

Especificación del funcionamiento y configuración de redes Ethernet (TCP/IP) con ATM

Yezid Donoso Meisel*, Alvaro Acero*, Alicia Haydar Mergenthaler**
Paola López Cadena**, Jairo Viñas Pérez**

Resumen

Este artículo ofrece información valiosa para comprender el funcionamiento de las redes Ethernet (TCP/IP) con ATM; así como los pasos que se deben seguir para configurar los switches OmniStack Alcatel 5024 y 2032 y el OmniSwitch ATM del Laboratorio de Redes de la Universidad del Norte con los protocolos PTOP (Point to Point Bridging) y LANE (LAN Emulation).

Palabras claves: ATM, Ethernet, LANE.

Abstract

In this Article you will find valuable information that will help you to understand how Ethernet (TCP/IP) networks with ATM work; as well as the steps you need to take to configure the ATM OmniSwitch and the Alcatel OmniStack 5024 & 2032 switches in the Networking Laboratory in Universidad del Norte with PTOP (Point to Point Bridging) y LANE (LAN Emulation) protocols.

Key words: ATM, Ethernet, LANE.

Fecha de recepción: 2 de mayo de 2001

1. MARCO DE REFERENCIA

El Modo de Tránsito asíncrono (ATM) es un Estándar de la *International Telecommunications Union –Telecommunications* (ITU-T), que ofrece múltiples tipos de servicio: transmitir voz, vídeo o datos a través de pequeñas celdas de tamaño fijo.

Las redes ATM están orientadas a conexión, es decir que cuando una conexión es establecida, se elige una ruta a través de la red para llevar la información relacionada a esa conexión. Cuando la información está disponible, ésta es enviada a través de la red a lo largo del camino asignado.

* Ingeniero de Sistemas de la Universidad del Norte; Magister en Ingeniería de Sistemas de la Universidad de los Andes. En la actualidad cursa estudios de Ph.D. en la Universidad de Girona (España). Profesor e investigador del Departamento de Sistemas de la Universidad del Norte (ydonoso@uninorte.edu.co).

** Estudiantes de último semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Norte.

Para administrar la ruta de la información que fluye a través de una red ATM, la información que va a ser transmitida se localiza en celdas que además contienen un identificador del canal. Cuando las celdas van llegando al *switch* en la red, el identificador se examina y la celda es enviada a su destino a través de la ruta correcta.

La ruta a través de la cual las celdas son transmitidas es conocida como un **Camino Virtual**, y el identificador de la celda como **Identificador de Camino Virtual**.

Las principales áreas de las que ATM difiere de otras técnicas de transmisión de paquetes son:

- Está diseñada para soportar un rango grande de servicios.
- Está diseñada para bajas tasas de error, que son comunes en la transmisión de fibra óptica.
- Usa protocolos simples.
- No hace detección o corrección de errores.
- ATM usa celdas de longitud fija de 53 bytes

ATM es una tecnología de switching; no sufre de los problemas de latencia de las transmisiones basadas en paquetes y medios compartidos. ATM switching provee ancho de banda dedicado para la conexión, lo cual la hace ideal para aquellas aplicaciones de tiempo crítico como voz y vídeo.

ATM puede asignar ancho de banda bajo demanda, donde y cuando sea necesario, a través de circuitos virtuales.

ATM se ha diseñado para que sea compatible con el medio de transmisión ya existente en las redes físicas actuales. Así, puede utilizarse sobre fibra óptica, par trenzado, cable coaxial y en todo tipo de sistemas.

Conexiones virtuales ATM

Las redes ATM son fundamentalmente orientadas a conexión, lo cual significa que debe establecerse un canal virtual (VC) a través de la red ATM antes de hacer cualquier transferencia de datos.

Existen dos tipos de conexiones ATM: los caminos virtuales, que son identificados por un identificador de camino virtual, y los canales virtuales, que son identificados por la combinación de un VPI y un identificador de canal virtual (VCI).

Un *camino virtual* es un grupo de canales virtuales, los cuales son conmutados transparentemente a través de una red ATM con base en el VPI común.

La figura 1 ilustra cómo los VCs se concatenan para crear VPs, los cuales se concatenan para crear una ruta de transmisión.

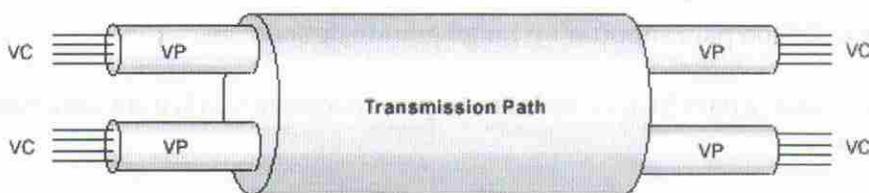


Figura 1

2. SERVICIOS PARA INTEGRAR REDES ETHERNET (TCP/IP) CON ATM

Existen 3 servicios de ATM principalmente para permitir la integración de redes Ethernet (TCP/IP) con ATM: *Point to Point Bridging*, *Lan Emulation* y *Classical IP*. A continuación detallaremos el funcionamiento de cada uno de ellos y más adelante explicaremos los pasos que se deben seguir para configurar PTOB Bridging y LANE en los equipos del Laboratorio de Redes de la Universidad del Norte.

- POINT TO POINT BRIDGING

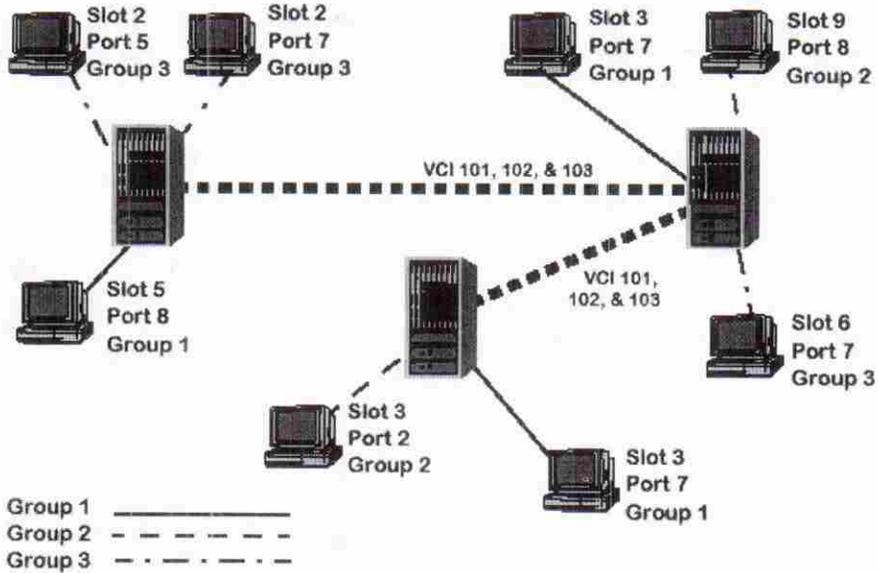
Es un servicio que permite a dos grupos comunicarse a través de una red ATM utilizando sólo un circuito virtual (VC). El VC puede configurarse para ser un Circuito Virtual Conmutado (SVC) o un Circuito Virtual Permanente (PVC).

Puede usar estos dos tipos de encapsulado:

- RFC 1483 - Encapsulado LLC. RFC 1483 define dos métodos por transmitir datos por un VC: Multiplexación basada en VC y Encapsulado LLC. El *OmniSwitch* y *Omni Switch/Router* de Alcatel sólo soportan el encapsulado LLC. La mayor ventaja del RFC 1483 es su compatibilidad con otras marcas.

- El *encapsulado OmniSwitch*. Es un método más eficaz, porque utiliza menos bytes y aproxima a palabra para la transmisión.

La siguiente ilustración muestra cómo múltiples instancias de PTOB Bridging pueden ser montadas sobre diferentes VCIs. Los tres grupos se encuentran *linkeados* a través del Back-Bone ATM en una configuración uno a uno. El grupo 1 se comunica a través del VCI 101, el grupo 2 del 102 y el grupo 3 del 103.



Point-to-Point Bridging

Figura 2

- LAN EMULATION (LANE)

La mayoría de las redes de área local en el mundo están basadas en Tecnologías Ethernet, que se caracterizan por tener un medio de transmisión compartido que permite la entrega de datagramas a destinos individuales basándose en una dirección MAC única, sin establecer ninguna conexión a esa dirección; así como entregar datagramas a todas las estaciones de una LAN «Broadcast» o a un grupo específico de estaciones «Multicast».

Una red ATM no provee directamente estos servicios; por ser orientada a conexión necesita el establecimiento previo de un circuito virtual entre las dos estaciones finales para transmitir un datagrama a una estación específica o el establecimiento previo de varios circuitos virtuales punto a multipunto entre grupos de estaciones para el envío de datagramas Broadcast o Multicast.

Imaginémonos dos o más redes LAN en una empresa multinacional que tiene ATM como tecnología de Back-Bone. Estas pequeñas redes necesitan comunicarse entre sí a través de la nube ATM de manera transparente y aprovechando los servicios de ambas tecnologías. Tenemos el inconveniente de que ATM es orientada a conexión y las redes basadas en Ethernet no lo son, con el agravante de que ATM maneja una velocidad de transmisión considerablemente mayor y se presentan diferencias de incompatibilidad de paquetes o formatos de celdas entre ATM y Ethernet.

Para proveer transparentemente servicios de red LAN a través de ATM, el ATM forum definió el protocolo LANE (LAN Emulation). LANE define cómo las aplicaciones existentes de LAN pueden correrse sin cambio a través de la red ATM; es el puentado con los servicios de resolución de direcciones estandarizados de IEEE 802.3 (MAC Address) hacia ATM y viceversa.

LANE utiliza ATM para reemplazar el Back-Bone de una LAN.

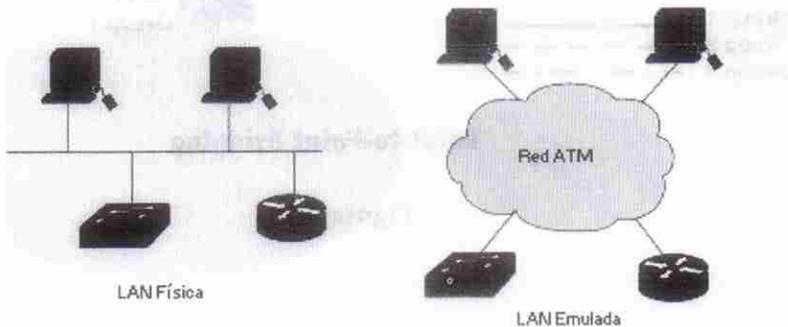


Figura 3

LANE permite interconectar Redes LAN extendiéndolas sobre un Back-Bone ATM; igualmente permite conectar servidores y equipos directamente a ATM con rápidas tarjetas ATM (NICs), para prestar servicios transparentemente a todas las estaciones de una u otra red.

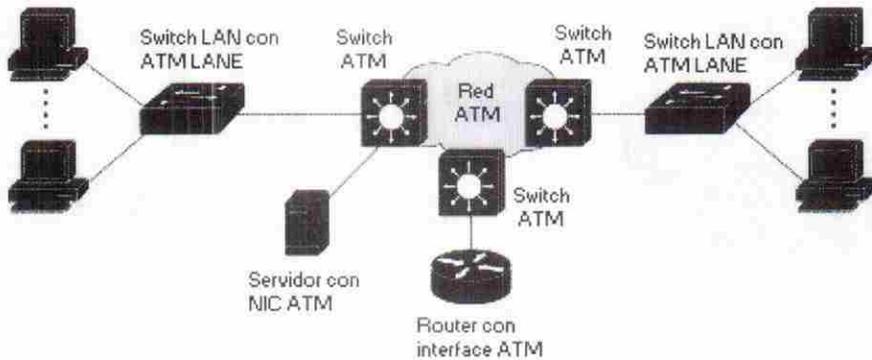


Figura 4

Elementos de LANE

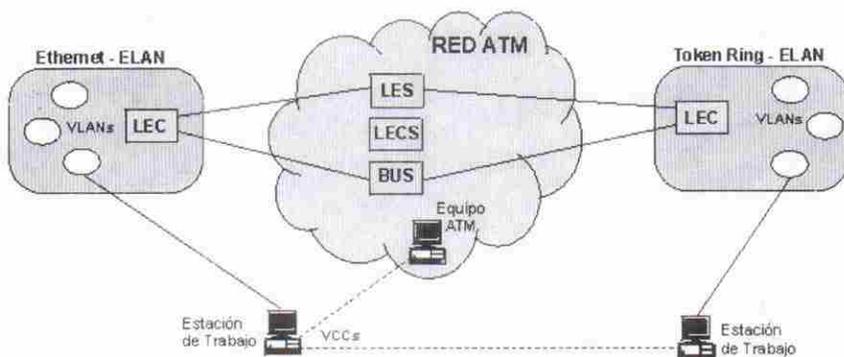


Figura 5

- LAN Emulation Client (LEC)

Es la entidad en un sistema terminal que se encarga de la transmisión de datos, la resolución de direcciones y otras funciones de control para un sistema terminal en cada ELAN. Un NIC ATM o switch LAN utilizado soporta un solo LEC por cada ELAN al cual está conectado.

El sistema terminal que se conecta a múltiples ELAN's tendrá un LEC por cada ELAN. Cada LEC es identificado por una única dirección ATM y es asociada con una o más direcciones MAC alcanzable a través de direcciones ATM. En el caso de un NIC

ATM, el LEC puede ser asociado como una sola dirección MAC, mientras que en caso de un switch LAN, el LEC puede ser asociado con todas las direcciones MAC leíbles a través de los puertos que en un switch LAN están asignados a una ELAN en particular.

- *LAN Emulation Server (LES)*

El LES implementa las funciones de control para una ELAN en particular. Es un servidor que permite a los clientes registrarse para formar parte de una ELAN. Hay solamente un LES lógico por ELAN, y el pertenecer a una ELAN en particular. Cada LES es identificado por una única dirección ATM.

- *Broadcast and Unknown Server (BUS)*

Es un servidor que ordena y distribuye los paquetes Multicast y Broadcast y gestiona las inundaciones de Unicast.

Cada LEC es asociado con un solo BUS por ELAN. La conexión del BUS al LEC es identificada por una dirección ATM; en el LES, ésta es asociada con el emisor de direcciones MAC y este mapeo es configurado normalmente hacia el LES.

- *LAN Emulation Configuration Server (LECS)*

Los LECS son una entidad que asigna los clientes LANE individualmente a una ELAN en particular. Contiene la base de datos que determina a qué emulación de LAN pertenece cada dispositivo, y le indica a un nodo la dirección del LES de la LAN emulada al cual puede conectarse. Se requiere un LECS para cada nube ATM. Es importante en aspectos de seguridad.

• CLASSICAL IP (CIP)

Classical IP sobre ATM permite a los usuarios que utilizan IP migrar al uso de ATM sin dejar de utilizar las aplicaciones existentes diseñadas para funcionar con sistemas IP.

CIP define una aplicación de IP clásico en una red ATM utilizando SVCs (*Switched Virtual Channel Circuits*) y PVCCs (*Permanent Virtual Channel Circuits*), y define mecanismos para resolución de direcciones y descubrimiento de la red.

Las redes ATM son particionadas en subredes IP lógicas (LIS) que se comunican entre ellas con enrutadores.

Los LIS cumplen las mismas condiciones que cualquier subred IP en una LAN:

- En cada LIS las máquinas y *routers* deben estar conectados directamente a la red ATM usando SVCs.
- Todos deben tener la misma dirección y máscara de red.
- Para acceder a los nodos fuera del LIS debe utilizarse un *router*.
- Tienen todos los beneficios de ATM entre miembros de un LIS.

En ATM no es posible enviar Broadcast para resolver la dirección ATM asociada a un IP. El protocolo ARP (*Address Resolution Protocol*), utilizado tradicionalmente para Broadcast, en las redes Ethernet es reemplazado por el protocolo ATMARP (cliente-servidor).

ATMARP es el mecanismo de *Address Resolution* que define un ARP Server que mantiene una tabla que asocia IP con direcciones ATM. Todos deben hacer *queries* a este servidor antes de establecer una conexión. Los clientes deben registrarse en este servidor al levantarse, y luego pueden mantener un *cache* de direcciones con un *timeout* de 15 min. Para el servidor, el *timeout* es de 20 min; después de este tiempo envían al *host* un paquete ARP para comprobar la conexión.

El mecanismo de descubrimiento de red es Inverse ATMARP; consiste en que partiendo de un *host* configurado estáticamente pida información de asociaciones de direcciones IP a ATM a cada uno de los nodos que conoce de manera recursiva. Después de correr este algoritmo, el *host* sabe cuáles son todos los nodos que puede alcanzar.

Las principales limitaciones de estos métodos para LAN sobre ATM son: no se provee soporte para Multicast; sólo se soporta IP, que tiene un único punto de falla en el ARP Server.

Características de IP Clásico

- Las conexiones se efectúan por medio de SVC (*Dwitches Virtual Circuits*) y PVC (*Permanent Virtual Circuits*).
- No hay facilidad de Broadcast o Multicast; todas las conexiones son punto a punto.
- El tamaño de la trama es 9180 bytes.

- La MTU (*Maximum Transmisi3n Unit*) es 65535 bytes.

Limitaciones

- S3lo puede haber un ARP Server por cada subred l3gica IP.
- S3lo pueden establecerse m3ximo 250 circuitos virtuales con el servidor ARP (uno por cada cliente).

3. CONFIGURACI3N EN EL LABORATORIO DE REDES DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE DE LOS EQUIPOS «ALCATEL» OMNISWITCH ATM, OMNISTACK 5024 Y OMNISTACK 2032

• C3mo configurar los servicios de ATM

Los siguientes son los comandos necesarios para configurar los servicios ATM:

- **cas**: crear un nuevo servicio ATM.
- **mas**: modificar un servicio ATM existente.
- **das**: eliminar un servicio ATM existente.
- **vas**: visualizar informaci3n de configuraci3n para uno o todos los servicios ATM existentes en el *switch*.

Para crear un servicio de ATM se escribe **cas** seguido del *slot/port* para ese servicio. Por defecto aparecer3 el servicio LANE Client. Para seleccionar otro servicio se escribe 2, seguido por el n3mero de servicio que se desea.

Para modificar un servicio ATM debe escribirse el comando **mas**, seguido por la tarjeta/puerto a n3mero del servicio que se va a modificar.

Para eliminar un servicio ATM se escribe el comando **das**, seguido por la tarjeta/puerto a n3mero del servicio que se va a eliminar.

Para visualizar la configuraci3n de todos los servicios en un *switch* ATM, debe escribirse el comando **vas**, seguido por la tarjeta/puerto.

- **Configuración básica de los switches antes de empezar**

- Configuración básica Inicialización Alcatel 2032

Modvl 1:1

Los valores que se van a modificar son los siguientes:

- 4) IP Network Address -11.0.0.115
- 5) IP Subnet Mask -255.255.255.0
- 8) RIP Mode -Active

- Configuración básica Inicialización Alcatel 5024

Modvl 1:1

- 4) IP Network Address -11.0.0.15
- 5) IP Subnet Mask -255.255.255.0
- 8) RIP Mode -Active

- Configuración básica Inicialización Alcatel ATM OmniSwitch

Modvl 1:1

- 4) IP Network Address -11.0.0.215
- 5) IP Subnet Mask -255.255.255.0
- 8) RIP Mode -Active

- **Configuración PTOp Bridging en los equipos Alcatel OmniSwitch ATM, OmniStack 2032 y 5024**

- Configuración PTOp Bridging PVC Alcatel ATM OmniSwitch (diferentes VCI) sin ver ATM

cvc 3/1 0/200

- 2) Outgoing Slot (1 – 9) : 3
- 3) Outgoing Port (1 – 02) : 2
- 4) Outgoing VPI (0 – 0003) : 0
- 5) Outgoing VCI (32 – 1022) : 201

- Configuración PTOp Bridging PVC Alcatel 2032 (diferentes VCI) sin ver ATM

cas 2/1

- 3) Connection Type : PVC
- 4) PTOp Group : 1
- 5) PTOp Connection : 201

- Configuración PTOp Bridging PVC Alcatel 5024 (diferentes VCI) sin ver ATM

cas 2/1

- 3) Connection Type : PVC

- 4) PTOp Group : 1
- 5) PTOp Connection : 200

Nota: En este punto podemos ver los equipos conectados a los OmniStack 2032 y 5024 pero es transparente el paso por el OmniSwitch ATM.

- Configuración PTOp Bridging PVC Alcatel ATM OmniSwitch (diferentes VCI) con PING al ATM

Crear conexión virtual

cvc 2/1 0/200 ****Conexión virtual al 5024

- 2) Outgoing Slot (1 – 9) : 3
- 3) Outgoing Port (1 – 02) : 1
- 4) Outgoing VPI (0 – 0003) : 0
- 5) Outgoing VCI (32 – 1022) : 200

cvc 2/1 0/201 ****Conexión virtual al 2032

- 2) Outgoing Slot (1 – 9) : 3
- 3) Outgoing Port (1 – 02) : 2
- 4) Outgoing VPI (0 – 0003) : 0
- 5) Outgoing VCI (32 – 1022) : 201

Crear Servicios

cas 2/1 ***** Servicio para el 5024 *****

Slot 2 Port 1 Service 2 Configuration

- 2) Service Type : PTOp Bridging
- 3) Connection Type : PVC
- 4) PTOp Group : 1
- 5) PTOp Connection : 200

cas 2/1 ***** Servicio para el 2032 *****

- 2) Service Type : PTOp Bridging
- 3) Connection Type : PVC
- 4) PTOp Group : 1
- 5) PTOp Connection : 201

- Configuración PTOp Bridging PVC Alcatel 2032 y 5024 (diferentes VCI) con PING al ATM

Se realizan los mismos pasos que en la configuración PTOp Bridging PVC Alcatel 2032 y 5024 (diferentes VCI) sin ver ATM.

- Configuración PTOp Bridging SVC Alcatel ATM OmniSwitch con PING al ATM

cas 2/1 *** Dirección ATM del 5024 *******

- 2) Service Type : PTOp Bridging
- 3) Connection Type : SVC
- 30)SEL for the ATM address : 02
- 4) PTOp Group : 1
- 5) PTOp address : 3903488001bc9000010126e30000d09520012002

cas 2/1 *** Dirección ATM del 2032 *******

- 2) Service Type : PTOp Bridging
- 3) Connection Type : SVC
- 30)SEL for the ATM address : 03
- 4) PTOp Group : 1
- 5) PTOp address : 3903488001bc9000010126e30000d09520012002

- Configuración PTOp Bridging SVC Alcatel 5024 con PING al ATM

cas 2/1

- 2) Service Type : PTOp Bridging
- 3) Connection Type : SVC
- 30)SEL for the ATM address : 02
- 4) PTOp Group : 1
- 5) PTOp address : 3903488001bc9000010126e30000d09520012002

- Configuración PTOp Bridging SVC Alcatel 2032 con PING al ATM

cas 2/1

- 2) Service Type : PTOp Bridging
- 3) Connection Type : SVC
- 30)SEL for the ATM address : 03
- 4) PTOp Group : 1
- 5) PTOp address : 3903488001bc9000010126e30000d09520012002

- Configuración LANE (Lan Emulation) en los equipos Alcatel OmniSwitch ATM, OmniStack 2032 y 5024

- Configuración LANE en el OmniSwitch ATM

lsmcfg 2/1

- 1) Specify Global elan name (currently none specified)
- 2) Create LES/BUS
- 3) Modify LES/BUS

- 4) Delete LES/BUS
- 5) Create LECS
- 6) Modify LECS
- 7) Delete LECS
- 8) Add elan to LECS database
- 9) Delete elan from LECS database
- 10) Add policy to élan in LECS
- 11) Delete policy from élan in LECS database
- 12) Exit configuration menu

Enter option : 1 **** Specify Global elan name (currently none specified)
 Enter (elan name) : **elan1**

Enter option : 2 **** Create LES/BUS
 Enter (option=value/save/cancel) : **save**

Enter option : 5 **** Create LECS
 Enter (option = value/save/cancel) : **save**

Enter option : 8 **** Add elan to LECS database
 Enter (option = value/save/cancel) : **save**

Enter option : 10 *** Add policy to elan in LECS
 Enter option : 1 *** By Elan name
 Enter elan name : **elan1**

Enter option : 7 *** Exit
 Enter option : 12 *** Exit configuration menu

- Modificar el nombre de la Elan en el servicio de LANE en el OmniSwitch ATM
mas 2/1 1

Enter (option = value/save/cancel) : **22 = 2** **** Change LANE Cfg (YES)
 Enter (option = value /save/cancel) : **16=elan1** **** ELAN name

- Configuración LANE en los equipos OmniStack 2032 y 5024
mas 2/1 1

Enter (option = value/save/cancel) : **22 = 2** **** Change LANE Cfg (YES)
 Enter (option = value /save/cancel) : **16=elan1** **** ELAN name
 Enter (option = value /save/cancel) : **save**

CONCLUSIONES

Después de analizar, diseñar e implementar soluciones con tecnología Ethernet y ATM podemos destacar como conclusiones:

- La importancia y complejidad que proporciona la tecnología ATM para transmitir información que sea crítica y sensible a la demora, como puede ser la voz y vídeo.
- La relevancia de tener claro la combinación de ambas tecnologías, una en el centro de la red (ATM) y la otra en el borde de la red (Ethernet) y su interconexión de manera eficiente.
- Se presenta como trabajo futuro la especificación del manejo de la calidad de servicio en la interconexión de estas dos tecnologías y también el manejo de transmisión de información en multidifusión.

Referencias

ALCATEL – Release 4.1 CD User Manuals.

LANE Server Configuration - Configuring ATM Services.

ETHERNET SOBRE ATM - EMULACIÓN LAN (LANE: LAN EMULATION). Ramón Durán Blanco

<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/LANE-ATM.htm>

ATM Forum – LAN Emulation Specifications.

<http://www-comm.itsi.disa.mil/atmf/lane.html>

Principios de LANE.

<http://webserver.pue.udlap.mx/~electro/REDES/lane/Lanetheory.html>

ATMLAN Emulation An Inside Look at Version 1.0 of the LANE Specification by Bob Klessig.

<http://www.3com.com/nsc/500617.html>

EL NUEVO MUNDO DE LA TECNOLOGÍA LAN.

<http://webserver.pue.udlap.mx/~electro/REDES/lane/Antecentes.html>

LAN sobre ATM.

<http://www ldc.usb.ve/~redes/sep-dic1999/exposiciones/atmgiga/ATMLAN.html>

Resumen de la exposición LAN's Sobre ATM vs. Gigabit Ethernet + Wireless LAN's.
<http://www ldc.usb.ve/~redes/sep-dic1999/exposiciones/atmgiga/resumen.html>

ATM (Asynchronous Transfer Mode).
<http://members.es.tripod.de/jovil/atm.htm>

Classical IP (RFC1577).

Classical IP and ARP over ATM.
<http://cbel.dcrf.nih.gov/~jelson/ip-atm/node10.html>

GLOSARIO

ATM Forum: Consorcio de vendedores, proveedores de servicios y usuarios que buscan acelerar la implementación de ATM.

SVC: *Switched Virtual Circuit* o *Circuito Virtual Conmutado*. Cuando dos computadores, A y B, desean comunicarse, el computador A hace una petición a un conmutador ATM (especificando la dirección de destino y la calidad de servicio), para establecer un circuito virtual con el computador B que está en otro conmutador; es entonces cuando se crea un camino virtual con ayuda de las tablas de conmutación de cada uno de los conmutadores de la red. Se utiliza un sistema de señalización que permite el buen funcionamiento del sistema, semejante a la conmutación telefónica.

PVC: *Permanent Virtual Circuit* o *Circuito Virtual Permanente*. Se establece de forma manual, el administrador se encarga de definir el camino virtual y la calidad del circuito.

VPI: *Virtual Path Identifier*. Camino físico que se establece entre dos nodos de una red ATM.

VCI: *Virtual Channel Identifier* o Identificador de Canales Lógicos. Un VCI puede dividirse en varios VCI para dar servicio a varios usuarios.

UNI: *User to Network Interface*. Interfase básico de ATM que se utiliza como medio de conexión entre equipos finales y redes de transmisión públicas o portadoras.

NNI: *Network to Network Interface*. Internase básica de ATM que se utiliza para conexiones entre elementos de conmutación dentro de la propia red.