DATOS

Las Redes de Voz y Datos unifican e integran en una misma infraestructura de telecomunicaciones y tecnología los servicios de voz en el ámbito ferroviario, la arquitectura de estos y su aplicación a los servicios ferroviarios.

En la siguiente imagen se muestra la estructura de red de los sistemas de voz y datos. Donde, por ejemplo, en una estación, los sistemas de video sonorización, telefonía, voz y teleindicadores están conectados a la red multiservicio quien les da todos los datos necesarios para la información al usuario.

Imagen 1: Arquitectura de voz y datos.



Fuente Creación propia

Telefonía de explotación tradicional.

Es la que permite a un operador el establecimiento de comunicaciones con otros puntos para el normal desarrollo de la explotación ferroviaria. Se trata de una tecnología que, aunque se basa en los conceptos tradicionales de servicio de voz conmutada, ha sido desarrollada únicamente para el entorno ferroviario, adaptándose a la funcionalidad de la gestión del tráfico ferroviario.

Red de voz selectivo centralizado.

Es un circuito de voz que permite la comunicación entre el puesto de mando y cada una de las estaciones o puestos secundarios.

El operador del puesto de mando puede efectuar tres clases de llamadas:

- A cualquiera de los puestos secundarios (llamada individual).
- A un grupo de puestos secundarios (llamada de grupo).
- A todos los puestos secundarios de la línea de regulación (llamada general).

Red de voz selectivo descentralizado.

Este circuito tiene casi las mismas características al anterior, la única diferencia es que no hay un puesto de mando que dirija las comunicaciones.

Telefónica de señales.

Permiten las comunicaciones entre los teléfonos colocados al pie de señales o en zona de agujas o motores con la estación que tiene el mando de estas señales o agujas o que también puede ser el caso que se tenga el control desde el centro de control de tráfico.

Telefonía automática

Está basada en que los operadores ferroviarios poseen una red de centrales unidas entre sí por enlaces, a través de las redes de transporte, que permiten la comunicación entre todos los teléfonos de la red

Telefonía de voz sobre IP.

Protocolo sobre IP o voz sobre Protocolo de Internet, es una tecnología que permite transmitir voz a través de Internet. Sirve para realizar y recibir llamadas a cualquier tipo de dispositivo que se pueda conectar a la red.

La telefonía IP supone además un gran avance en el sector de las telecomunicaciones, facilitando la convergencia de múltiples sistemas en uno.

Arquitectura de red de voz.

No existe una normativa para el diseño de la arquitectura de una red de voz de un operador ferroviario, pero sí unas reglas de diseño que se aplican de forma general.

A continuación, describe una arquitectura en niveles jerárquicos de una red como ejemplo de una red típica ferroviaria.

Primer nivel

El primer nivel está configurado por los nodos que tienen alcance a toda la organización. Este caso corresponde a las centrales de conmutación móvil de la red GSM-R.

Segundo nivel

El segundo nivel, se compone por centrales de conmutación de voz distribuidas por la línea, con un ámbito geográfico más limitado y en la que se dispone un alto número de abonados. Generalmente, corresponden a estaciones y puestos de mando.

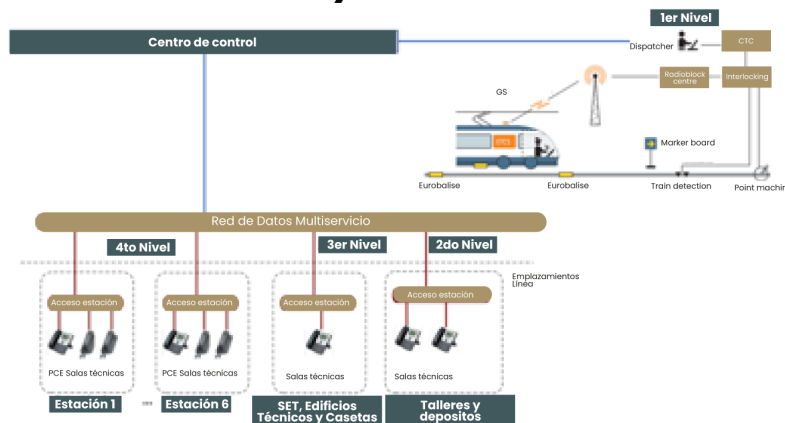
Tercer nivel

El tercer nivel de sistema de telefonía fija estará compuesto por estantes remotos con supervivencia que se instalarán en los edificios técnicos que no dispongan de una PBX (central telefónica privada que permite a los usuarios de una empresa comunicarse entre sí y con el exterior).

Cuarto nivel

El cuarto y último nivel estará formado por estantes remotos sin poder comunicarse con el exterior. Todos estos nodos se conectarán a la red de datos de explotación, utilizando recursos de la red de acceso de datos

Imagen 2: Arquitectura de voz y datos.



Fuente: Elaboración propia.

Arquitectura funcional de la red voz.

Otra visión de la arquitectura de la red de voz se corresponde con la organización en grupo de usuarios y funciones de telefonía. Se distinguen los siguientes sistemas de telefonía fija:

- Telefonía operacional, corresponde a usuarios terminales dedicados a la operación del sistema ferroviario. La telefonía operacional está compuesta por el sistema de interfonía en túneles, estaciones, edificios técnicos, puestos de mando esta formará parte del sistema global de conmutación de voz fija.

- Telefonía fija de seguridad, corresponde a los usuarios y terminales dedicados a la vigilancia de las instalaciones y usuarios del sistema ferroviario.
- Telefonía de mantenimiento, esta corresponde al uso exclusivo del personal de mantenimiento de instalaciones fijas y material rodante.
- Telefonía administrativa y de gestión, estas terminales están destinadas a labores de administración y gestión de las empresas ferroviarias no relacionadas directamente con la operación de la infraestructura.

Cada uno de estos subsistemas, que son integrantes del sistema global de conmutación de voz fija, forma por sí mismo, un sistema lógico independiente mediante la programación adecuada de las centrales, esta programación será la que el proyecto marque y determine dicha arquitectura.

Existirá la posibilidad de establecer relaciones de tráfico, categorías de accesos, grupos cerrados de usuarios, derechos de acceso independientes de los configurados para el resto de las extensiones, dotándolos de prioridades y una mayor seguridad, pero todo esto dependerá del diseño y la programación y configuración de la red.

Sistema de grabación del sistema.

Para el sistema de grabación el cual podríamos llamar caja negra, así como la de un avión, la cual tiene el objetivo de cumplir con las normativas de seguridad en la circulación especifican que las grabaciones relacionadas que afecten a dicha seguridad deben ser grabadas en un sistema adecuado.

El objeto de dichas grabaciones puede ser, entre otras, la realización de auditorías sobre el correcto cumplimiento de las normas de seguridad o la investigación de incidentes de seguridad.

Por lo tanto, deben grabarse las conversaciones en los teléfonos ubicados en los puestos o ubicaciones que sean prioridad en materia de seguridad, estos por lo regular son los destinados a la operacional del tren, generalmente puesto de mando y regulación de las instalaciones de seguridad y telemandos de energía.

Estos equipos permiten la grabación y posterior escucha de todas las conversaciones que lleguen o salgan de las extensiones que se programen para tal efecto. Para facilitar la reproducción de las conversaciones almacenadas, se utiliza un servidor con conexión a los distintos equipos de grabación, desde donde se podrán localizar y reproducir las conversaciones almacenadas.

Plan de numeración

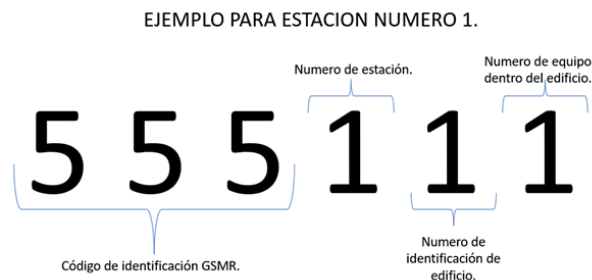
Toda red ferroviaria debe de tener dentro de su diseño una red de telefonía la cual debe estar acompañada de un plan de numeración general para toda la empresa ferroviaria y particularizado para cada tramo de red y/o ubicación.

Determinación de números y dígitos

Al tratarse de una red de telefonía privada, no está sujeto a las normativas nacionales e internacionales de los operadores públicos. En primer lugar, debe establecerse el número de cifras que compondrán el plan de numeración. Esta elección vendrá determinada por factores tales como número posible de abonados y organización de estos.

Para una empresa grande suelen utilizarse 6 o 5 dígitos, pero también es razonable usar un número menor en caso de operadoras pequeñas, esta determinación estará definida en las memorias de diseño por parte del proyectista.

Imagen 3: Plan de numeración.



Fuente: Elaboración propia (ejemplo de marcación).

Redes de datos.

Las redes de ordenadores modernas están diseñadas de una forma muy estructurada. La mayoría de las redes se organizan en una serie de capas o niveles cuyo objeto es reducir la complejidad de su diseño.

Entre cada par de capas adyacentes hay una interfaz, la cual define los servicios y operaciones primitivas que la capa inferior ofrece a la superior. Al conjunto de capas y protocolos se le denomina arquitectura de red.

El estándar Internacional ISO/IEC 7498-1, "Open System Interconnection", define las reglas para interconectar sistemas abiertos, buscando la normalización internacional de varios protocolos.

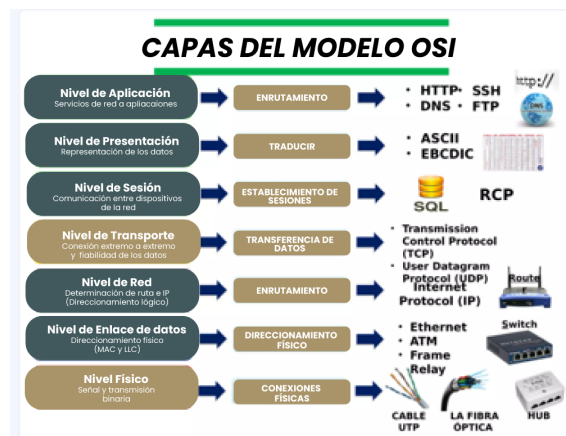
Fundamentos del Modelo OSI (Open Systems Interconnection).

Este modelo y su configuración de capas se caracteriza porque los datos fluyen de arriba abajo desde las capas de aplicación.

Una torre OSI es un modelo de interconexión de sistemas abiertos, están diseñados para que una aplicación pueda comunicarse a través de una red con otra aplicación en un dispositivo diferente sin importar la complejidad de la aplicación.

Es un modelo de redes que se basa en una estructura de siete capas que gestionan el proceso de comunicación digital. Cada capa tiene una función específica y se comunican de forma eficiente (se lee de abajo hacia arriba.)

Imagen 4: Representación del modelo OSI



Fuente: SlideShare. (s.f.). Mapa mental - Modelo OSI [Presentación de diapositivas].

La tabla muestra los protocolos más habituales.

NIVEL	PROTOCOLO	
Aplicación	MIME, BGP, FTP, HTTP, SMTP, TELNET	TFTP, SNMP, PING
Transporte	TCP	UDP
Red	ICMP, OSPF, ARP, RARP, IP	IP
Físico	ETHERNET, TOKEN RING, FDDI, X.25, FRAME RELAY, PPP, ATM, SLIP	

BGP: Border Gateway Protocol; FTP: File Transfer Protocol; HTTP: Hipertext Transfer Protocol;
 SMTP: Simple Mail Transfer Protocol; MIME: Multipurpose Internet Mail Extension; TFTP: Trivial File Transfer Protocol; SNMP: Simple Network Management Protocol; TCP: Transmission Control Protocol; UDP: User Datagram Protocol;
 ICMP: Internet Control Messages Protocol; OSPF: Open Shortest Path First; ARP: Address Resolution Protocol; RARP: Reverse Address Resolution Protocol; IP: Internet Protocol.

Capas.

Capa física

La capa física se ocupa de la transmisión de bits a lo largo de un canal de comunicación, su diseño debe asegurar que cuando un extremo envía un bit con valor 1, esto se reciba exactamente como un bit con ese valor en el otro extremo y no como un bit valor cero, el cual representa el medio físico, a través del cual se realiza la comunicación real.

Capa enlace

La tarea primordial de la capa de enlace consiste en transformar un medio de transmisión común y corriente, en una línea sin errores de transmisión para la capa de red. Esta tarea la realiza al hacer que el emisor troce la entrada de datos en tramas de datos y las transmita en forma secuencial y, con ello, procese las tramas de asentimiento devueltas por el receptor.

Capa red

La capa de red se ocupa del control de la operación de la subred. Un punto de suma importancia en su diseño es la determinación sobre cómo encaminar los paquetes del origen al destino. Las rutas pueden basarse en tablas estáticas o, bien, en rutas creadas y modificadas de forma dinámica.

Capa transporte

La función principal de la capa de transporte consiste en aceptar los datos de la capa de sesión, dividirlos (siempre que sea necesario) en unidades más pequeñas, pasarlos a la capa de red y asegurarse de que todos ellos lleguen correctamente al otro extremo.

Capa sesión

La capa de sesión permite que los usuarios de diferentes máquinas puedan establecer sesiones entre ellos. A través de una sesión se puede llevar a cabo una transmisión de datos ordinaria tal y como lo hace la capa de transporte, pero mejorando los servicios que esta proporciona y que se utilizan en algunas aplicaciones.

Capa presentación

La capa de presentación realiza ciertas funciones que se necesitan frecuentemente para buscar una solución general; más que para dejar que cada uno de los usuarios resuelva los problemas en particular y, a diferencia de las capas inferiores (que únicamente están interesadas en el movimiento fiable de bits de un lugar a otro), la capa de presentación se ocupa de los aspectos de sintaxis y semántica de la información que se transmite.

Capa aplicación

Es la capa más cercana al usuario, proporcionando servicio directo a los mismos. Es la capa que suministra la interfaz entre las aplicaciones que se utilizan para comunicarse y la red subyacente en la cual se transmiten los mensajes. Los protocolos de capa de aplicación se utilizan para intercambiar los datos entre los programas que se ejecutan en los hosts de origen y destino.

Redes de área local Ethernet.

Las redes de área local son redes de ordenadores que conectan equipos en un entorno cercano, como puede ser una planta o un edificio entero. Corresponde a los niveles físicos y enlace del modelo OSI.

Clasificación de redes ethernet.

Las redes se pueden clasificar según diferentes criterios, una forma es según la cobertura que proporcionan. Según este criterio, se clasifican en dos grandes categorías de redes:

- Redes de Área amplia WAN (Wide Area Networks).
- Redes de Área local LAN (Local Area Networks).

Las redes WAN generalmente abarcan un área que va más allá de un edificio o conjunto de edificios. Utilizan rutas de acceso público, ya sea con tecnología de conmutación de circuitos o de paquetes.

Redes LAN se caracterizan por extenderse en un edificio técnico o varios que estén próximos, una LAN suele ser de la misma entidad propietaria que los dispositivos conectados a la red.

Dentro de las LAN se diferencia dos grandes grupos:

- LAN cableadas: basadas en un medio de TX guiado (cables de pares, coaxiales, o fibra óptica).
- LAN inalámbricas

Aspectos importantes y estándares de las redes LAN.

Los componentes que describen una red son los siguientes:

- El medio de transmisión utilizado.
- La forma de interconectar los elementos que la componen (topología).
- La manera de compartir el medio de transmisión.

Estos elementos son interdependientes (en gran medida) y no todas las combinaciones posibles han generado sistemas normalizados de red.

Medios de transmisión.

Actualmente, el medio de transmisión por excelencia es el cable de pares trenzados, que en la normativa europea tiene varias categorías ya vistas en temas pasados.

Otro medio de transmisión es la fibra óptica. La fibra óptica resuelve el problema de las longitudes de los cables balanceados, pudiendo llegar a establecer enlaces de 2000 metros (fibra óptica multimodo).

En las primeras LAN se usó mucho el cable coaxial, pero hoy ha desaparecido. Otro medio muy popular en la actualidad es el inalámbrico (que se estudiará en otro tema).

Topología de conexión de redes.

La topología es la forma según la cual se interconectan entre sí los puntos finales o estaciones de la red, para ello las topologías básicas más usadas son:

Anillo.

Una topología de anillo es un tipo de configuración de red en la que los dispositivos se conectan formando un círculo cerrado, como un anillo. Cada dispositivo está conectado directamente a exactamente dos dispositivos vecinos, creando así una estructura circular. Esta configuración permite la transmisión de datos en una sola dirección a través de la red, lo que la hace diferente de otras topologías como la de estrella o la de bus.}

Estrella.

Una topología de red en estrella se caracteriza por la disposición de los dispositivos conectados a un único punto central, conocido como hub, switch o router. Los dispositivos se conectan al dispositivo central mediante cables o enlaces inalámbricos.

Sin embargo, debido a este mismo tipo de conexión o diagrama de red en estrella, este puede ser muy vulnerable cuando el nodo central falla, lo que puede ocasionar una desconexión brusca de todos los dispositivos, pudiendo ocasionar una pérdida parcial de la información o en el peor de los casos la pérdida total.

Bus.

La topología en bus tiene una particularidad y es que en este tipo de red los dispositivos están enlazados a un canal o nodo principal. Que entrelaza a todos los dispositivos que harán uso de la red.

En la topología en bus, todas las estaciones se encuentran conectadas a un medio de transmisión compartido, en forma lineal o bus. Una transmisión, desde cualquier estación, se propaga a través del medio en ambos sentidos y es recibida por el resto de las estaciones. La información se transmite en tramas y es necesario un mecanismo que arbitre sobre la utilización del bus.

El control de acceso al medio se realiza mediante el protocolo CSMA/CD, que ofrece un procedimiento que organiza de forma adecuada la transmisión de datos que se emplea en esta topología.

Imagen 5: Topologías de red.



Fuente: Triana Marín, L. A. (2015). Redes de datos. Wordpress. <https://luzamandatrianamarin.wordpress.com/2015/02/12/redes-de-datos/>

Redes troncales.

Estas redes cuya función principal sea la de interconectar equipos de red, por ejemplo: switch-switch, router-switch, etcétera. Que estén distribuidos a lo largo de la red ferroviaria.

Es habitual que el medio de transmisión para las redes en este desempeño sea la F0, debido principalmente a que las distancias entre equipos suelen superar los 100 metros, por ello tenemos estas especificaciones Fast Ethernet para fibra óptica y que son para transmisión de datos:

- 100BASE-FX.
- 1000BASE-T.
- 1000BASE-SX.
- 1000BASE-LX.

Se han desarrollado otros estándares de más velocidad, concretamente:

- 10GBASE-S: diseñada para transmisiones de 850 nm sobre fibras multimodo, con longitudes máximas de 300 metros.
- 10GBASE-L: diseñada para transmisiones de 1310 nm sobre fibras monomodo, con longitudes máximas de 10 kilómetros.
- 10GBASE-E: diseñada para transmisiones de 1550 nm sobre fibras monomodo, con longitudes máximas de 40 kilómetros

Protocolos de redundancia.

Como se ha comentado en multitud de ocasiones, los sistemas de telecomunicación ferroviarios deben implementar soluciones para aumentar la disponibilidad de los sistemas.

Todos ellos responden a la gestión de interconexiones en forma de anillo, interconexión que en las redes LAN, por su naturaleza de retransmisión de tramas y datos en todos segmentos de la red y por los tráficos de difusión, hacen que las conexiones en anillo realimentan el tráfico provocando las llamadas “tormentas de broadcasting” (problema que ocurre cuando una red informática se inunda con un gran volumen de tráfico de difusión y multidifusión) y la caída del servicio de red.

Es por ello que dentro de la configuración y operación de la red se deben de considerar protocolos como Spaning-tree y G.8032 para brindar la disponibilidad y operatividad fluida y sin problemas en las redes.

El STP (Spanning Tree Protocol) es un estándar utilizado en la administración de redes.

El STP funciona de la siguiente manera:

- Comprobar la red para buscar rutas duplicadas.
- Desactiva los enlaces redundantes.
- Activa los enlaces redundantes solo si el enlace principal falla.
- Crea una topología de red sin bucles.

G.8032 es una norma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para la conmutación de protección de anillos Ethernet.

- Evita bucles por VLAN en redes cableadas en topología de anillo simple.
- Ofrece un tiempo de detección y recuperación rápido si falla un enlace o nodo, del orden de 50 metros, dependiendo de la configuración.

¿Qué son las VLAN y su segmentación?

Las redes informáticas son cada vez más complejas y necesitan una organización adecuada para garantizar su funcionamiento óptimo. Una solución a esta necesidad es la creación de VLAN.

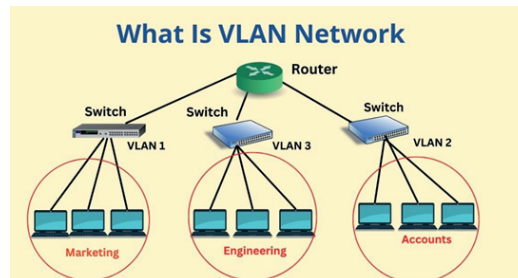
Una VLAN (Virtual Local Area Network) es una red lógica que se crea dentro de una red física existente, permitiendo la segmentación de una red en subredes virtuales. En otras palabras, una VLAN permite dividir una red física en varias redes virtuales, lo que ofrece múltiples beneficios.

La principal razón para utilizar VLANs es la segmentación de la red, lo que permite mejorar la seguridad, el rendimiento y la gestión de la red.

- Mejora de la seguridad: Al separar los dispositivos en diferentes VLAN, se pueden aplicar políticas de seguridad específicas para cada una de ellas, creando perfiles de administración y accesos a las redes dentro del centro de control

- Mejora del rendimiento: Al segmentar la red en diferentes VLAN, se reduce la cantidad de tráfico que se transmite en la red, lo que mejora el rendimiento de la red en general. Por ejemplo, el tráfico de voz y el de datos pueden ser separados en diferentes VLAN, lo que garantiza la calidad de las llamadas de voz, con ellos podemos segmentar los servicios de telecom.
- Mejora de la gestión de la red: Las VLAN permiten una mejor gestión de la red, ya que los dispositivos de una VLAN pueden ser administrados y configurados de forma separada, y de esta forma dividimos las redes internas del centro de control.

Imagen 6: Estructura de red VLAN



Fuente: <https://luzamandatrianamarin.wordpress.com/2015/02/12/redes-de-datos/>

¿Qué son las VLAN y su segmentación?

El protocolo IP se desarrolla con la red global Internet, que puede definirse como una red mundial de conmutación de paquetes, en modo datagrama, que emplea la familia de protocolos TCP/IP. Corresponde al nivel de red de la torre OSI.

Está formado por dos tipos de equipos:

- Hosts o máquinas finales conectadas a Internet.
- Router, que son los equipos especializados encaminar de forma adecuada cada uno de los paquetes IP que se envían entre los diferentes hosts.

Imagen 7: Estructura de red global a internet (host/router).



Fuente: <https://www.esploradores.com/conexion-del-procesador-esp8266-como-cliente-de-un-servidor-web/>

Direccionamiento IP.

Una dirección IP (dirección de protocolo de Internet) es una serie de números asignados a cada dispositivo conectado a una red informática o a Internet. Las direcciones IP identifican y diferencian los miles de millones de dispositivos en línea, incluidos los ordenadores y los teléfonos móviles, y ayudan a esos dispositivos a comunicarse entre sí.

Hay dos versiones de direccionamiento vigente: IPv4 e IPv6. IPv6 surgió por el agotamiento de direcciones de la versión anterior.

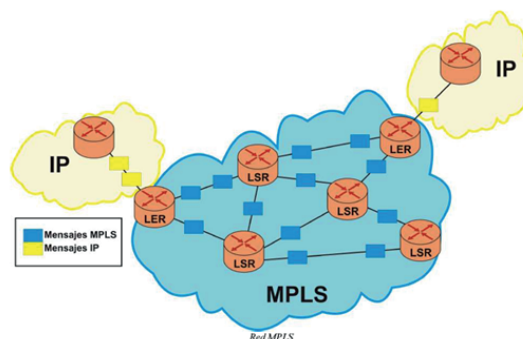
Nos enfocaremos más al IPv4, que es la versión que se utiliza para los equipos conectados a la red, cuya mayor diferencia estriba en que las direcciones IPv4 están formadas de 32 bits.

Redes MPLS.

Las redes MultiProtocol Label Switch (MPLS) es una nueva generación de protocolo de enrutamiento de redes IP diseñado para tráfico multimedia. Se basa en añadir una etiqueta a los paquetes IP cuando entran en la red, crear caminos virtuales (rutas extremas) para cada conexión utilizando técnicas de conmutación de paquetes más eficientes (estilo ATM, FR o Ethernet), con el objetivo de mejorar la eficiencia de la red.

Para poder encaminar el tráfico a través de la red, una vez que las etiquetas han sido aplicadas, el router intermedio sirve como "Label Switch Routers" (LSRs). Es conveniente notar que estos son todavía routers, un análisis de paquetes permite determinar cuando estos sirven como switches MPLS o routers. La función del LSR es examinar los paquetes entrantes. Siempre que una etiqueta está presente, el LSR buscará y llevará a cabo las instrucciones provistas en la etiqueta y luego redireccionará el paquete de acuerdo a estas instrucciones. En general, el LSR lleva a cabo la función de conmutación de etiquetas (label-swapping function).

Imagen 8: Características principales de red MPLS



Fuente: Grared, I. (s.f.). Recomendaciones sobre gestión de redes ferroviarias. Universidad Nacional de La Pampa. https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/7011/i_grared578_c.pdf?sequence=1&isAllowed=y