

**UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU"
DE LAS VILLAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



Trabajo de Diploma

VLAN en redes Ethernet

AUTOR: Ernesto E. Fuentes Sosa
TUTOR: Dr. Félix Álvarez Paliza

CURSO 2003-2004



Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de Telecomunicaciones y Electrónica autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como tal y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes, certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Tutor.

Firma del Jefe de Dpto.
Donde se defiende el trabajo.

Firma del Responsable de
Información Científico- Técnica.

Título:

VLAN en redes Ethernet

Objetivo:

Desarrollar una metodología de diseño para la implementación de las Redes de Área Local Virtuales (VLANs) con las tecnologías Ethernet (Fast Ethernet y Gigabit Ethernet).

Tareas Técnicas:

- La realización de un estudio bibliográfico sobre el empleo de las VLANs con tecnologías Ethernet en las redes troncales (backbone) de área local conmutadas.
- Caracterización de los conmutadores y de las interfaces con tecnología Fast Ethernet y Gigabit Ethernet; posibilidades de configuración de las VLANs.
- Evaluación de la efectividad de la metodología.
- Comprobación en una red con VLANs.

RESUMEN:

En este trabajo se hace un análisis de los diferentes tipos de redes de Área Local Virtuales, ventajas y desventajas de cada tipo para diferentes aplicaciones. Se abordan además las características de los estándares para la interoperabilidad de conmutadores que soportan VLAN y de los conmutadores que intervienen en la metodología presentada. Se propone un diseño para las redes de las facultades después de hacer un análisis de los factores a tener en cuenta antes de implementar una red del tipo VLAN y el método a seguir para lograrlo. Se logró demostrar la fiabilidad de esta tecnología y se propone la implementación de la misma en la UCLV.

Índice:

Introducción.	1
Capítulo I. " VLAN en Redes Ethernet ".	3
1.1- Definición.	4
1.2- Ventajas.	5
1.3- Tipos.	6
1.3.1- VLANs basadas en Puertos.	6
1.3.2- VLANs basadas en Direcciones MAC.	7
1.3.3- VLANs basadas en Reglas.	8
1.3.4- VLANs de Nivel 3 o basadas en Protocolos.	9
1.3.5- VLANs basadas en Multicast IP.	10
1.3.6- VLANs basadas en Aplicaciones.	10
1.3.7- VLANs basadas en Servicios.	10
1.3.8- VLANs de Niveles Superiores.	10
1.4- Servidores y estaciones soportando múltiples VLANs.....	10
1.4.1- Rutas entre VLANs.	11
1.5- Configuración de las VLANs.	13
1.6- Comunicación de información en una VLAN.	14
1.7- Tipos de Conexiones VLANs.	15
Capítulo II. " Conmutadores y protocolos de interconexión ".....	16
2.1- Estándar IEEE 802.1Q.	17
2.2- Estándar IEEE 802.10.	21
2.3- Estándar IEEE 802.1P.	23
2.4- Protocolo Inter-Switch Link (ISL), de Cisco.	24
2.5- Fabricantes de conmutadores.	27
2.5.1- ALLIED TELESYN.	28
2.5.1.1- Serie 8000.	29

Índice

2.5.1.2- Serie 8700.	30
2.5.2- Cisco.	31
2.5.3- 3Com.	32
Capítulo III. " Metodología para la implementación de las VLANs ".	34
3.1- Principios para el diseño.	35
3.2- Capacidad VLAN de un conmutador.	36
3.3- Configuración de VLANs en los conmutadores.	38
3.4- La red UCLV.	39
Conclusiones.	43
Recomendaciones.	45
Bibliografía.	46
Anexos.	48

Introducción

Introducción:

Las computadoras actuales, en una red, son cada día más poderosas y corren complejos programas cliente/servidor, o aplicaciones multimedia que generan una gran demanda por ancho de banda. Esta demanda se traduce en que muchas redes comienzan a saturarse. En el pasado este problema fue resuelto utilizando “Bridges” (puentes) y “Routers” (enrutadores), que aislaban un grupo de trabajo del resto de la red, logrando así que las estaciones del grupo tuvieran el máximo acceso posible al medio físico de transmisión. De esta manera el desempeño de red-corporativa no era afectado mayormente por los tráficos generados en el interior de los grupos de trabajo. [1, 2, 3]

Al aumentar la demanda por ancho de banda y debido a que las Redes de Área Local (LAN) constituyen ambientes muy dinámicos, el antiguo esquema ha ido perdiendo terreno. La solución actual es la utilización de conmutadores, que pueden conseguir que las LANs se transformen en poderosas redes virtuales. La red virtual ofrece gran movilidad, aprovechamiento del ancho de banda y seguridad. Se reduce notablemente el tiempo y los datos asociados con los movimientos físicos, permitiendo que la red mantenga su estructura lógica al costo de unas pocas pulsaciones del ratón del administrador de la red. Puesto que todos los cambios se realizan bajo control de software, los centros de cableado permanecen seguros y a salvo de interrupciones. [1, 2, 3]

Aunque todavía no se ha mostrado el entusiasmo del usuario final por la implementación de las Redes de Área Local Virtuales (VLANs), la mayoría de las empresas han empezado a buscar fabricantes que propongan una buena estrategia para su VLAN, así como que éstas sean incorporadas sobre las redes existentes, añadiendo funciones de conmutación y un software de gestión avanzado. Una de las razones de que se centre la atención sobre las VLANs ha sido el rápido desarrollo de las LANs conmutadas, hecho que comenzó en 1994/1995. Los modelos de red basados en la compartición de ancho de banda, presentes en las arquitecturas LAN de los primeros noventa, carecen de la potencia suficiente como para proporcionar los cada vez mayores anchos de banda que requieren las aplicaciones

Introducción

multimedia. En la actualidad se necesitan nuevos modelos capaces de proporcionar la potencia suficiente no sólo para satisfacer la creciente necesidad de ancho de banda, sino también para soportar un número mayor de usuarios en la red. [1, 2, 3]

En la red de la Universidad Central de las Villas (UCLV) “Martha Abreu” al igual que en otras empresas se ha introducido equipamiento que facilita el tener Redes de Área Local totalmente conmutadas con tecnologías Ethernet a 10, 100 y 1000 Mbps, pero no se hace uso óptimo de la facilidades y ventajas de las Redes de Área Local Virtuales.

En este trabajo se realiza un estudio bibliográfico sobre el empleo de las VLANs con tecnologías Ethernet en el backbone de áreas locales conmutadas y una caracterización de los conmutadores y de las interfaces con tecnología Fast Ethernet y Gigabit Ethernet; posibilidades de configuración de las VLANs con el fin de desarrollar una metodología de diseño para la implementación de estas y hacer un mayor uso de la LAN en la UCLV.

En el capítulo uno, se abordan los aspectos relacionados con las VLANs: definición, ventajas y tipos, así como otros temas relacionados con las mismas.

En el capítulo dos se describen los distintos estándares, protocolos y conmutadores que definen o intervienen en las VLANs.

En el capítulo tres se hace referencia a las consideraciones a tener presentes para la implementación en la UCLV de esta tecnología.

Las necesidades de mayor ancho de banda, facilidad de administración, y reducción del costo de propiedad están ocasionando que los clientes cambien sus redes. Al expresar los clientes sus requisitos, se ve cada vez más claro que son comunes para muchos y se pueden clasificar generalmente como: [3, 4]

- **Mayor ancho de banda de la red:** El factor más importante que conduce a una necesidad de mayor ancho de banda en redes de campus, es el incremento en el número de usuarios y aplicaciones nuevas. Estas aplicaciones conducen a la necesidad de servidores y estaciones más potentes, que a su vez, necesitan un mayor ancho de banda de red. Además, la información compartida, y la diseminación más rápida de la información se están convirtiendo en algo más que una necesidad en la empresa. Las tecnologías y aplicaciones Intranet están afrontando estos requisitos, y están empezando a dominar como la próxima tendencia en redes de campus.
- **Ubicación del servidor:** Aunque la arquitectura distribuida de servidores (posicionamiento del servidor cerca de los usuarios) era un concepto muy popular, el alto costo de propiedad asociado con esta arquitectura está llevando a la necesidad de centralizar los servidores en una sola zona, o en el Centro de Cálculo. Este argumento obliga a que el tráfico de cliente/servidor atraviese los troncales o el backbone para llegar a la ubicación central, en lugar de mandarse solo al armario de cableado de la planta. Esta es la dificultad más grande en el crecimiento de una red de campus, y tendrá un gran impacto en el diseño e implantación de la red.
- **Adiciones, mudanzas, y cambios:** Al tiempo que comunidades de usuarios crecen o se reorganizan, la necesidad de añadir, mover y cambiar usuarios sin que ello suponga un gran costo es uno de los requisitos primordiales de muchas empresas. Desde la perspectiva de la red, este requisito se traduce principalmente en tareas de configuración y de gestión de la red, y la arquitectura de la red debe ser diseñada para reducir el costo de todos estos cambios.
- **Seguridad:** Aunque la seguridad no es tan importante como en las redes WAN (Wide Área Network), la necesidad de protección de algunos tipos de datos (como información sobre nóminas) de acceso no autorizado, sigue siendo un requisito en

Capítulo I. " VLAN en Redes Ethernet "

las redes de campus. Otro ejemplo es la necesidad de crear grupos cerrados de usuarios de forma que se asegure la privacidad de la información en grupos determinados.

1.1- Definición.

Las VLANs son agrupaciones de estaciones LAN definidas por software, que se comunican entre sí como si estuvieran conectadas al mismo cable, incluso estando situadas en segmentos diferentes de una red de edificio o de campus. Son el resultado del desarrollo de las LANs Conmutadas, permiten rebasar las limitaciones físicas de los medios y poder formar grupos lógicos definidos con total libertad, mediante el soporte de comunidades de intereses, las cuales siguen compartiendo las características de los grupos de trabajos físicos, en el sentido de que todos los usuarios comparten sus dominios de broadcast. En la figura 1 se muestra un ejemplo de dominio lógico. [1, 2, 4, 5]

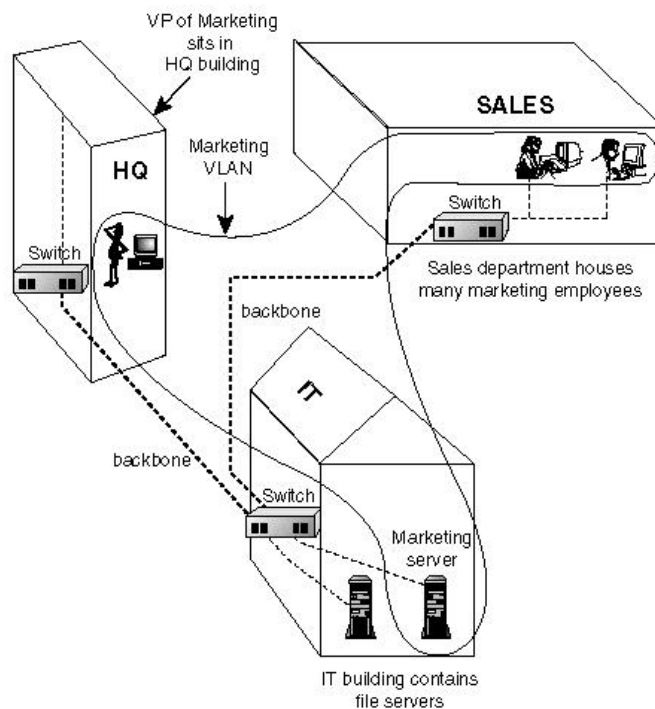


Figura 1: Ejemplo de un dominio lógico.

La diferencia principal con la agrupación física es que los usuarios de las VLAN pueden estar distribuidos a través de una red LAN incluso situándose en distintos concentradores

Capítulo I. " VLAN en Redes Ethernet "

de la misma, siendo una forma de realizar una partición lógica de un conmutador en otras más pequeñas, de forma que aunque se trata de un solo equipo se dividen en grupos que son completamente independientes entre sí, con definición lógica, para la colaboración en sistemas informáticos de redes. [1, 2, 4, 5]

Por otro lado al distribuir a los usuarios de un mismo grupo lógico a través de diferentes segmentos se logra, como consecuencia directa, el incremento del ancho de banda en dicho grupo de usuarios. Además al poder distribuir estos últimos en diferentes segmentos de red, se pueden situar puentes y encaminadores entre ellos, separando segmentos con diferentes topologías y protocolos. Así por ejemplo, se pueden mantener diferentes usuarios del mismo grupo, unos con FDDI (Fiber Distributed Data Interface) y otros con Ethernet, en función tanto de las instalaciones existentes como el ancho de banda que precise cada uno por su función específica dentro del grupo. Todo ello, por supuesto, manteniendo la seguridad deseada en cada configuración por el administrador de la red. Se puede permitir o no que el tráfico de una VLAN entre y salga desde/hacia otras redes. [1, 2, 4, 5]

Las VLANs permiten que la ubicuidad geográfica no se limite a diferentes concentradores o plantas de un mismo edificio, sino a diferentes oficinas intercomunicadas mediante redes WAN o MAN (Redes de Área Metropolitanas), a lo largo de países y continentes sin ninguna limitación, mas que la que impone el administrador de dichas redes. [1, 2, 4, 5]

1.2- Ventajas.

Podemos resumir como ventajas de las VLANs: Movilidad, Control de Broadcast, y Seguridad: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

- 1) Reducción de costos de administración relacionados con movimiento, adición o cambios de usuarios.
- 2) Seguridad de la red y grupos de trabajo.
- 3) Administración y control centralizado.
- 4) Aprovechamiento del ancho de banda.

1.3- Tipos.

Algunos fabricantes ofrecen un simple y relativo conjunto de características mientras otras implementaciones son bastantes poderosas. Es necesario entender las aplicaciones de las redes virtuales para poder apreciar las diferencias entre ellas. [6]

Las VLANs se pueden clasificar de diferentes formas de acuerdo a su operación: [6]

- **VLANs Estática:** Puertos asignados en un conmutador.
- **VLANs Dinámica:** Basadas en direcciones MAC (Media Access Control), direcciones lógicas, o reglas.

Las VLANs pueden agrupar: [8]

- Puertos de un conmutador.
- Direcciones MAC.
- Reglas.
- Protocolos capa 3.
- Multicast IP (Internet Protocol).
- Aplicaciones.
- Servicios.
- Niveles Superiores.

No obstante, la clasificación más conocida es en base a la asignación de puertos, direcciones MAC, protocolo y de niveles superiores. [6, 8]

1.3.1- VLANs basadas en Puertos.

En la figura 2 se puede apreciar que cada puerto del conmutador puede asociarse a una VLAN. Las VLANs basadas en Puertos, son lo más simple de su tipo. Sin embargo, brinda mayor seguridad y control que los otros tipos de VLANs. Consiste en una agrupación de puertos físicos que pueden tener lugar sobre un conmutador o también, en algunos casos, sobre varios conmutadores. La asignación de los equipos a la VLAN se hace en base a los puertos a los que están conectados físicamente; la asignación de puertos es estática y

Capítulo I. " VLAN en Redes Ethernet "

solamente el administrador de la red puede hacer cambios. Todo el tráfico en la VLAN se conmuta y el tráfico entre VLANs se enruta. También se le conoce como VLAN basada en segmentos. Al segmentar no proporciona conectividad entre los backplanes, y por lo tanto están separados de la comunicación con el resto de la red, o sea, no tiene conectividad con el resto de la red. [1, 2, 3, 4, 8]

La conmutación por puertos es aún el método más común de definir y su configuración es bastante directa. La principal limitación de definir VLANs por puertos es que el administrador de la red tiene que reconfigurar la VLAN cada vez que el usuario se mueve a otro puerto fuera de su red. [1, 2, 3, 4, 8]

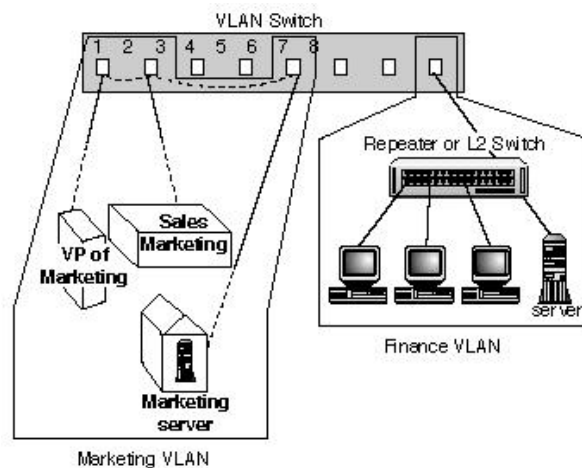


Figura 2: VLANs basadas en puertos.

1.3.2- VLANs basadas en Direcciones MAC.

Constituyen la segunda etapa de la estrategia de aproximación a la VLAN y tratan de superar las limitaciones de las VLAN por puertos. Operan agrupando estaciones finales en una VLAN en base a sus direcciones MAC implementadas directamente sobre la tarjeta de interfase de la red Network Interface Card (NIC). Este tipo de VLAN permite a los administradores de la red el mover una estación de trabajo a una localización física distinta en la red y mantener su pertenencia a la VLAN, pudiendo ser vistas como una VLAN orientada al usuario. [1, 2, 4, 5]

Capítulo I. " VLAN en Redes Ethernet "

Sus inconvenientes están en el requerimiento de que todos los usuarios deben inicialmente estar configurados para pertenecer al menos a una VLAN, siendo esto un problema para las grandes redes, donde miles de usuarios deben ser asignados explícitamente a una VLAN particular. Algunos distribuidores han optado por realizar esta configuración inicial usando herramientas que crean las VLANs basadas en el actual estado de la red, esto es, una VLAN basada en MAC es creada para cada subred. [1, 2, 4, 5]

Las VLAN basadas en direcciones MAC que son implementadas en entornos de medios compartidos se degradan seriamente como miembros de diferentes VLANs coexistiendo en un mismo conmutador. Además, el principal método de compartición de información entre miembros de una VLAN mediante conmutadores en una VLAN basadas en MAC también se degrada cuando se trata de una implementación a gran escala. [1, 2, 4, 5]

1.3.3- VLANs basadas en Reglas.

Las VLANs basadas en Reglas son más potentes y flexibles, ya que permiten crear VLANs adaptadas a necesidades específicas de los gestores de red utilizando una combinación de reglas. Estas pueden ser, por ejemplo, de acceso, con objeto de alcanzar la red unos ciertos niveles de seguridades. Una vez que el conjunto de reglas que constituyen la política a aplicar a la VLAN se implementa, esta sigue actuando sobre los usuarios al margen de sus posibles movimientos por la red. Las tramas de los dispositivos son constantemente reevaluadas de manera que los miembros de las VLANs pueden cambiar basándose en el tipo de tráfico que el dispositivo esta generando. [1, 2]

Una aplicación de este tipo de configuración es, por ejemplo, que se puede diseñar la red de forma tal que dos o más estaciones de trabajo o servidores se comuniquen a una hora determinada y durante un tiempo establecido por el administrador de la red, concluido este tiempo vuelve a formar parte de su red anterior, no siendo posible con otro tipo de configuración. [1, 2]

1.3.4- VLANs de Nivel 3 o basadas en Protocolos.

Las VLANs de capa 3 toman en cuenta el tipo de protocolo o dirección de la capa de red para determinar la pertenencia a una VLAN tal como se muestra en la figura 3. La creación de VLANs de nivel tres está restringida a enrutadores y conmutadores que soportan enrutamiento del nivel tres. Este tipo de segmentación de VLANs requiere de un mapeo de direcciones de subred a grupos VLANs. En una red basada en la dirección de la subred, el conmutador asocia la dirección MAC de una estación a una VLAN basada en la dirección de la misma. Además, el conmutador determina los otros puertos de la red que tienen estaciones pertenecientes a la misma VLAN y permiten a los administradores la posibilidad de asignar tráfico con un criterio específico de protocolo a una VLAN correspondiente. El protocolo puede tener la forma de una subred IP o un número de red IPX. [1, 2, 8]

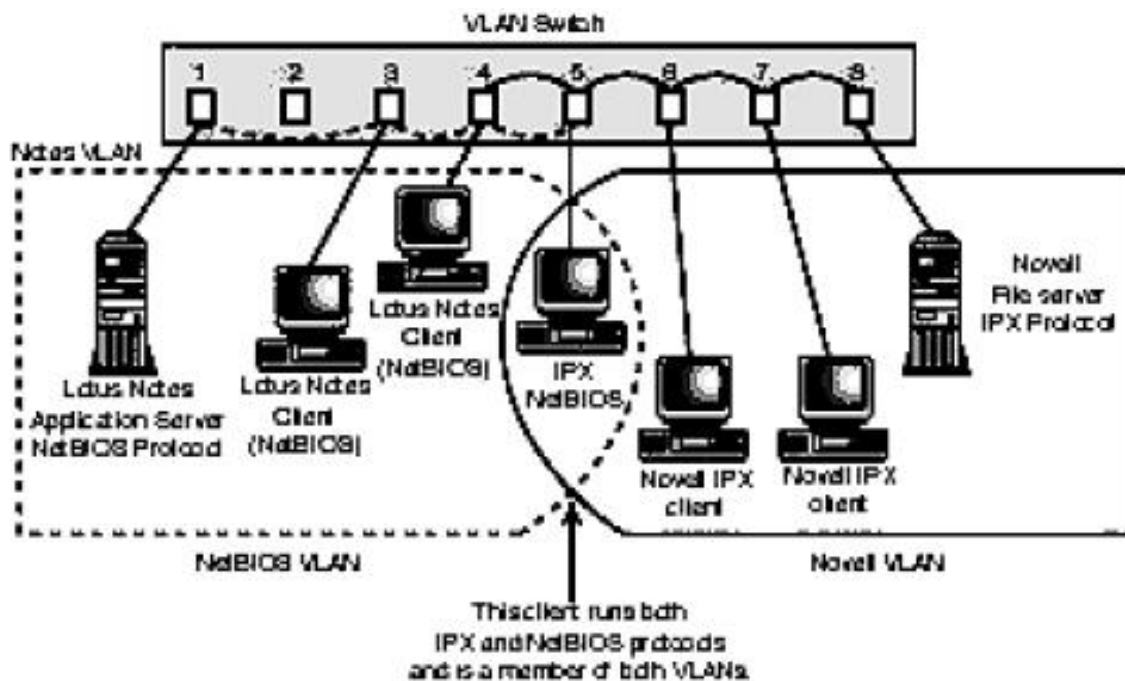


Figura 3: VLANs por protocolos capa 3

Sus inconvenientes están en que para inspeccionar direcciones de la capa 3 en paquetes, se consume más tiempo que en buscar una dirección MAC en tramas. Una estación necesita una dirección del nivel 3 para que el conmutador la asigne a una VLAN. Las estaciones que utilicen los protocolos del nivel 2 como NetBios y LAT no podrán asignarse a una VLAN. Si existen protocolos dinámicos como DHCP y la estación no tiene configurada su

Capítulo I. " VLAN en Redes Ethernet "

dirección IP ni su enrutador, por defecto el conmutador no puede clasificar la estación dentro de una VLAN. [1, 2, 8]

1.3.5- VLANs basadas en Multicast IP.

En algunas implementaciones se puede definir una VLAN como un grupo de usuarios que quieren recibir la misma distribución multicast. [1, 4]

1.3.6- VLANs basadas en Aplicaciones.

Cuando los usuarios abren aplicaciones, estarán asignados dinámicamente a la VLAN que pertenezca al tipo de aplicación que está utilizando. [1, 4]

- FTP (File Transfer Protocol)
- Multimedia

1.3.7- VLANs basadas en Servicios.

Las estaciones que utilizan un servicio en particular están asignadas dinámicamente a la VLAN que define el tipo de servicio. Por ejemplo, todas las estaciones que utilizan el servidor de correo electrónico están en la VLAN de correo. [1]

1.3.8- VLANs de Niveles Superiores.

Algunos fabricantes de conmutador definen varios tipos de VLANs de niveles superiores, los tipos pueden variar de un fabricante al otro y dependen en la mayoría de los casos, de las posibilidades que brindan los conmutadores de cada uno de ellos. [1]

1.4- Servidores y estaciones soportando múltiples VLANs.

Los servidores pueden conectarse a un gran número de estaciones de trabajo las cuales no están necesariamente en el mismo departamento, a través de las VLANs. La vía más costosa sería, instalando múltiples interfaces de red en el servidor, además esto crearía una carga excesiva de procesamiento en el servidor convirtiéndose en un problema cuando se utilizan tecnologías de alta velocidad como FDDI, CDDI (Copper Distributed Data

Capítulo I. " VLAN en Redes Ethernet "

Interface) o ATM (Asynchronous Transfer Mode), para conectar los servidores a redes conmutadas. [5, 9]

Algunas estaciones de trabajo podrían necesitar pertenecer a más de una VLAN. Por ejemplo, el uso de drivers NDIS u ODI en la capa MAC para permitir a más de un stack de protocolo operar en la misma estación. Debido a esto una estación de trabajo con drivers ODI puede estar usando Netware de Novell para obtener acceso a un servidor de archivos departamental, y TCP/IP para conectarse con una aplicación corporativa ejecutándose en una computadora Unix. Estos dos recursos pueden ser separados lógicamente en diferentes VLAN y enrutar desde esa red hacia otra como sea necesario. Pero esto obliga a una de las dos conexiones a ejecutarse más lentamente que en su estado óptimo. Idealmente, la estación de trabajo debería ser capaz de conectarse a cada una de las VLANs directamente, sin ruteo entre ellas y sin unir las dos en una sola VLAN. [5, 9]

1.4.1- Rutas entre VLANs.

Las VLANs utilizan routers para comunicarse entre sí. Los routers son necesarios para la gestión y el control de las WANs. Sin embargo, en entornos locales, las VLANs permiten eliminar los routers de las redes troncales. Con los procesos de reingeniería de empresas y con las nuevas necesidades de independencia, autonomía y fluidez entre grupos de trabajo, se requieren nuevas facilidades y más dinámicas para realizar cambios en las redes. [3, 4, 5, 7, 9]

Siempre que se hable de varias subredes, es importante conocer la capacidad de ruteo para acomodar los requisitos de ancho de banda del tráfico entre estas. Como se ha visto, se puede optimizar el tráfico servidor/cliente proporcionando acceso local a servidores (al asignarlos a múltiples VLANs) mientras que las comunicaciones cliente a cliente pasan a través del ruteador. La cantidad de tráfico de cliente a cliente varía según la cantidad de aplicaciones entre niveles semejantes en el grupo de trabajo y la potencia de ruteo se puede determinar al comparar el rendimiento de los diversos modelos de routers. [3, 4, 5, 7, 9]

Capítulo I. " VLAN en Redes Ethernet "

El ruteo interno supone un gran impacto en el rendimiento del conmutador, afecta no sólo al tráfico inter-VLAN sino también al tráfico intra-VLAN. Si además de procesar internamente funciones de ruteo, la definición de VLANs en el conmutador es por protocolo de nivel 3, los niveles de rendimiento del mismo pueden ser inaceptables. Esta solución soporta únicamente los protocolos más comunes, normalmente IP, IPX (Internetwork Packet Exchange) y AppleTalk y no siempre se implementan los protocolos de ruteo más eficaces OSPF, NLSP, EIGRP, etc., si no los más básicos RIP, RIP-IPX, etc... [3, 4, 5, 7, 9]

Utilizar un ruteador externo conectado al conmutador o una tarjeta, en lugar de activar el ruteo interno por software en un conmutador tiene como ventajas: [3, 4, 5, 7, 9]

- Mayor rendimiento. El rendimiento de un conmutador de nivel 3 con definición de ruteo interno puede llegar a degradarse hasta un 80%. Existen test en los que por ejemplo conmutadores con capacidad de conmutación de 150 kpps pasan a 15 kpps cuando se activa el ruteo interno como una solución basada en software.
- Funciones de seguridad centralizadas (listas de acceso, firewalls, TACACS+, encriptación...). Cuantos más routers existan como puertas de entrada a una determinada VLAN, más complejas serán las tareas asociadas a la administración de seguridad y más vulnerable será la red.
- No existe limitación en cuanto a protocolos soportados tanto a nivel de protocolos LAN IP, IPX, AppleTalk, Decnet, OSI (Open System Interconnection), VINES... como a nivel de protocolos de ruteo OSPF, EIGRP, BGP, NLSP....
- El acceso WAN no está resuelto por estos conmutadores por lo que cualquier necesidad de conexión WAN supondría la utilización de un ruteador externo en cualquier caso.
- Posibilidad de reutilización de routers existentes en la instalación.

Routers y conmutadores son, por tanto, dispositivos complementarios y realizan las funciones para las que fueron creados de forma más óptima. Pretender lo contrario lleva únicamente a encarecer la solución, sufrir problemas de incompatibilidad y perder eficiencia en la red. [3, 4, 5, 7, 9]

Capítulo I. " VLAN en Redes Ethernet "

Por lo tanto, podemos decir que: [3, 4, 5, 7, 9]

- El rol del ruteador cambia desde el tradicional de proveer cortafuegos y supresión de broadcast a un control basado en políticas, administración de broadcast y procesamiento/distribución de rutas.
- Los ruteadores siguen siendo vitales para las arquitecturas conmutadas configuradas como VLANs ya que ellos proveen la comunicación entre grupos de trabajo definidos lógicamente.
- Los ruteadores proveen acceso de la VLAN a recursos compartidos tales como servidores o computadores centrales.
- Ellos también proveen la conectividad a otras partes de la red que están lógicamente segmentadas con el esquema más convencional de subredes o permiten el acceso a sitios remotos a través de enlaces WAN.
- La comunicación a nivel de la capa 3, ya sea incorporada en el conmutador o provista externamente, es una parte integral de cualquier arquitectura conmutada de alto rendimiento.
- Los ruteadores externos se pueden integrar en la arquitectura conmutada con una o múltiples conexiones backbone de alta velocidad (FDDI, Fast Ethernet o ATM). Estas conexiones proveen las siguientes ventajas:
 - Un mayor throughput entre conmutadores y ruteadores.
 - Consolidación de un mayor número total de puertas físicas de ruteo para comunicación entre VLANs.

1.5- Configuración de las VLANs.

Una emisión central del despliegue de VLAN, es el grado en que las VLAN automatizan su configuración. Hasta cierto punto, se supone que el grado de automatización está definido, pero en realidad es el vendedor quien determina este nivel de automatización. [1]

Hay tres niveles primarios de automatización en la configuración de una VLAN: [1]

- **Manual:** En una configuración completamente manual, el arreglo inicial y todos los movimientos subsecuentes y cambios son controlados por el administrador de la red. Por supuesto este tipo de configuración habilita un alto grado de mando, pero

Capítulo I. " VLAN en Redes Ethernet "

en empresas muy grandes no es práctica, además eliminaría beneficios que se supone una VLAN entregaría como tiempo en administración y mudanza manual.

- **Semiautomática:** Se refiere a la opción de automatizar la configuración inicial, reconfiguraciones subsecuentes, o ambos. Se logra la automatización de la configuración inicial normalmente con un juego de herramientas que existen en las subredes y que trazan las VLANs u otros criterios. Podría también referirse a situaciones donde las VLANs se configuran inicialmente por mano y los movimientos subsecuentes por rastreo automático.
- **Totalmente Automático:** Un sistema cuya configuración de VLANs es totalmente automatizado implica que las estaciones de trabajo se configuran automática y dinámicamente, dependiendo de la aplicación que se utilice, del usuario ID, u otros criterios o políticas que son prefijados por el administrador.

1.6- Comunicación de información en una VLAN.

Existen 3 métodos para comunicar información entre conmutadores a través de un backbone:

[1]

- **Mantenimiento de Tablas:** En el mantenimiento a través de señalización, lo que se tiene es una tabla que asocia, ya sea direcciones MAC o número de puertos, para cada VLAN definida. Esta información es comunicada periódicamente a otros conmutadores de la red. Los cambios deben hacerse manualmente por el administrador de la red, directamente en el equipo, claro está esto depende mucho del proveedor. El constante envío de señalización necesaria para mantener al día las tablas en los conmutadores causa una significativa congestión, por lo que este método no es particularmente bueno.
- **Encapsulado de tramas:** Se agrega una cabecera con la información suficiente para identificar de manera unívoca cada VLAN definida. En esto se corre el peligro de sobrepasar el tamaño máximo permitido por la subcapa MAC. Estas cabeceras adicionan una sobrecarga al tráfico de la red.
- **TDM:** Trabaja de igual manera que en otros sistemas para soportar tráfico de diverso tipo a través de un mismo medio. En este caso, se tienen canales reservados para cada VLAN. Esta aproximación evita problemas de sobrecarga de la

señalización y del encapsulado de tramas, pero desperdicia ancho de banda ya que no se puede utilizar el canal asignado a otra VLAN que puede estar con baja carga.

1.7- Tipos de Conexiones VLANs.

Los conmutadores que enrutan tramas VLANs son dispositivos que soportan VLAN, sin embargo, los dispositivos que reciben las tramas puede ser que no soporten VLANs. Esta distinción es la base para los tres tipos de conexiones VLANs: [10]

- **Enlace de Tronco:** Conecta solo dispositivos que soportan VLAN. Por ejemplo, los conmutadores que hacen funciones de enrutamiento. Una trama que se transmite a través de un enlace de tronco es explícitamente marcada (explicitly tagged) con una cabecera VLAN. El dispositivo que se encarga del enrutamiento encuentra el destino de una trama con una etiqueta VLAN en una base de datos.
- **Enlace de Acceso:** Conecta dispositivos que soportan VLAN a otros que no la soportan. Las tramas que viajan a través de un enlace de acceso no incluyen cabeceras VLAN, pero son implícitamente marcadas (implicitly tagged) por el dispositivo de enrutamiento que soporta VLAN.
- **Enlace Híbrido:** Conecta dispositivos que admiten VLAN a dispositivos que la soportan y dispositivos que no. Para una VLAN específica, las tramas que se transmitan a través de un enlace híbrido son todas marcadas (explícito) o todas no marcadas (implícito).

Capítulo II. " Conmutadores y protocolos de interconexión "

El desarrollo de las redes LAN conmutadas ha ido creciendo y se requiere de la estandarización de las VLAN. El estándar IEEE 802.1Q trata de asegurar la interoperabilidad de las diferentes implementaciones de VLANs entre conmutadores y NIC de diferentes fabricantes. También otra especificación de la IEEE, 802.1p define el uso de bits de prioridad que es parte de la etiqueta VLAN como se define en el estándar IEEE 802.1Q. [1]

Un dispositivo que soporta VLAN para poder funcionar en un ambiente que cumple los estándares del IEEE debe ser capaz de filtrar los paquetes que recibe; esto implica desechar los paquetes con etiquetas no conocidas que el dispositivo no puede resolver y al mismo tiempo controlar la cantidad de los mismos. El dispositivo, además, debe tener la facultad de insertar etiquetas por cada paquete y desecharlas antes de enviarlas a dispositivos que no soportan VLANs. [1]

En base a esto se originaron las siguientes normas: [1]

- 802.10 " VLAN normal": en 1995 la CISCO propuso el uso de IEEE 802.10 que se estableció originalmente en LAN que serviría de garantía para las VLANs. CISCO intentó tomar a la 802.10 con un título optativo de Marco de Estructura y rehusó a llevar a VLAN a la idea de etiqueta en lugar de garantizar la información.
- 802.1Q "Internet Working Subcomitte": en marzo de 1996, el IEEE completó la fase inicial de investigación para el desarrollo de una VLAN normal y pasó resoluciones de tres emisiones:
 - El acercamiento arquitectónico a VLAN.
 - Dirección futura de regularización de VLAN.
 - Regularizó el formato de marco de etiqueta.

2.1- Estándar IEEE 802.1Q.

Este estándar brinda grandes facilidades para el funcionamiento de las Redes Virtuales. El formato general de esta trama se muestra en la figura 4. [1, 8, 11]

Destino	Fuente	Encabezamiento VLAN	Tipo	Datos	CRC
----------------	---------------	--------------------------------	-------------	--------------	------------

Figura 4: Formato de la trama IEEE 802.1Q.

Características del Estándar IEEE 802.1Q (8 diciembre, 1998): [1, 8, 11]

- Una distinción importante en la implementación de VLANs es el método utilizado para indicar pertenencia de un paquete a una VLAN cuando dicho paquete viaja entre conmutadores. Existen dos métodos y ambos son soportados por el estándar IEEE 802.1Q:
 - **Implícito:** Una trama se clasifica en una VLAN basada en la información contenida en la misma (dirección MAC, tipo de protocolo etc.), o basada en parámetros asociados con el puerto desde el cual se originó. En el caso de utilizar la dirección MAC para mostrar pertenencia a una VLAN, todos los conmutadores que soportan una VLAN en específico deben compartir una tabla de direcciones MAC de sus miembros. VLANs basadas en direcciones MAC casi siempre utiliza este método.
 - **Explícito:** Utilizado para indicar pertenencia de los paquetes a las diferentes VLANs, es el que se define en el estándar del IEEE 802.1Q como packet tagging. No requiere de modificaciones a las aplicaciones de los dispositivos en la red y es fácil de configurar y administrar.
- Una etiqueta es pegada (tag) al paquete (packet tagging) para indicar su pertenencia a una VLAN. Cuando el conmutador recibe paquetes de estaciones terminales se adiciona una etiqueta dentro de la cabecera. Los conmutadores intermedios no cambian esta etiqueta, no obstante, el último conmutador se encarga de quitarla. Todos los otros tipos de VLANs aparte de la que se basa en direcciones MAC utilizan este método, como método preferido. El tamaño máximo de información que viaja en una trama 802.3 es de 1470 bytes.

Capítulo II. " Conmutadores y protocolos de interconexión "

- o Una trama de Ethernet modificada que se le llama etiqueta (tag), con tres bits que especifican hasta ocho niveles de prioridades, 12 bits (VLAN ID) que especifica hasta 4094 VLANs, y un bit que se reserva para los tipos de tramas que no son de Ethernet pero que se conmutan a través de Ethernet. Ver figura 5.

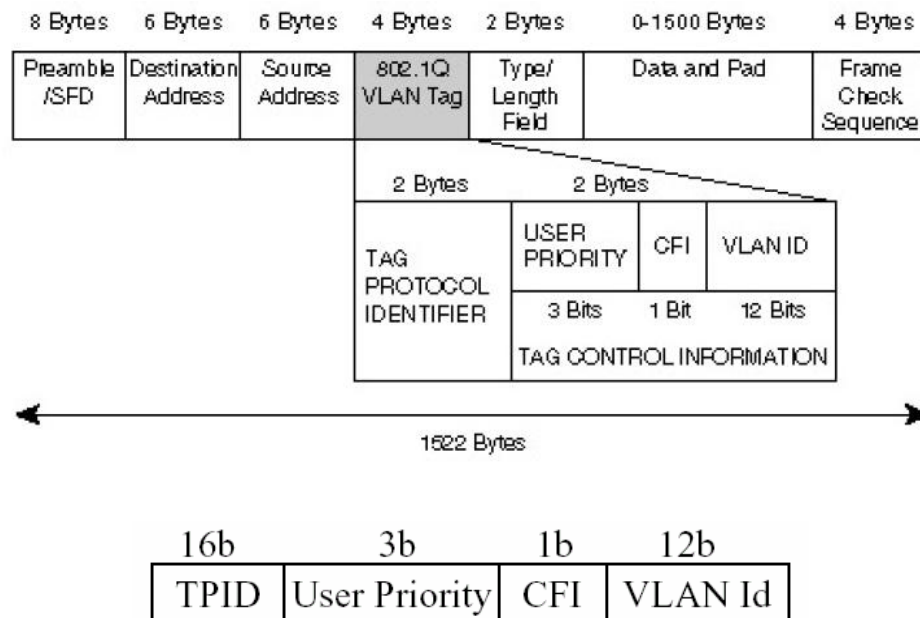


Figura 5: Formato de la Etiqueta Tag

TPID: Tag Protocol ID (Identificación del protocolo etiqueta)

CFI: Canonical Format Indicator (Indicador del formato canónico)

DA: Destination Address (Dirección de Destino)

SA: Source Address (Dirección de Fuente)

FCS: Frame Check Sequence (Secuencia de chequeo de tramas)

- Permite VLANs basadas en puertos, direcciones MAC, del nivel tres y de niveles superiores.
- Soporta medio compartido y LANs conmutadas.
- Permite mezclar puentes que no soportan VLAN y puentes que la soportan.
- Mantiene el modo de plug and play de puentes LAN existentes.
- Permite prioridad asociada con cada VLAN.

Capítulo II. " Conmutadores y protocolos de interconexión "

- Prioridad basada en VLANs toma preferencia sobre prioridad basada en otras consideraciones.
- Permite información de prioridad de señalización sobre LANs que no usa prioridad CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access Collision Detect).
- Permite direcciones MAC locales y universales.
- Permite operación con o sin cabecera explícito de VLAN en la trama.
- Soporta configuración estática y dinámica para cada VLAN.
- Soporta un mecanismo de trunking (troncos) para VLANs.
- Permite mezclar diferentes IEEE 802 MAC y FDDI.
- Permite la señalización de la información de enrutamiento de la fuente sobre LANs del tipo CSMA/CA.
- Solapamiento de VLANs:
 - Múltiples estaciones con la misma dirección.
 - Una estación con múltiples interfases utilizando la misma dirección.
 - Restricción: Una estación o interfase por VLAN.
- Un protocolo para distribuir información del VLAN a los conmutadores, principalmente se usa 802.1p para priorizar tramas. Existen hasta ocho niveles de prioridad.

El protocolo define: [1, 8, 11]

- Un protocolo GARP (Generic Attributes Registration Protocol) para señalización entre estaciones de trabajo y la red.
- Una versión del protocolo GARP, GMRP (GARP Multicast Registration Protocol) que permite a los dispositivos la posibilidad de pedir ser miembros en un grupo de multicast.
- Una versión del protocolo GARP, GVRP (GARP VLAN Registration Protocol) que brinda a los dispositivos la posibilidad de solicitar ser miembros o revocar pertenencia a una VLAN específica, se hace creando entradas en una base de datos de filtro. Permite también que conmutadores VLANs propaguen cambios en la VLAN a todos los puertos de los demás conmutadores configurados con GVRP en

Capítulo II. “ Conmutadores y protocolos de interconexión ”

la red y que inicialmente, todos los puertos de los conmutadores se asignen a un “Port VLAN ID” por defecto. El protocolo registra VLAN ID y modos de filtración.

Cuando se configura GVRP en una red se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

[1, 8, 11]

- Se puede configurar el estado de GVRP por puerto solo sobre puertos que son 802.1Q capaces.
- GVRP debe estar habilitada sobre ambos extremos de un enlace de tronco 802.1Q.
- El modo de declaración GVRP para VLAN 1 siempre es fijo y no negociable. La VLAN 1 es siempre llevada por troncos 802.1Q sobre los cuales está habilitada GVRP.

Para poder habilitar la creación dinámica de VLANs de GVRP hay que cumplir las siguientes condiciones: [1, 8, 11]

- En caso de que haya un conmutador Catalyst en la red, debe estar en el modo VLAN Trunk Protocol (VTP) transparente.
- Todos los puertos de tronco en el conmutador son del tipo 802.1Q.
- GVRP es habilitada sobre todos los puertos de troncos.

La creación dinámica de VLAN impone las siguientes restricciones en una red: [1, 8, 11]

- No se puede cambiar el conmutador (Catalyst) a modo de VTP servidor o cliente.
- No se puede deshabilitar GVRP sobre un puerto de tronco que lo utiliza.

Modos de Registro GVRP: [1, 8, 11]

- **Modo de Registro Normal:** Configurando un puerto como un tronco en modo de registro normal permite la creación, registro y no registro dinámico de VLANs sobre el puerto de tronco. Este es el modo por defecto.
- **Modo de Registro Fijo:** Configurando un puerto como un tronco en modo de registro fijo, permite la creación y registro manual de VLANs; evita el no registro, y registra todas las VLANs conocidas en otros puertos sobre el puerto de tronco.

Capítulo II. “ Conmutadores y protocolos de interconexión ”

- **Modo de Registro Prohibido:** Configurando un puerto como un tronco en modo de registro prohibido, no registra todas las VLANs (excepto VLAN 1) y evita que halla mas creación y registro sobre el puerto de tronco de las mismas.

Después de la introducción oficial del estándar IEEE 802.1Q el 8 dic.1998, muchos de los fabricantes lo incorporaron en sus conmutadores, lo cual creó una nueva visión sobre las Redes de Área Local Virtuales, ya que muchos de los empresarios tenían miedo de introducirla en sus redes por la falta de estándares que permitieran la interoperabilidad de equipos de varios fabricantes. [1, 8, 11]

2.2- Estándar IEEE 802.10.

Este es un protocolo conocido como “Estándar de Seguridad para la Interconexión de Redes LAN” (SILS-siglas en inglés) el cual es usado para la seguridad en grandes áreas. Este estándar incluye una información que es introducida entre el encabezamiento MAC y el bloque de datos de la trama. Por ejemplo, dada la trama original que le sigue, según se aprecia en la figura 6. El estándar IEEE 802.10 le incluye el segmento que se muestra entre Longitud y 802.2 LLC. [1, 12, 13]

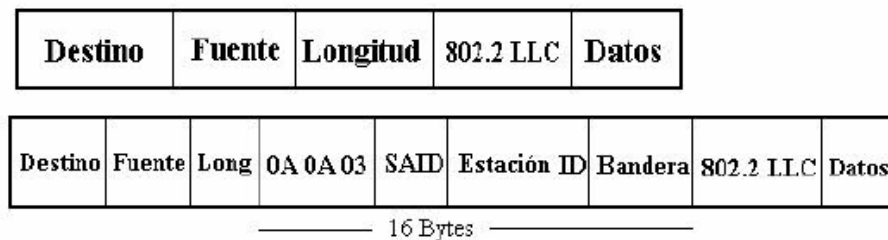


Figura 6: Formato de la trama IEEE 802.10.

En un tiempo este estándar se intentó usar como un protocolo para trunking para VLAN con la idea de usar dos octetos en desuso de la parte izquierda de la estructura del encabezamiento del estándar. Es además un estándar de seguridad (LAN/MAN) utilizado como técnica normalizada de etiquetado para la conformación de tramas de identificación VLAN. De este modo los ruteadores y conmutadores de diferentes fabricantes pueden enviar tramas Inter-operativas a las VLAN a través de la WAN sin tener que recurrir a

Capítulo II. “ Conmutadores y protocolos de interconexión ”

ATM. El protocolo IEEE 802.10 incluye técnicas de encapsulado y autenticación para asegurar la confidencialidad e integridad de los datos. [1, 12, 13]

De manera similar al protocolo Inter-Switch Link para Fast Ethernet, Cisco ha modificado el protocolo de seguridad 802.10 para comunicaciones inter conmutadores a través de redes troncales de FDDI. El protocolo 802.10 incorpora un mecanismo donde el tráfico puede llevar un identificador VLAN, y por lo tanto permite la conmutación selectiva de paquetes con el identificador. Define además una Unidad de Datos del Protocolo PDU (Protocol Data Unit) llamado intercambio de datos seguros SDE (Secure Data Exchange) que es una trama MAC con una cabecera 802.10 introducida entre la cabecera MAC y los datos de la trama. La cabecera 802.10 tiene una cabecera interior y otra exterior, conocidas respectivamente como la “Clear Header” y la “Protected Header” como se muestra a continuación en la figura 7. [1, 12, 13]

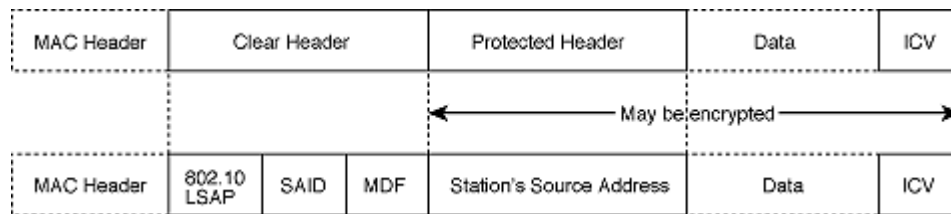


Figura 7: Cabecera 802.10

Clear Header incluye un (SAID) Security Association Identifier y un campo opcional MDF (Management-Defined Field) definido por el administrador que pueda llevar información para facilitar el procesamiento del PDU. Protected Header replica la dirección de la fuente contenida en la cabecera MAC para permitir la validación de la dirección. Eso evita que otra estación se identifique como la fuente real. El valor del chequeo de integridad (ICV) evita la modificación de los datos internos utilizando un algoritmo de seguridad. [1, 12, 13]

El campo de SAID de 32 bits se usa como la identificación de la VLAN (VLAN ID). Este identificador se aplica a cada paquete cuando es mandado a través de enlaces FDDI, cada paquete tiene una identificación única y es mandado a los conmutadores y enrutadores que han sido configurados con la misma VLAN ID. Los conmutadores después se encargan de

Capítulo II. " Conmutadores y protocolos de interconexión "

los puertos a los cuales mandar los paquetes VLAN. Cuando el paquete sale del conmutador se quita la dirección de 32 bits. [1, 12, 13]

2.3- Estándar IEEE 802.1P.

Este protocolo es usado para establecer un orden de prioridad a las tramas, (se pueden establecer hasta 8 niveles según se observa en la figura 8). [8]

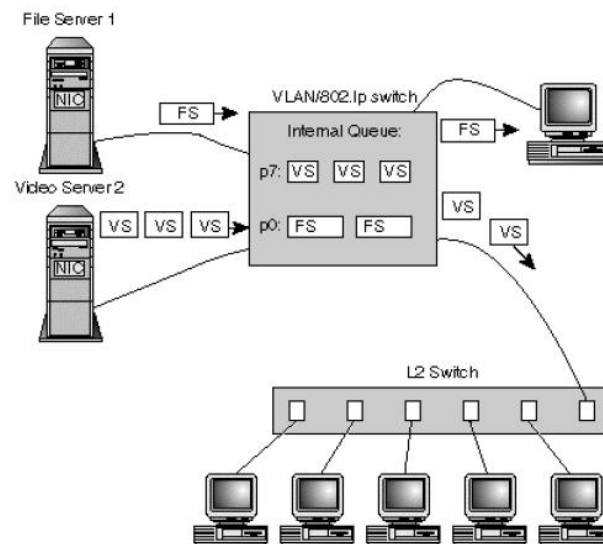


Figura 8: Prioridad en los conmutadores.

Este estándar se refiere básicamente a que: [8]

- Permite tratar tramas en forma diferente para incorporar aplicaciones de tiempo real en Ethernet.
- La prioridad se especificó en 802.1Q por lo que se implementan ambos protocolos a la vez.
- Un mecanismo de prioridad basado en los miembros de las VLANs.
- Permite prioridad asociada con cada VLAN.
- Permite operaciones con y sin el encabezamiento de la VLAN en la trama.
- Puede trabajar con direcciones MAC locales y universales.
- Soporta configuraciones estáticas y dinámicas de VLANs.
- Un protocolo GARP generalizado para la señalización entre las estaciones de trabajo y la Red.

Capítulo II. " Conmutadores y protocolos de interconexión "

- Una versión del GARP el cual permite a los dispositivos solicitar a los miembros de un grupo multicast específico. (GMRP).
- Una versión del GARP el cual permite a los dispositivos solicitar a los miembros de una VLAN específica. (GVRP).

El estándar 802.1Q asigna prioridad de la siguiente manera: [8]

1. Prioridad por defecto para paquetes sin etiquetas.
2. Tarea de fondo (background task).
3. Prioridad estándar.
4. Esfuerzo excelente (Excellent effort).
5. Aplicaciones de carga controlada (flujo de multimedia).
6. Multimedia interactiva.
7. Voz interactiva.
8. Reservado para uso futuro.

Todo esto permite que los conmutadores puedan identificar los paquetes que llevan información sensible al tiempo y moverlos a través de la red delante de los datos que pueden sostener demora. [8]

2.4- Protocolo Inter-Switch Link (ISL) de Cisco.

Cisco ha desarrollado una serie de protocolos que llevan información de la configuración de VLANs entre conmutadores, enrutadores y servidores conectados a Fast Ethernet, FDDI y redes troncales de ATM. [1, 4, 14, 15, 16]

Se han diseñado estos protocolos para aprovechar las tecnologías de las redes troncales en los que está configurado, cumplir con los estándares existentes y posibilitar interoperabilidad entre la familia de productos de Cisco de conmutadores y ruteadores y otros fabricantes. [1, 4, 14, 15, 16]

Para implementar VLANs Cisco utiliza además del estándar IEEE 802.1Q las siguientes tecnologías: ISL, IEEE 802.10, LAN Emuladas y VLAN Trunk Protocol. ISL es un

Capítulo II. “ Conmutadores y protocolos de interconexión ”

protocolo de Cisco para interconectar múltiples conmutadores y mantener información entre VLAN cuando el tráfico viaja entre conmutadores en una red troncal de Fast Ethernet en modo full o half duplex. Ver figura 9. [1, 4, 14, 15, 16]

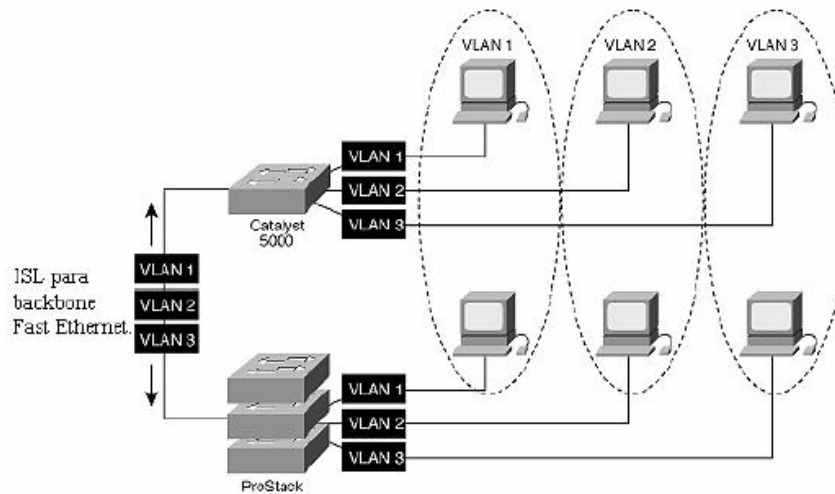


Figura 9: Interconexión de Switch utilizando ISL.

Por ejemplo, para redes troncales integradas por conexiones Fast Ethernet a 100 Mbps, el sistema Catalyst y ProStack (familias de conmutadores VLANs de Cisco) intercambian información VLAN utilizando el protocolo ISL. Este protocolo provee un método muy barato y de poca demora para la identificación de paquetes y transmisión dentro de redes troncales de Fast Ethernet. ISL utiliza una técnica de direccionamiento que pega una cabecera de 26 bits a cada paquete cuando entra al conmutador. Esta cabecera contiene una VLAN ID de 10 bits. Este paquete solo es mandado a los conmutadores y enlaces interconectados que tienen la misma dirección de 10 bits, de esta manera se controla el flujo de difusión y transmisión entre los conmutadores y enrutadores. Se pega una ID VLAN a una trama solo cuando esta es mandada a una red no local. ISL opera en un ambiente punto a punto y soporta hasta 1000 VLANs. [1, 4, 14, 15, 16]

El rango válido de VLANs ISL configurable por el usuario es de 1 a 1000. Sin embargo, el rango válido de VLANs especificados por el estándar IEEE 802.1Q es de 0 a 4095. En una red de dispositivos no Cisco conectados a conmutadores de Cisco a través de troncos

Capítulo II. `` Conmutadores y protocolos de interconexión ``

802.1Q hay que mapear números de VLANs 802.1Q mayores que 1000 a números de VLANs ISL. [1, 4, 14, 15, 16]

Las VLANs IEEE 802.1Q en el rango de 1 a 1000 se mapean automáticamente al correspondiente VLAN ISL. Las VLANs IEEE 802.1Q con números mayores que 1000 tienen que ser mapeadas a una VLAN ISL para que los conmutadores de Cisco puedan reconocerlos y transferirlos. [1, 4, 14, 15, 16]

Restricciones que se aplican cuando se mapean VLANs 802.1Q a VLANs ISL:

[1, 4, 14, 15, 16]

- Se pueden configurar solo hasta siete mapeos de VLANs 802.1Q a ISL en un conmutador.
- Únicamente se puede mapear VLANs 802.1Q a VLANs ISL del tipo Ethernet.
- No se debe introducir la VLAN nativa de ningún tronco 802.1Q en la tabla de mapeo.
- El mapeo de VLANs es local a cada conmutador. Los mismos mapeos deben ser configurados sobre todos los conmutadores pertinentes en la red.
- Cuando se mapea una VLAN 802.1Q a una VLAN ISL, el tráfico sobre el VLAN 802.1Q correspondiente a la VLAN ISL mapeada, es bloqueado. Por ejemplo, si se mapea VLAN 802.1Q 2000 a VLAN ISL 200, el tráfico sobre VLAN 200 es bloqueado.

La combinación de conmutadores de la familia Catalyst y ProStack de Cisco, el mecanismo de transporte ISL a través de Fast Ethernet, y el protocolo 802.10 a través de FDDI ofrecen una solución VLAN muy flexible para arquitecturas basadas en LAN. Esto permite seguir usando redes troncales de FDDI con la opción de añadir o emigrar a Fast Ethernet y redes ATM. Se transporta VLANs transparentemente a través de esas redes troncales, y necesita poca configuración por el administrador. Además estos protocolos de transporte proveen un mecanismo para conectar recursos que se comparten en la red como un servidor de correo o fichero a una red troncal mientras permiten que estos recursos puedan ser miembros coexistentes de múltiples VLANs. Para organizaciones que no tienen servidores dedicados

Capítulo II. `` Conmutadores y protocolos de interconexión ``

a cada grupo de trabajo, esta es una solución óptima para la configuración de VLANs y asimismo permite que se puedan ubicar los recursos compartidos centralmente sobre la red troncal donde el administrador de la red tiene fácil acceso. [1, 4, 14, 15, 16]

2.5- Fabricantes de conmutadores.

Los conmutadores son la parte central de VLANs, son dispositivos de redes que filtran y envían tramas a su destino basadas en la dirección de las mismas y permiten configurar topologías lógicas sobre la infraestructura física de la red, admitiendo que cualquier colección de segmentos dentro de una red pueda combinarse para formar un grupo de usuarios. Los conmutadores operan en diferentes niveles del modelo OSI, algunos a nivel de enlace de datos (L-2), otros al nivel de Red (L-3) y otros a niveles superiores. [1, 17]

Entre las ventajas del uso de los conmutadores están: [1, 17]

- Un conmutador es capaz de examinar cada trama y eliminar las tramas que tienen errores, evitando sobrecarga en la red y también la propagación de cualquier otro problema de una computadora a otra.
- Permite mayor seguridad en la red ya que cuando una estación transmite la información va directo al conmutador que se encarga de mandarlo directamente a su destino final.
- Algunos conmutadores pueden convertir de un protocolo a otro permitiendo que las estaciones puedan trabajar a una velocidad determinada y que los servidores lo hagan a una velocidad más alta. En la red troncal se puede implementar un protocolo que sea diferente del utilizado en las estaciones de trabajo, de esta manera se aprovechan las ventajas de cada uno en las redes que pueden migrar de un protocolo a otro.
- Los conmutadores permiten el paso de varios flujos de datos simultáneamente, lo cual no se puede lograr con hubs y repetidores.
- A través de la segmentación los conmutadores tienen la capacidad de soportar mayor velocidad y requerimientos de ancho de banda, cada estación de trabajo y cada servidor posee una conexión dedicada dentro de la red, con lo que se consigue aumentar considerablemente el ancho de banda a disposición de cada usuario.

Capítulo II. “ Conmutadores y protocolos de interconexión ”

- Los conmutadores que soportan VLANs pueden hacer funciones de conmutación y enrutamiento cuando sea necesario en la red y además crear circuitos virtuales entre nodos para asegurar que cada estación tenga acceso al ancho de banda necesario sin perturbar otras estaciones.

2.5.1- ALLIED TELESYN.

Allied Telesyn, es abordado con más detalle que el resto de los fabricantes de conmutadores debido a que fue seleccionado para mejorar la estructura de la red UCLV. Con sede central en Chiasso (Suiza), viene desarrollando su actividad como empresa innovadora en el diseño y fabricación de soluciones Ethernet de alta calidad y bajo costo desde 1987. Fundada sobre una premisa existente de necesidad de productos para redes simples pero fiables y compatibles con los estándares, el grupo Allied Telesyn salva eficazmente la distancia que separa la gama de productos Ethernet para redes. En enero de 1999, la compañía introdujo una nueva iniciativa y muy dinámica para buscar la expansión apoyándose en su principal campo de competencia Ethernet, con el fin de establecer una presencia de liderazgo en el mercado de proveedores de equipos de servicios de red. Actualmente, esta iniciativa conocida con el nombre de “*Ethernet & IP All the Way*” está dando lugar a la creación de un amplio espectro de productos que constituyen la línea completa de soluciones de acceso, agregación y transporte principal. [18, 19]

La filosofía de Allied Telesyn y la marca Allied Telesyn siguen siendo las mismas para desarrollar la más avanzada infraestructura de banda ancha, igual que ha ocurrido a lo largo de la historia de la compañía como líder de soluciones Ethernet, es decir, proporciona tecnología sencilla pero potente que pueda utilizar el mundo, a un precio asequible. La iniciativa “*Ethernet & IP All the Way*” está basada en el conjunto de protocolos más popular, el protocolo estándar utilizado por Internet y todos los servidores y ordenadores que acceden a la World Wide Web. El estado del IP como estándar de Internet demuestra la posibilidad de transportarlo a través de una red global y heterogénea de sistemas y medios diferentes, no muy distinta de la infraestructura de cable de fibra óptica en expansión que existe en todo el mundo. Como líder mundial en la conversión de medios, Allied Telesyn goza de una envidiable posición para ayudar a los diseñadores de redes globales de banda

Capítulo II. “ Conmutadores y protocolos de interconexión ”

ancha y alta velocidad a conseguir que Ethernet se transporte a través de una enorme variedad de trazos de cableado distintos. El grupo Allied Telesyn utiliza diversas tecnologías para suministrar los productos que necesitan los proveedores de servicio para ofrecer sus servicios de banda ancha flexible y fiables a través de área metropolitana, regional, extensa y local; estas tecnologías incluyen conmutación de banda ancha, transporte a larga distancia por fibra óptica, línea digital de abonado (Digital Subscriber Line, DSL), multiplexación por división de la longitud de onda (Wavelength Division Multiplexing, WDM), servicios para operadores de telecomunicaciones (E1/T1, E3/DS3) y comunicación inalámbrica. [18, 19]

Con objeto de asegurar la rápida ejecución de “*Ethernet & IP All the Way*”, Allied Telesyn sigue invirtiendo en adquisiciones, asociaciones y desarrollos orgánicos, creando una organización para satisfacer la demanda de tecnología de sus clientes de todo el mundo. Los ingenieros, fábricas, áreas de ventas y distribución se localizan estratégicamente a lo largo de América, Europa, Asia y Japón. Allied Telesyn se enorgullece de su habilidad de desplegar sus soluciones en cualquier parte del mundo, eficazmente. En el anexo I, se relacionan los precios actuales del equipamiento Allied Telesyn. [18, 19]

Allied Telesyn, dedicada a sistemas de soluciones globales IP, con más de 15 años de experiencia como distribuidor de cableado estructurado tanto de fibra como de cobre, desarrolla estrategias que les permitan llegar a nuevos clientes. Ofrece un amplio abanico de productos en lo que a Networking se refiere, ya que es un fabricante exclusivo con más de quince años de experiencia en Networking y el único capaz de ofrecer soluciones end-to-end altamente funcionales y asequibles, que van desde los sistemas más avanzados de Routing y Switching Layer 3/4, soluciones completas wireless o VoIP, sin dejar de lado la tarjeta de red o el conversor de medio. [18, 19]

2.5.1.1- Serie 8000.

La serie AT-8000 ofrece una variedad de configuraciones para redes que emigran desde los conmutadores no manejables, (Ver Anexo II). El AT-8024 con 24 puertos 10/100TX. El

Capítulo II. “ Conmutadores y protocolos de interconexión ”

próximo producto de la serie es el AT-8026FC con 24 puertos 10/100TX y dos puertos fijos a 100FX, evitando los costos adicionales de los módulos. El tercer modelo de esta serie es el AT-8024GB. Este conmutador presenta 24 puertos 10/100TX con el poder optativo de gigabit. Cada AT-8024GB viene con dos bahías expansión GBIC. Estas bahías pueden poblarse con uno de cinco tipos de fibra GBICs, ofrecido por Allied Telesyn.

[18, 19]

AT-8024GB: Switch Fast Ethernet manejables con 24 puertos 10/100TX, ancho de banda escalables y con dos bahías expansión GBIC. Es un conmutador que presenta buenas aptitudes para la gestión del tráfico que se le encomiende, e incluye prácticamente todas las capacidades que se le puede pedir a un conmutador, desde las más sencillas, a las más complejas. El control de tormentas de broadcast, el soporte para priorización de tráfico y el soporte para el protocolo IGMP, le hacen estar en condiciones de ofrecer una buena distribución del tráfico a su cargo. En lo que se refiere a su rendimiento, se encuentra dentro de los parámetros ofrecidos por el resto de los conmutadores. Como suele ser habitual, las opciones de gestión que ofrece están contempladas por la utilización de herramientas basadas en el soporte web y telnet. Los manuales para conocer el funcionamiento de estas interfaces, hay que descargarlos de Internet. Esto obliga a utilizar la consola remota para comenzar a configurar las capacidades del aparato, si se hace con el material entregado, y teniendo claros cuáles son los comandos que permiten realizar esta configuración inicial. El soporte para el protocolo SNMP le hace apto para integrarse dentro de otras herramientas de gestión que pudiera haber habilitadas en el sistema. En el anexo III, se muestra una tabla comparativa entre este switch y los de diferentes fabricantes. [18, 19]

2.5.1.2- Serie 8700.

AT-8724XL: (Anexo IV), Switch Fast Ethernet manejables que presenta 24 puertos 10/100TX, con dos bahías expansión GBIC. Ver en el anexo V, una tabla comparativa entre este switch y los de diferentes fabricantes. [18, 19]

Capítulo II. " Conmutadores y protocolos de interconexión "

2.5.2- Cisco.

Al tiempo que la conmutación está empezando a dominar como la tecnología en redes de campus, Cisco Systems ha adquirido una posición de líder en la implantación de redes campus conmutadas utilizando productos y tecnología de vanguardia. Entre sus soluciones de conmutación Cisco incluye conmutación LAN y conmutación de Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) con soporte de redes virtuales (VLANs) y emuladas (ELANs). Estas soluciones VLAN incluyen tecnologías de multiplexación VLAN como Emulación LAN (LANE) sobre redes ATM, Inter-Switch Link (ISL) sobre Fast Ethernet, y 802.10 sobre Fiber Distributed Data Interface (FDDI). Las elecciones preferidas para implantar una arquitectura campus basada en VLAN son ISL sobre Fast Ethernet y LANE sobre ATM. Cisco está desarrollando además soluciones que soporten el nuevo estándar de multiplexación de VLANs 802.1Q/P de forma que los nuevos desarrollos se integren en los productos existentes. [4, 14]

Cisco es una de las empresas de mayor oferta de productos de conmutación en el mundo. Esta firma produce conmutadores de nivel 2, nivel 3 y niveles superiores, todos con diferentes opciones y ventajas para el diseño de redes de gran calidad. Por ejemplo, la familia de switch Kalpana es una familia de conmutadores de nivel 2 que están diseñados para operar en los bordes de las grandes redes empresariales, mientras que la familia Catalyst es una familia de conmutadores multiniveles que están destinados fundamentalmente para operar en el núcleo de las redes. [4, 14]

La solución de routing Cisco pasa por la utilización de routers externos o tarjeta de routing (RSM) insertada en la familia de Catalyst 5000s. La primera opción es recomendable en entornos en los que ya exista un router que admita tarjetas Fast Ethernet o ATM (Routers 750x, 720x, 4700 y 4500) o se requieran conexiones WAN. Si la función del router es realizar ruteo entre redes virtuales se recomienda la placa RSM puesto que mediante la utilización de dicha placa se posibilita la solución de conmutación de nivel 3 en Cisco: NetFlow Lan Switching. Dicha solución consiste en proporcionar rendimiento de conmutación de nivel 2 pero conmutando tráfico a nivel 3. [4, 14]

Capítulo II. `` Conmutadores y protocolos de interconexión ``

Por ejemplo la familia Catalyst 4000 oferta conmutadores multiniveles que pueden soportar el diseño de hasta 1024 Redes Virtuales distintas y soporta módulos Ethernet de 10/100 Mbps, Fast Ethernet a 100 Mbps y Gigabit Ethernet a 10/ 100/ 1000 Mbps. [4, 14]

Estos conmutadores tienen aplicaciones y servicios escalables y ofrece dispositivos y compuertas para la telefonía IP. Además brinda enlaces conmutados de alta velocidad y realizan la conmutación fundamentalmente mediante “Almacena y Conduce”. [4, 14]

Otras características de estos conmutadores son: [4, 14]

- Tienen una baja latencia (1,4 microsegundos)
- Soportan los estándares de Árbol Expandido IEEE 802.1D, de prioridad de las tramas IEEE 802.1P y para el etiquetado de las tramas IEEE 802.1Q.
- Admiten hasta 16 000 direcciones MAC.
- Pueden ser modulares con una densidad de hasta 240 puertos Fast Ethernet.
- Soportan conmutación multiniveles.
- Permiten enlaces Full Duplex para reducir las colisiones.

2.5.3- 3Com.

Estos fabricantes ofrecen una amplia variedad de Conmutadores que pueden ser de nivel 2 ó multiniveles y ofrecen grandes facilidades de administración y configuración. Por ejemplo la familia de Switch SuperStack II ofrece conmutadores de disímiles opciones muy potentes y flexibles para el diseño de Redes.

Un ejemplo de estos conmutadores es el SuperStack II 3900. Este conmutador ofrece una funcionalidad de 9,8 Millones de paquetes por segundo (Mpps), sus puertos pueden comunicarse a velocidades de 10/ 100/ 1000 Mbps y se le pueden añadir múltiples enlaces Gigabit Ethernet.

Soporta los estándares IEEE 802.1P para establecer un orden de prioridad en las tramas transmitidas y el IEEE 802.1Q para el etiquetado de las tramas. Además permite el uso de protocolos de análisis externos (Roving Analysis Port (RAP)) para beneficiar la

Capítulo II. " Conmutadores y protocolos de interconexión "

administración y obtener diagnósticos del estado de los puertos. También admite el protocolo de Árbol Expandido IEEE 802.1D el cual elimina la pérdida de tramas ante la ocurrencia de lazos.

Ofrece facilidades para el diseño de múltiples Redes Virtuales ya sea por puertos, por direcciones MAC, por direcciones IP y por agrupación de protocolos y además, conmutan de la forma "Corta y Sigue" (Cut/ through) lo que trae consigo que tengan una baja latencia.

Estos conmutadores combinan los beneficios de Gigabit Ethernet con fuertes sistemas de funciones. Tienen un bajo costo por puerto y poseen puertos de una alta densidad. Permiten administración Web, mediante SNMP y remota (RMON) y son modulares. Además soportan rigurosas demandas de ancho de banda cliente/servidor con una alta capacidad de administración.

Capítulo III. “ Metodología para la implementación de las VLANs ”

Para aplicar las nuevas tecnologías se necesita algo más que comprar computadoras nuevas y crear un sitio Web. El éxito del uso de la tecnología depende también de la capacidad de introducir cambios importantes. El tema de los costos de la enseñanza con nuevas tecnologías y su rentabilización queda muy bien ilustrado desde su doble beneficio de la posibilidad de acceso de un número mucho mayor de estudiantes a la enseñanza y la oferta, por ejemplo, de programas exigentes, incluyendo asignaturas minoritarias y altamente especializadas por medio del concepto de la “enseñanza distribuida”. La gran amplitud de puntos de vista será de indudable utilidad tanto para profesores como alumnos. [20]

¿Cuándo escoger como solución las redes virtuales?

Para saber cuando migrar de una arquitectura basada en subredes físicas y una segmentación a base de enrutadores hacia una solución con redes virtuales se debe tener presente que una VLAN soluciona dos problemas principalmente: [1]

- Reduce el tráfico del broadcast debido a que minimiza el uso de los enrutadores.
- Reduce los costos de movimientos en la red.

El siguiente paso será ver cómo se ubican los usuarios en la red. Si la mayoría de usuarios están sobre una partición del segmento LAN, o si múltiples usuarios que pertenecen a diferentes VLANs están sobre el mismo segmento LAN, en este caso la solución con redes virtuales será muy buena. [1]

Posteriormente, se determina cuál VLAN necesitan en la red, acceso al servidor, lugar donde se ubica el servidor y aplicaciones que se necesitan para así poder determinar el tráfico y flujo de información en la red. Este análisis responderá preguntas acerca de dónde ubicar los dominios de broadcast, si se va a usar ATM y dónde se va a colocar el enrutador. [1]

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es el de la seguridad; todos los usuarios no deben poder acceder a cualquier servidor de la red. El administrador de la red debe establecer

Capítulo III. " Metodología para la implementación de las VLANs "

políticas que controlen el acceso de los usuarios a los diferentes recursos. Una forma de implementarlo, es haciendo uso de el campo VLAN ID que tiene el formato de tramas MAC de la norma 802.10. [1]

3.1- Principios para el diseño.

Cuando se diseñan redes VLAN, se deben tomar en cuenta los siguientes factores: [14]

- ***Difusión:*** La difusión puede ser fatal, debido a que el 100 % del ciclo del CPU del usuario puede ser consumido procesando paquetes de difusión y multicast. Por demoras inherentes en tecnologías de acceso aleatorio (CMTA/CD) muy utilizado en las redes de Ethernet, una parte considerable de tráfico de difusión afectará adversamente la operación de dispositivos conectados al conmutador. Aunque las VLANs reducen el efecto de difusión, todavía se deben tomar en cuenta cuestiones como cuántos miembros debe tener cada VLAN.
- ***Asignación de miembros a VLANs:*** Una VLAN funcionará bien y tendrá todas las ventajas que acompañan a esta tecnología si el 80 % o más del flujo del tráfico es local a esta VLAN y no más del 20 % del flujo del tráfico es entre VLANs.
- ***Ancho de banda disponible para acceder funciones de ruteo:*** El tráfico inter-VLAN tiene que ser enrutado, lo que implica que en el diseño de la red se debe asignar bastante ancho de banda para mover el tráfico entre VLANs desde la fuente, a través del dispositivo que brinda funciones de enrutamiento hasta su destino.
- ***Ubicación apropiada de fronteras administrativas:*** La Conmutación tiene el efecto de hacer las redes muy planas y el uso de conmutación fuera de las fronteras administrativas puede tener un efecto adverso sobre la red dentro de las fronteras administrativas.
- ***Examinar puntos de fallos cuidadosamente:*** En la red debe existir redundancia para que un fallo no aisle a una parte de la red. Se necesitan considerar dos aspectos de redundancia, respaldo (backup) y distribución de carga. En el caso de un fallo en la red deben existir caminos alternativos. La distribución de carga asegura que exista más de un camino a una destinación y puedan ser utilizados en dependencia del nivel de tráfico en la red.

Capítulo III. " Metodología para la implementación de las VLANs "

Un buen diseño asegura que la red funcione con la velocidad para la cual fue diseñada y al mismo tiempo sea confiable. Además, que tenga la capacidad de crecer sin hacer grandes cambios en el diseño original y que se puedan implementar tecnologías nuevas cuando estas estén disponibles. [14]

Una VLAN debe ser planificada en una red antes de hacer la compra de los conmutadores necesarios para montar dicha red, ya que no todos los conmutadores que provienen de diferentes fabricantes soportan el mismo tipo de VLAN. Asimismo, el diseñador de la red debe tomar en cuenta los requerimientos de los usuarios. [14]

Las redes deben cumplir una serie de estándares aceptados y además ser capaces de evolucionar de acuerdo a las necesidades cambiantes de los usuarios. El drástico crecimiento que se refleja en el uso de las computadoras ha centrado la atención en las redes. [14]

3.2- Capacidad VLAN de un conmutador.

- ***Múltiples tipos de medios:*** Una VLAN y conmutadores asociados debe ser capaz de soportar varios tipos de medios. Las redes conmutadas trabajan con estructuras que permiten que los recursos centrales (backbone) trabajen a una velocidad mayor que las estaciones. [9]
- ***Conmutadores y hubs (repetidores):*** La mayoría de las redes existentes están integradas por repetidores y enrutadores. Existe una gran infraestructura que no se puede cambiar al instante y aunque esto fuese posible, no se puede justificar pues la mayoría de los usuarios de una red no tienen la necesidad de ancho de banda que demanda un puerto dedicado del conmutador. Los administradores pueden ubicar usuarios que no requieran un puerto dedicado del conmutador al puerto de un repetidor. Se puede conectar el mismo al puerto de un conmutador, muy similar al que se hace en configuraciones con enrutadores. Cada puerto del conmutador debe ser capaz de soportar múltiples VLANs. Esto permite que aunque las estaciones conectadas al repetidor no tienen un puerto dedicado del conmutador puedan conectarse a VLANs. [9]

Capítulo III. " Metodología para la implementación de las VLANs "

- **Conmutadores combinados con enrutamiento:** Algunos conmutadores LAN son capaces de enrutar al nivel tres. Esto provee un mecanismo de mover tráfico entre VLANs. Sin embargo, lo más probable es que ya en la red existan enrutadores que soporten múltiples protocolos que se puedan utilizar para enlazar diferentes VLANs. La misma VLAN debe soportar conmutación del nivel tres y enrutadores del mismo nivel existentes en la red. [9]
- **Servidores que soportan múltiples VLANs:** Normalmente hay un gran número de estaciones conectadas a los servidores. Una red de enrutadores y repetidores implica que la información solicitada por las estaciones tiene que viajar por su propio segmento a través de un backbone a un servidor donde la información del mismo viaja por el mismo camino. Si las peticiones de estaciones siempre tienen que cruzar el backbone, pueden provocar congestión. Además, cada vez que una trama pasa a través de un enrutador hacia el servidor o estación tiene que actualizar la información de enrutamiento y el número de saltos hacia su destino lo que implicaría más demora. Con la implementación de VLANs, los servidores son partes de múltiples VLANs. La información no tiene que pasar por enrutadores o ser difundida a través de la red troncal. La información de difusión se contiene dentro de cada VLAN y no se inunda la red completa. [9]
- **Estaciones conectadas a múltiples VLANs:** Algunas estaciones de trabajo necesitan conectarse a más de una VLAN, por ejemplo, si se crea VLANs por departamentos, el jefe de cada departamento necesitaría acceso a la VLAN de su departamento y además a una VLAN que integran todos los jefes de departamentos. Igualmente muchas estaciones trabajan con múltiples protocolos al mismo tiempo. Por ejemplo, TCP/IP para acceso al Internet, y otras aplicaciones y NetWare para acceso a aplicaciones departamentales. Por lo menos, cada estación debe pertenecer a una IP VLAN y a una IPX VLAN. Los conmutadores deben permitir que las estaciones de trabajo se puedan conectar a varias VLANs. [9]
- **Redes de Múltiples Conmutadores:** Las VLANs son de poco beneficio si no pueden operar a través de múltiples conmutadores. La necesidad de la conmutación es mayor en organizaciones medianas y grandes que normalmente requieren

Capítulo III. " Metodología para la implementación de las VLANs "

múltiples conmutadores. Se necesita alguna forma para conectar estaciones de trabajo y servidores que estén conectados a varios conmutadores en una VLAN. [14]

- **Redes Troncales FDDI:** FDDI provee una backbone de alta velocidad que en la mayoría de los casos las organizaciones han utilizado durante largos períodos de tiempo. Los estándares FDDI ya están muy establecidos y las organizaciones no quieren perder la inversión. Para poder usar FDDI, la VLAN y el conmutador deben soportarlo. [9]
- **Adiciones, Traslados y Cambios:** Cuando los administradores de redes asignan dispositivos a VLANs no deberán tener que reasignarlos, no importa a donde se muevan. [9]

3.3- Configuración de VLANs en los conmutadores.

Uno de los beneficios principales de las VLANs es la habilidad de brindar mayor control para el administrador de la red. Para poder aprovechar este beneficio cuando se va a implementar uno u otro tipo de VLANs, una de las cuestiones más importantes a tener en cuenta es el software que se puede utilizar para facilitar la configuración, monitoreo, planificación, análisis, búsqueda de fallos y otras funciones de administración de los dispositivos y servicios que componen la red. También se deben tener en cuenta los niveles de seguridad que el mismo brinda para la red. [21]

Desde dicha aplicación de administración de la red VLAN el administrador debe ser capaz de definir grupos VLANs, asignar usuarios y puertos específicos a estos grupos y además administrar adiciones, traslados y cambios; configurar niveles de seguridad, limitar el tamaño del dominio de difusión, distribuir el tráfico a través de enlaces redundantes, configurar inter VLAN comunicación a través de los conmutadores contenidos en la red y monitorear el flujo de tráfico y la utilización del ancho de banda de los VLANs. La administración de la red centralizada debe incluir la habilidad de controlar y definir asignaciones iniciales de usuarios por VLAN, ubicar usuarios no reconocidos en una VLAN por defecto con accesibilidad mínima y mandar un mensaje de alerta al administrador de la red. [21]

Capítulo III. " Metodología para la implementación de las VLANs "

En el caso de Allied Telesyn la configuración de las VLANs es a través de interfaz gráfica, como se muestra en la figura 10, o de líneas de comandos. Para la configuración de las VLANs por líneas de comandos en los diferentes conmutadores, Allied Telesyn ofrece las guías de usuarios para cada tipo, aunque estas son estándar para la gran mayoría de los conmutadores de este grupo.

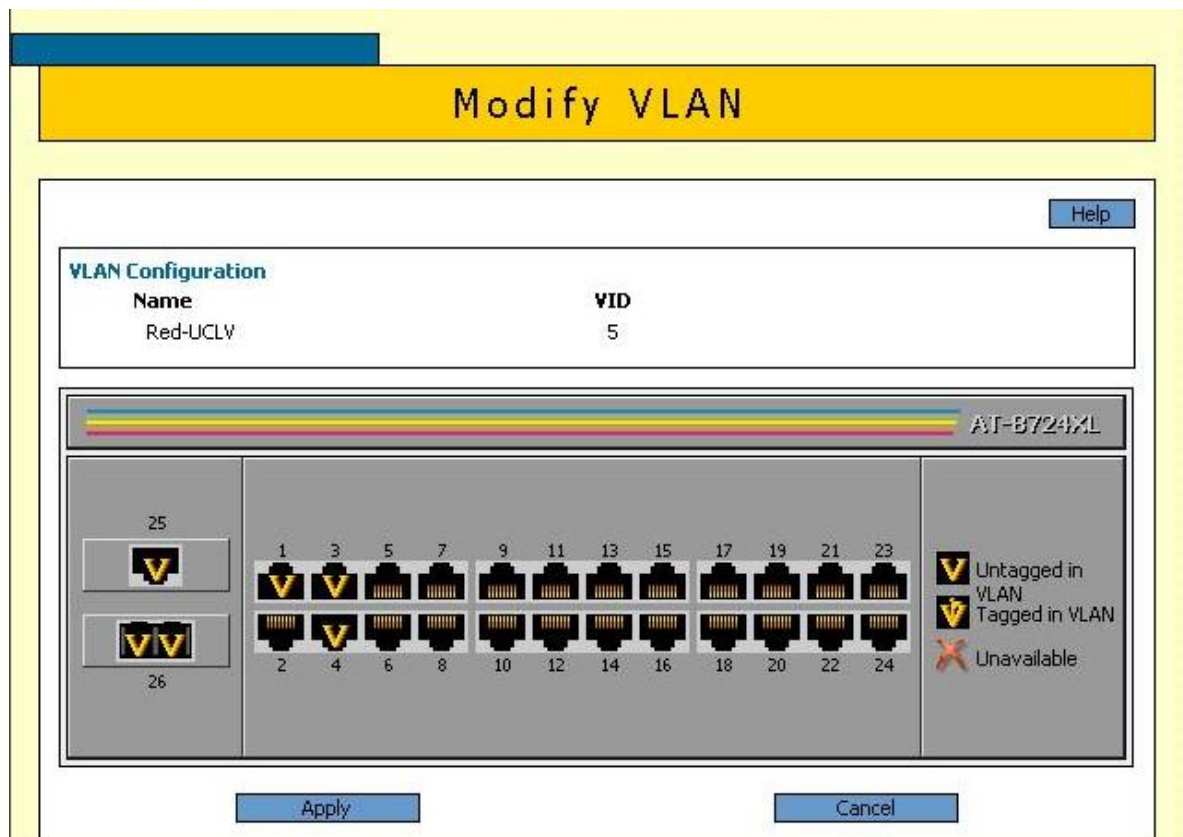


Figura 10: Interfase gráfica para configurar VLANs.

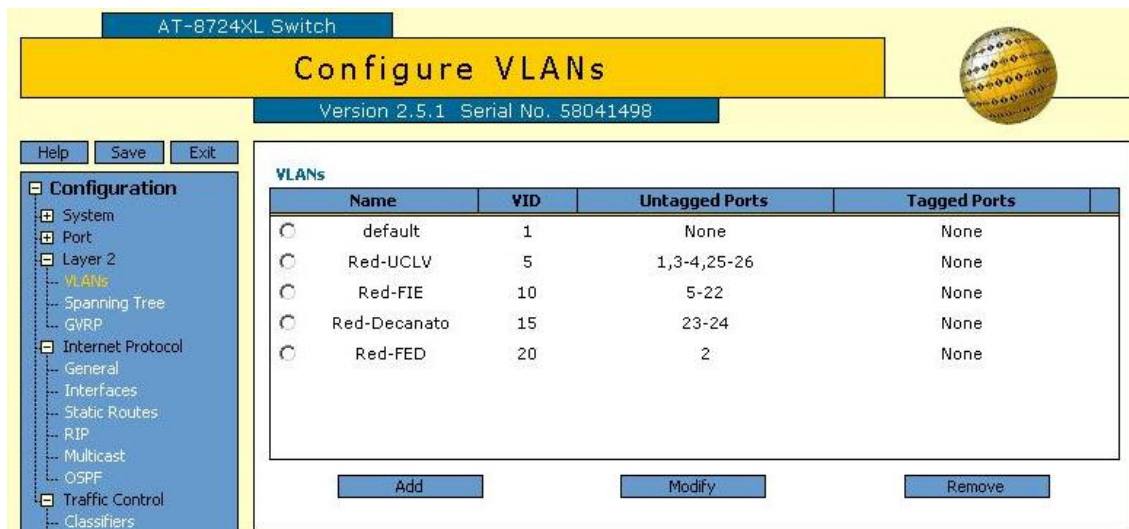
3.4- La red UCLV.

La UCLV es un centro de estudios universitarios con cerca de 6000 estudiantes en el curso regular diurno y un claustro de casi 1000 profesores. Cuenta con más de un kilómetro cuadrado de área y gran número de computadoras enlazadas siendo una de las redes más grandes y complejas del país, aumentando en los últimos años sus niveles de utilización y exigencia de su red.

Capítulo III. Metodología para la implementación de las VLANs

Teniendo en cuenta lo antes planteado y el gran avance de la tecnología en el mundo, se hace imprescindible incluir dentro de la estrategia de reestructuración de la informatización de la UCLV, implementar las redes virtuales no solo a nivel de campus, sino también a nivel de facultades con el fin de segmentar las redes en dependencia de las necesidades e intereses de los usuarios. Esto puede ser posible por las inversiones en tecnología de punta realizadas por la UCLV, atendiendo a los planes de reestructuración de la red de campus.

Actualmente hay configuradas VLANs de modo genérico (Untagged Port). En cada facultad hay creadas dos VLAN, una que pertenece al dominio de la facultad y otra al dominio de la UCLV, creadas en un conmutador capa 3 AT-8724XL que permite el ruteo entre VLAN, con el objetivo de que los usuarios no vean directamente la red de la UCLV, aliviar el tráfico en la red, aprovechando mejor el ancho de banda disponible. Los puertos 1, 2 y 4 10/100 Mbps y 25 y 26 1000 Mbps de cada conmutador están asignados a la VLAN 5 (UCLV) y el resto de los puertos 10/100 Mbps a la VLAN de las facultades. En la figura 11 aparece un ejemplo de la configuración existente en la facultad de Ingeniería Eléctrica.



The screenshot shows the configuration interface for an AT-8724XL Switch. The title is "Configure VLANs" with version 2.5.1 and serial number 58041498. A navigation menu on the left includes Configuration, System, Port, Layer 2, VLANs, Spanning Tree, GVRP, Internet Protocol, General, Interfaces, Static Routes, RIP, Multicast, OSPF, Traffic Control, and Classifiers. The main area displays a table of VLANs with columns for Name, VID, Untagged Ports, and Tagged Ports. Below the table are buttons for Add, Modify, and Remove.

VLANs				
	Name	VID	Untagged Ports	Tagged Ports
<input type="radio"/>	default	1	None	None
<input type="radio"/>	Red-UCLV	5	1,3-4,25-26	None
<input type="radio"/>	Red-FIE	10	5-22	None
<input type="radio"/>	Red-Decanato	15	23-24	None
<input type="radio"/>	Red-FED	20	2	None

Figura 11: Distribución de los puertos a las VLANs

Dada la naturaleza de las redes, la distribución de las computadoras y teniendo en cuenta el estudio que se ha llevado a cabo en este trabajo sobre las VLANs y las ventajas que las mismas ofrecen, entendemos que para lograr la organización de la red de cada facultad,

Capítulo III. " Metodología para la implementación de las VLANs "

la mejor solución es la implementación de las VLANs. Podría hacerse un mejor uso de estas segmentando las VLANs de las facultades por comunidades de intereses, o sea, unir en una misma VLAN, a las secretarías docentes de cada facultad, los decanatos en otra, departamentos, etc. de forma tal que queden en sus propios dominios y aprovechar mejor los recursos de esta tecnología. El problema está en que para poder implementarlas habría que reestructurar la red de cada facultad, sobre todo el cableado.

El tipo de VLAN que se emplearía sería la VLAN por puertos, debido a las características de las mismas descritas en el capítulo uno y que para el tipo de conmutadores que existen en las facultades es el más idóneo, pudiéndose utilizar la tecnología ya instalada. Debido a que este tipo de implementación es la más segura de todas, permite a la administración (decanato y claustro de profesores) estar seguros de que los estudiantes no accedan a información restringida.

El diseño permitirá:

- Agrupar a los profesores que están dispersos en diferentes locales de la facultad con un alto nivel de seguridad.
- Que profesores que se encuentren en diferentes locales puedan pertenecer al grupo de trabajo del decanato (jefes de departamentos y jefes de carreras) nuevamente ofreciendo un alto nivel de seguridad.
- Que los estudiantes, que son en este momento quienes tienen la mayor demanda en la red, tengan más ancho de banda disponible ya que pertenecen a sus respectivos grupos de trabajos.
- Que los administradores de la red puedan asignar niveles de acceso con mayor facilidad.

Se realizaron pruebas en la red de la facultad de Eléctrica, que cuenta con cuatro VLANs, la VLAN del CEETI, la del FED, la de la FIE y la de la UCLV. Se configuró el conmutador AT-8724XL de forma tal que no roteara entre sus VLANs y la de la UCLV.

Capítulo III. " Metodología para la implementación de las VLANs "

Se obtuvo como resultado, que realmente las VLANs no se comunican entre ellas. No es posible que un usuario de una VLAN pueda entrar en otra a la que no pertenece. Esto demuestra que si se implementa este tipo de configuración se logra lo expuesto en este capítulo en cuanto a la seguridad de este tipo de implementación. Al segmentar la VLAN de cada facultad en dominios de iguales intereses existe mayor seguridad de la información confidencial. Además se hizo evidente un incremento en el rendimiento de la red de la facultad al disminuir el tráfico en la misma, que muestra un mejor aprovechamiento del ancho de banda disponible.

Conclusiones

Conclusiones:

- Se demostró que la segmentación de las subredes de las facultades en redes virtuales, realmente brinda movilidad, control de broadcast y seguridad. Numerosas facilidades para su implementación en nuestras Redes de Área Local, no solo la administración de la red es mucho más sencilla sino también brinda una mejor calidad de servicio para sus usuarios.
- Las Redes de Área Local Virtuales basadas en puertos es la más factible a aplicar en casos de redes pequeñas. Brindan un alto nivel de control, seguridad y es aún el método más común de definir y su configuración es bastante directa.
- El equipamiento seleccionado para la implementación fue Allied Telesyn debido a que fue escogido para mejorar la estructura de la red UCLV. En el caso del conmutador AT-8724XL permite configurar mayor cantidad de VLANs que sus similares de Cisco y 3Com. Estos últimos presentan algunas características que superan a los conmutadores de Allied Telesyn pero los precios por los que se adquieren los de Allied Telesyn en el mercado son mucho mejores.
- Cuando se selecciona uno o más fabricantes de equipos para la configuración de VLAN y software de administración es importante no solo aprender las funciones de los mismos, sino también estudiar las posibilidades que brindan para soportar nuevas tecnologías emergentes en el mundo de las Telecomunicaciones.
- La metodología a seguir para el diseño de una VLAN debe tener los pasos siguientes:
 - Conocer a fondo el concepto de VLAN, ventajas y desventajas y tipos que se pueden implementar.
 - Formas de configuración de las VLAN, ruteo y conexiones entre ellas.
 - Conocer los estándares y protocolos que las implementan y regulan.
 - Selección de los dispositivos que soportan VLAN y cómo configurarlos.

Conclusiones

- Diseño actual de la red donde se van a aplicar las VLANs. Posibles cambios en su estructura de cableado y disposición de los dispositivos que intervienen en las mismas.
- Determinar la cantidad de usuarios, cómo se ubican en la red y los dominios de broadcast.
- Establecer políticas de seguridad.
- Cumplir con los principios de diseño.

Recomendaciones

Recomendaciones:

Realizar un estudio de las redes de la UCLV y evaluar la posibilidad de reestructurar las mismas para poder implementar la mejor variante de las Redes de Área Local Virtuales discutidas en este trabajo.

Bibliografías

Bibliografía:

1. Yupanqui Y, Massoni A. Virtual LANs. (En línea) marzo 1999. (fecha de acceso 8 de diciembre del 2003). URL disponible en: <http://lauca.usach.cl/~lsanchez/Vlan/>.
2. Bird Staff A. Redes locales virtuales (En línea) junio 1999. (fecha de acceso 9 de diciembre del 2003). URL disponible en:
<http://polaris.lcc.uma.es/~eat/services/rvirtual/rvirtual.html>
3. Palet J. Unix Systems. VLAN el primer paso hacia la ubicuidad geográfica. (En línea) junio 1995. (fecha de acceso 8 de diciembre del 2003). URL disponible en:
<http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/vlan.html>.
4. Bird Staff A. Evolución de las redes de campus hacia conmutación LAN y ATM. (En línea) junio 1999. (fecha de acceso 13 de mayo del 2004). URL disponible en:
<http://www.ibw.com.ni/~alanb/campus.html>.
5. REDESCOMM, C.A. Redes virtuales (VLANs): Un nuevo concepto en redes computacionales. (En línea) octubre 1999. (fecha de acceso 14 de mayo del 2004) URL disponible en: <http://www.redescomm.com/thvrln.htm>.
6. Copyright 1994-2004 Xilinx, Inc. Virtual LAN (VLAN). (En línea) septiembre 2004. (fecha de acceso 17 de mayo del 2004). URL disponible en:
http://www.xilinx.com/esp/networks_telecom/optical/net_tech/vlan.htm.
7. Disitem Comunicaciones. Glosarios. (En línea) octubre 2003. (fecha de acceso 6 de mayo del 2004). URL disponible en:
<http://www.disitem.com.mx/servicios/glosarios.html>.
8. Maraboli Rosselott M. (2003). Evolución de las redes de campus hacia conmutación LAN y ATM. (En línea) noviembre 2001. (fecha de acceso 14 de mayo del 2004). URL disponible en: <http://elqui.dcsc.utfsm.cl/apuntes/redes/2001/pdf/2-9-2-Capa-Datos-8022-ridge-switch-VLAN.pdf>.
9. Sullivan, K B. Virtual LANs ease group management; sites also use VLANs for broadcast containment PC Week, (En línea) mayo 1997. (fecha de acceso 14 de mayo del 2004); 14 (13).
10. Jain R. Virtual LANs. (En línea) julio 1997. (fecha de acceso 5 de junio del 2004). URL disponible en: <http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-97/>.

Bibliografías

11. IEEE 802.1Q. (En línea) mayo 2000. (fecha de acceso 5 de junio del 2004). URL disponible en: <http://www.ieee802.org/1/pages/802.1Q.html>.
12. VLAN Interoperability. (En línea) 1995. (fecha de acceso 12 de agosto del 2004). URL disponible en: <http://www.cisco.com/public/copyright.htm>.
13. Cisco, Technology Brief: VLAN Interoperability “VLAN Standardization via IEEE 802.10” Copyright 1996 © Cisco Systems Inc. <http://www.cisco.com/warp/public/537/6.html>.
14. Cisco. Cisco VLAN Roadmap. (En línea) mayo 1999. (fecha de acceso 5 de junio del 2004). URL disponible en: <http://www.cisco.com/warp/public>.
15. Cisco. Configuring VLAN Trunks on Fast Ethernet and Gigabit Ethernet Ports. (En línea) octubre 1999. (fecha de acceso 5 de junio del 2004). URL disponible en: http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/lan/cat5000/rel_4_5/config/e_trunk.htm#xtocid144700.
16. Cisco. Designing Switched LAN Internetworks. (En línea) 1998. (fecha de acceso 14 de mayo del 2004). URL disponible en: <http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/idg4/nd2012.htm#xtocid45410>.
17. Intel, Intel Networking Technical Briefs Virtual LANs. (En línea) septiembre 2002. (fecha de acceso 14 de mayo del 2004). URL disponible en: http://www.intel.com/network/connectivity/resources/doc_library/tech_brief/virtual_lans.pdf.
18. Allied Telesyn. Empresa Allied Telesyn. (En línea) 2004. (fecha de acceso 14 de mayo del 2004). URL disponible en: <http://www.alliedtelesyn.com>.
19. Allied Telesyn. AT 8024GB Switch. (En línea) 2004. (fecha de acceso 14 de mayo del 2004). URL disponible en: <http://www.channel-partner.net/Actualidad/An%C3%A1lisis/Infraestructuras/Hardware/20040119031>.
20. Bates T. Cómo gestionar el cambio tecnológico. Estrategias para los responsables de centros universitarios. (En línea) octubre 2003. (fecha de acceso 5 de junio del 2004). URL disponible en: <http://www.uoc.es>.
21. Bill E. The power of virtual LANs. INTERNETWORK, (En línea) febrero 1996. (fecha de acceso 5 de junio del 2004); 7 (2).

Anexo I:

Codigo	Descripcion	Distrib.
Switch Administrable Capa 4 --> New !!!		
AT-9812T-10	12 port 1000 BASE-T Gigabit Layer 4 Switch w/ 4 Gigabit Uplink Slots. (19")	\$7,595.83
AT-9816GB-10	Layer 4 Switch w/ 16 Gigabit Uplink Slots. (19")	\$6,399.16
Switch Administrable Capa 3		
AT-RPG6-10	6 port 100/1000 BASE-T Gigabit Layer 3 Switch w/ 2 Gigabit Uplink Slots. (19")	\$3,272.07
AT-RPG6FSX/SC-10	6 port 1000 BASE-SX (SC) Gigabit Layer 3 Switch w/ 2 Gigabit Uplink Slots. (19")	\$4,109.47
AT-RP48-10	48 port 10/100 BASE-TX Layer 3 Switch w/ 2 Gigabit Uplink Slots. (19")	\$4,626.26
AT-RP24i-10	24 port 10/100 BASE-TX Layer 3 Switch w/ 2 Gigabit Uplink Slots & 1 WAN NSM Option. (19")	\$2,851.47
AT-RP16FSC-10	16 port 100 BASE-FX (SC) Layer 3 Switch w/ 2 Gigabit Uplink Slots & 1 WAN NSM Option. (19")	\$3,690.77
AT-A35SX/SC-00	1 port 1000 BASE-SX (SC) Gigabit uplink for AR-RPxx & AR-8xx	\$529.63
AT-A39/T-00	1 port 1000 BASE-T Gigabit uplink for AR-RPxx & AR-8xx	\$420.23
Switch Administrable Capa 2		
AT-9006SX/SC-10	6 port 1000 BASE-SX Gigabit Ethernet Switch w/ 2 exp. slots for uplinks. (19")	\$3,616.17
AT-9410GB-10	10 port 1000 BASE-T Gigabit Ethernet Switch w/ 2 GBIC slots. (19")	\$2,133.91
AT-8024-10	24 port 10/100 BASE-TX, Fast Ethernet Switch. (19")	\$583.91
AT-8024GB-10	24 port 10/100 BASE-TX, Stacking Switch w/ 2 GBIC slots. (19")	\$641.12
AT-8326GB-10	24 port 10/100 BASE-TX, Stackable w/ 2 1000 BASE-T & 2 GBIC slots. (19")	\$1,061.46
AT-G8SX	1000 BASE-SX Gigabit Ethernet Interface Converter (GBIC) - Hot Swappable	\$245.10
AT-8324-10	24 port 10/100 BASE-TX, Stackable w/ 2 exp. slots for uplinks. (19")	\$2,203.12
AT-8316F/SC-10	16 port 100 BASE-FX, STACKABLE w/ 2 exp. slots for uplinks. (19")	\$5,709.81
AT-STACK8	8 port Stacking Matrix Module for AT-8300 series	\$821.89
AT-8288XL/SC-10	16 port Switch, 8*10/100BTX & 8*100BFX w/ 2 exp. slots for uplinks. (19")	\$2,907.20
AT-8224XL-10	24 port 10/100 BASE-TX, w/ 2 exp. slots for uplinks. (19")	\$1,020.21
AT-A14	1 port 10/1000 BASE-TX uplink for AT-8200XL, AT-8300 & AT-9006	\$558.45
AT-A15/SX	1 port 1000 BASE-SX (SC) uplink for AT-8200XL, AT-8300 & AT-9006	\$592.11
AT-A17	2 port 100 BASE-FX (SC) uplink for AT-8200XL, AT-8300 & AT-9006	\$634.15
AT-A18	4 port 10/100 BASE-TX uplink for AT-8200XL, AT-8300 & AT-9006	\$422.64

Anexo II:

8000 Series Layer 2 Managed Stackable Fast Ethernet Switches



AT-8016F/SC	100FX x 16 ports (SC) Expansion bays x 2
AT-8016F/MT	100FX x 16 ports (MT-RJ) Expansion bays x 2
AT-8024GB	10/100TX x 24 ports GBIC bays x 2
AT-8024M	10/100TX x 24 ports Expansion bays x 2
AT-8024	10/100TX x 24 ports
AT-8026FC	10/100TX x 24 ports 100FX (SC) x 2 ports

Common features of the 8000 series

- 9.6Gbps switch fabric
- 32 VLAN support
- Non-blocking
- Wirespeed forwarding
- Enhanced Stacking™ up to 624 ports
- Port security
- IGMP snooping
- Features Web-based management & SNMP
- IEEE 802.1Q VLAN tagging
- IEEE 802.1p Class of Service
- -48VDC power supply option (AT-8024M & AT-8016F)
- Redundant power supply option (AT-8024M & AT-8016F)

LIFETIME LIMITED WARRANTY + 3 YEAR NETCOVER™ BASIC PLUS SUPPORT PROGRAM

five years on PSU

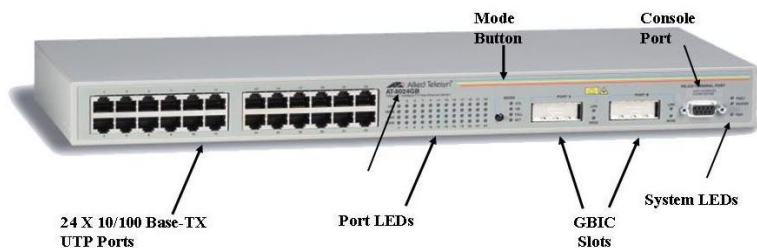
AT-8024M expansion modules

AT-445/SC	100FX x 1 port (SC)
AT-445/MT	100FX x 1 port (MT-RJ)
AT-446	10/100/1000T x 1 port
AT-447	GBIC bay x 1 port *

* Uses Allied Telesyn standards-based GBIC modules

MODEL	DIMENSIONS	WEIGHT
8200XL series	44cm x 36cm x 6.6cm	5.5kg
8000 series	44cm x 19cm x 4.5cm	2.7kg

Anexo III:



AT-8024GB.

Comparativos generales entre fabricantes

	Allied Telesyn	Cisco	3Com
	AT-8024GB	2950	4226
VLANs	32	64	60
Fixed 10/100 TX port	24	24	24
Fixed 100 FX port	--	--	--
Stack Maximum 10/100 TX port	576	384	144
Stack Maximum Gigabit port	48	32	12
GBIC Support	2	2	2
Forwarding Rate	6.5 Mpps	4.4 Mpps	6.5 pps
MAC addresses	4 K	8 K	8 K
DRAM	6 MB	16 MB	6 MB
Height	1 RU	1 RU	1 RU
Switch fabric bandwidth	9.6 Gbps	13.6 Gbps	13 Gbps

Anexo IV:

10/100/100Mbps • Layer 2-4



Allied Telesyn standards-based Gigabit Interface Converter (GBIC) modules

AT-GBTP	1000X x 1 port	100m
AT-GBSX	1000SX x 1 port	350m
AT-GBLX10	1000LX x 1 port	10km
AT-GBLX25	1000LX x 1 port	25km
AT-GBLX40	1000LX x 1 port	40km
AT-GBLX70	1000LX x 1 port	70km



AGGREGATION

8700XL Series

Layer 2 - 4 Switches

AT-8724XL 10/100 x 24 ports
Expansion bays x 2

AT-8748XL 10/100 x 48 ports
Expansion bays x 2

Common features of the 8700XL series

- Full QoS for multi-media and realtime applications
- Wirespeed Layer 4+ filtering
- Wirespeed Layer 2 switching
- Classifiers
- Wirespeed Layer 3 IP routing
- Support up to 255 VLANs
- Broadcast Storm Protection
- 8,000 MAC addresses
- Buffer memory 4MB
- Private VLANs
- Bandwidth limiting
- IP IPv4/v2, OSPFv2
- Rapid Spanning Tree protocol
- VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol)
- GARP
- IEEE 802.1x *
- Triggers
- SSH
- SSL
- GUI Web interface
- Auto-negotiation speed and duplex ports
- Auto MDI/MDI-X
- Redundant power supply option
- 1.5 U, 19" rackmount chassis
- Expansion bays x 2

TWO-YEAR LIMITED WARRANTY + 1-YEAR NETWORK BASIC PLUS SUPPORT PROGRAM

* Check with your sales representative for availability

WWW.ALLIEDTELESYN.COM

8700XL series expansion modules

AT-A35SX	1000SX x 1 port (SC)
AT-A35LX	1000LX x 1 port (SC)
AT-A39T	100/1000T x 1 port
AT-A40	100FX multi-mode x 1 port (SC or MF-B)
AT-A41	100FX single-mode x 1 port (SC or MF-B)
AT-A42	GBIC bay x 1 port **

8700XL series redundant power modules

AT-IPS000	4 dot redundant power supply chassis including one power supply
AT-PWR000	Additional redundant power supply with cable

** Uses Allied Telesyn standards-based GBIC modules



QUALITY OF SERVICE FEATURES

- IEEE 802.1p
- Support for 802.1p override at ingress
- Weighted Round Robin queuing algorithm
- 4 priority queues per port
- DiffServ
- IP Type of Service
- Classification, policing/steering, and marking functions on a per-port basis at ingress and queuing/scheduling function at egress
- QoS classification of incoming packets for QoS

CLASSIFICATION

- Source IP address
- Source MAC address
- Destination MAC address
- 16 bit etherType classification

BANDWIDTH LIMITING

- Down to 64kbps ingress
- Down to 1Mbps egress

MULTICAST

- IGMP
- IGMP snooping
- IGMP proxy
- MVL

LAN FEATURES

- Port based VLAN
- IEEE 802.1Q tagged VLAN
- VLAN Pass through support
- Overlapping VLAN
- Private VLAN
- VLAN Relay

PORT SECURITY FEATURES

- User selectable value of threshold per port
- User selectable Limited Mode or Secure Mode per port
- User selectable Disable/Enable Intrusion Detection, per port
- Intrusion Detection
 - Notify with trap and disable the port
 - Notify with trap only
 - Disable the port only
 - No action
- Save all statically assigned entries on disable action

MODEL	DIMENSIONS	WEIGHT
8700XL series	44cm x 36cm x 6.6cm	5.5kg

Anexo V:



AT-8724XL.

Comparativos generales entre fabricantes

	Allied Telesyn	Cisco			3Com
	AT-8724XL	2950 G	2950 C	2950 T	4400
VLANs	255	250	250	250	60
802.1Q VLAN Tagging					
802.3ad Link aggregation					
VLAN CoS qualify					
MAC Addresses	Up to 8K	Up to 8K	Up to 8K	Up to 8K	Up to 8K
Redundant power supply option					
Uplink option - 10/100/1000T ports	1 port Module	1 port Module	--	--	1 port Module
Uplink option - 100FX ports	1 port Module	1 port Module	--	--	1 port Module
Uplinks	2 via modules	2 GBIC bays	2 100FX	2 1000T	2 via modules
Uplink option - GBIC bays	1 port Module	1 port Module	--	--	1 port Module
Stackable	--				
Port security					
IEEE 802.1x	--				
Rapid Spanning Tree					
Multiple Spanning Tree					
802.1p Class of service Priorization					
Switch fabric bandwidth	9.6Gbps	13.6Gps	13.6Gps	13.6Gps	13Gps
Maximum forwarding rate	6.5Mpps	6.6Mpps	3.9Mpps	6.6Mpps	6.6Mpps
Flash	16MB	8MB	8MB	8MB	8MB