

# Sumari :

Revista de L'Acet, Any 12  
• Número 32 •  
12/2005



#### Edita:

ACET, Associació Catalana  
d'Enginyers de Telecomunicació  
València, 84, local 1 bis  
08015 BARCELONA  
Tel.: 93 229 20 03 - Fax: 93 229 20 42  
www.coetc.org info@coetc.org

#### Publicitat:

Armengol i Associats. Tel.: 93 415 96 83

#### Consell de Redacció:

Guillermo Canal  
Marc Aznar  
Odalys Peyrón  
Jordi Duch

#### Supervisió:

Guillermo Canal

#### Coordinació:

Jordi Duch

#### Disseny i maquetació:

Criteri de Comunicació, s.l.

#### Col·laboradors:

Antoni Brey  
Carles Martin  
Miquel Escudero  
Sergi Figuerola  
Gabriel Junyent  
Marc Aznar  
Fina Sala  
Odalys Peyrón  
Jordi Duch  
Jordi Miserachs  
Javier Calatrava  
Guillermo Canal  
Jordi Perello  
Luis Velasco  
Pere Alemany  
Jordi Casademont  
Josep Paradells  
Josep Lluís Ferrer  
Carles Gómez  
Francesc Gras  
Eduard Mundet

#### Portada:

Fotografia: Toni Valls

#### Fotomecànica i impressió:

Cevagraf, sccp

#### Dipòsit legal:

B-17.897-99

L'opinió de l'ACET i del COETC queda reflectida  
exclusivament a la secció editorial. Els articles i  
col·laboracions només reflecteixen les opinions  
dels seus autors.

## Editorial:

Nova Junta de Govern 3

## Vida col·legial:

La XI Nit es planteja com un apropament a la societat 4

Miquel Ramirez Martin guanya les eleccions del COETC 5

CosmoCaixa acull Sant Gabriel 2005 6

Telecos.cat 7

L'ACET renova la Junta Directiva 8

Al-pi ofereix preus exclusius al COETC i l'ACET 9

## L'entrevista:

Amadeu Abril, director executiu de la Fundació PuntCAT: "El .cat és  
molt més del que té cap altra comunitat lingüística" 10

Vicente López, director general de Barcelona Media - Centre  
d'Innovació (BM-CI), de la Universitat Pompeu Fabra (UPF):  
"Les indústries culturals són un motor de les TIC" 14

Gemma Déler, directora del Centre Tecnològic del Soft  
de Applus+: "La seguretat és un procés i no un producte" 17

## Tecnologia:

Centelles Telecom: Singularitats d'una experiència de microoperador 18

Ethernet sobre MPLS 22

WiMAX, el germà gran del Wi-Fi 25

## Aparador:

Els "telecos" catalans gaudeixen de plena ocupació 29

Un aparador d'excepció del vincle Universitat-Empresa 30

L'extensió de la cobertura de TDT: Una nova oportunitat per als  
enginyers de telecomunicació 31

L'ús del català avança en les "telecos" 32

## Telecomunicació i societat:

SISOSCAT impulsa el projecte Oficina Verda 33

## Economia:

Optimitzar la factura fiscal: Consideracions a tenir en compte en  
l'acabament de l'any 34

## Àgora cultural:

Llibres 37

Gastronomia: La Torre d'Altamar 38

Art i ciència: Galois: el valor d'un romàntic 39



# Ethernet sobre MPLS

Mecanismes per al seu desplegament com a capa de transport universal en entorns metropolitans

Les xarxes òptiques Ethernet metropolitanas s'encarreguen d'interconnectar LANs allunyades geogràficament a través d'una xarxa WAN, utilitzant Ethernet com a protocol principal. El desplegament de la tecnologia Gigabit Ethernet es basa en diferents factors: cost, proveïment immediat i sota demanda, interoperabilitat i omnipresència.

**A**l'hora d'utilitzar Ethernet pur com a mitjà de transport, apareixen un conjunt de limitacions que, per exemple, tecnologies com ara ATM o SDH no tenen. Per tant, l'ús d'Ethernet com a capa de transport universal dependrà de la resolució de les següents limitacions: escalabilitat i utilització dels recursos de la xarxa, OAM en servei, mecanismes de protecció, transport de tràfic TDM i QoS extrem a extrem assegurada.

A continuació es revisaran els mecanismes que permetran eliminar les

limitacions anteriors i possibilitar així el desplegament de la tecnologia Ethernet com a capa de transport universal en entorns metropolitans.

## Encapsulació

El mecanisme d'encapsulació (introduït en els nodes frontera de la xarxa) fa la funció d'insertar i extreure etiquetes addicionals en les trames Ethernet provinents del client. Els aspectes més importants a resoldre estan relacionats amb l'escalabilitat, la separació de clients i la limitació de les dimensions de les taules de

direccionament MAC.

Donat que la xarxa s'utilitza simultàniament per a diferents clients, s'ha de gestionar l'identificador de VLAN de cadascun d'ells, de manera que no apareguin identificadors duplicats. A continuació, es presenten tres mecanismes d'encapsulació que han estat proposats per les diferents entitats d'estandardització:

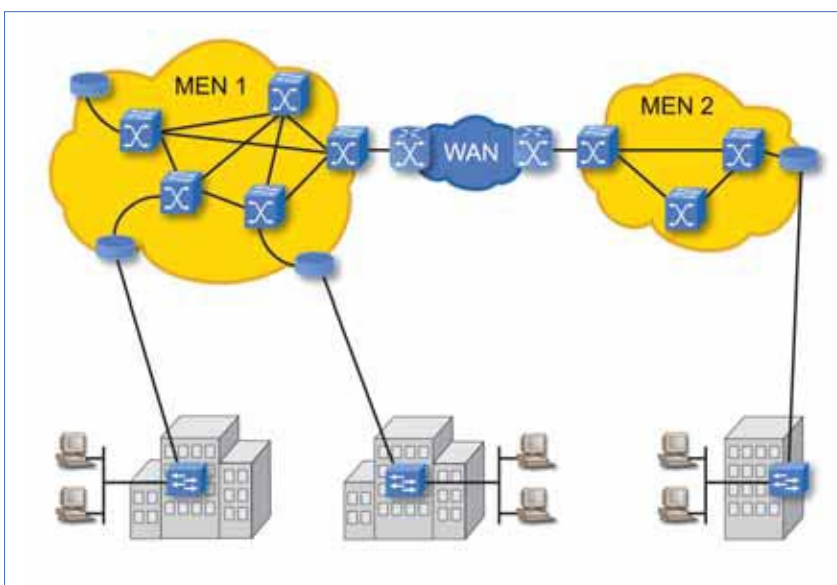
- a) VLAN *Stacking*: Encapsulació Q-in-Q
- b) VLAN *Stacking*: Etiqueta MAN virtual (VMAN)
- c) Encapsulació MPLS de capa 2 (Encapsulació Martini)

Com que les direccions MAC només s'han d'aprendre en els LER del domini, quan s'utilitza MPLS s'evita l'explosió de les taules de direccionament MAC.

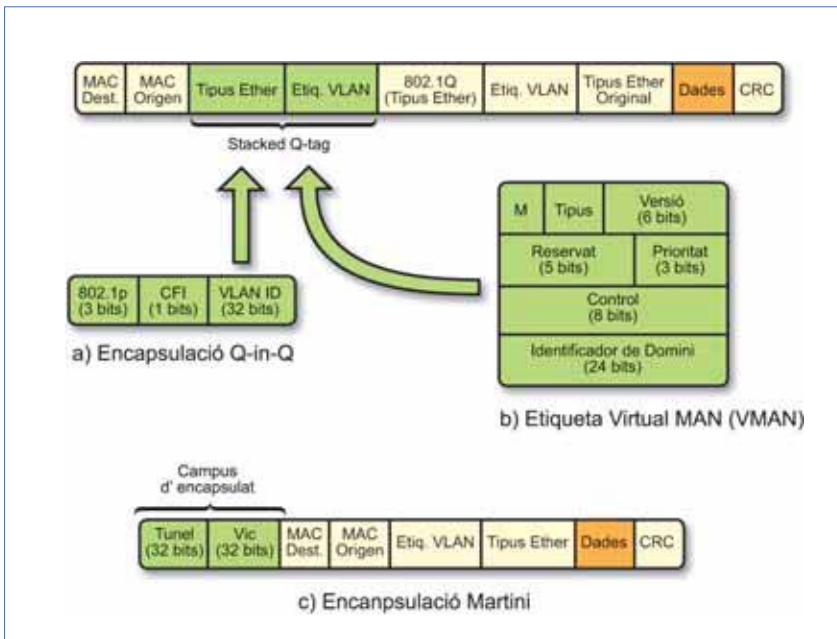
L'encapsulació Q-in-Q ofereix escalabilitat sense afegir una excessiva complexitat. D'altra banda, MPLS aporta un conjunt de característiques adients per als operadors de telecomunicacions, com ara enginyeria de tràfic i fiabilitat a nivell de xarxa. Aprofitant que les dues tecnologies són complementàries, es poden utilitzar conjuntament d'aquesta manera: Q-in-Q a la xarxa d'accés i MPLS en el nucli de la xarxa.

## Operació, administració i manteniment (OAM)

Amb la introducció de trànsit sensible en temps real i de la Qualitat de Servei (QoS), cal establir el control de la commutació, enrutament i entrega dels paquets corresponents a aquests serveis. Dins de la ITU-T i la IETF s'està fent un esforç molt important per reflectir els requisits dels operadors de telecomunicacions en les funcionalitats de OAM de MPLS, amb un resultat en



Xarxes Ethernet Metropolitanas



Mecanismes d'Encapsulació

què apareixen diferents estàndards amb funcions noves i millorades de OAM. Els mecanismes proposats per la ITU-T i la IETF són:

- **Connectivity Verification (CV) i Fast Failure Detection (FFD).** Aquests mecanismes permeten la detecció i el diagnòstic de defectes de connectivitat extrem a extrem.

- **Forward Defect Indication (FDI) i Backward Defect Indication (BDI).** L'objectiu de FDI és la supressió de les alarmes produïdes en els LSPs clients d'un LSP afectat per un defecte. El mecanisme BDI informa a l'extrem origen d'un LSP d'un defecte que s'observa en la destinació. Tant FDI com BDI poden ser útils per mesurar la disponibilitat de la xarxa o com a opció de commutació en mecanismes de protecció.

- **MPLS LSP Ping.** Té com a finalitat verificar que els paquets corresponents a una determinada FEC finalitzin el seu camí MPLS en un node de sortida adequat per a aquella FEC. LSP Ping presenta dos modes de funcionament: Basic connectivity check i traceroute.

- **Bidirectional Forwarding Detection (BFD).** Està dissenyat per detectar fallides en el pla de dades a canvi d'un cost computacional menor al

del mecanisme LSP Ping. D'aquesta manera, BFD permet una protecció ràpida de fallides (<1seg enfront d'uns quants segons de LSP Ping). A més a més, gràcies al seu format fix de paquet, facilita la seva instal·lació en el hardware.

- **LSR Self Test.** Proposat per la IETF, defineix un mecanisme amb el qual un LSR pot realitzar una prova de les seves associacions d'etiquetes, així com de la connectivitat entre ell i els LSRs als quals està connectat.

## Mecanismes de protecció

Les xarxes basades en SDH proporcionen esquemes de protecció de trànsit amb temps inferiors a 50 ms. Aquesta característica permet que les pèrdues de connectivitat en els enllaços presentin una impacte nul sobre el servei que es proporciona als clients.

Contràriament, les solucions tradicionals basades en tecnologia Ethernet pura proporcionen una protecció mitjançant el mecanisme estàndard anomenat *Spanning Tree Protocol (STP)*, dissenyat inicialment per establir un temps de recuperació de fallides entorn als 30 seg. Encara que existeixin versions més ràpides, aquest protocol és incapaç de proporcionar un

temps de protecció per sota dels 50 ms, limitant-ne el seu ús a la xarxa d'accés.

Per aconseguir uns temps de protecció per sota dels 50 ms, s'han definit dos modes de protecció:

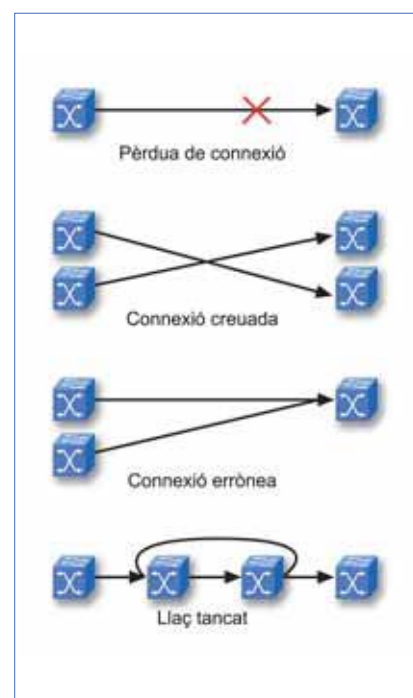
- Enllaç agregat i protecció de node (ALNP).

- Protecció de camí extrem a extrem. La detecció de *Loss Of Signal, Loss Of Link, Loss Of Frame* i *Loss Of Sync* en l'enllaç Ethernet es pot utilitzar per llançar alertes de protecció.

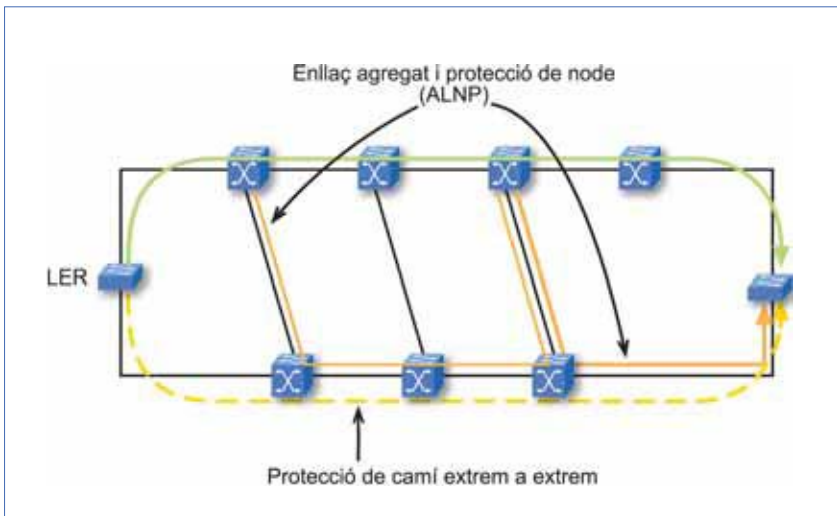
Ethernet utilitza el codi de línia 8B/10B per a la recuperació de rellotge i per fer els balanços de potència. Tanmateix, aquest codi també es pot utilitzar per detectar la degradació de l'enllaç físic mesurant la taxa d'error (BER). D'aquesta manera, es poden establir llindars de BER, amb la superació dels quals s'aconsegueixen alertes de protecció.

## Emulació de circuits

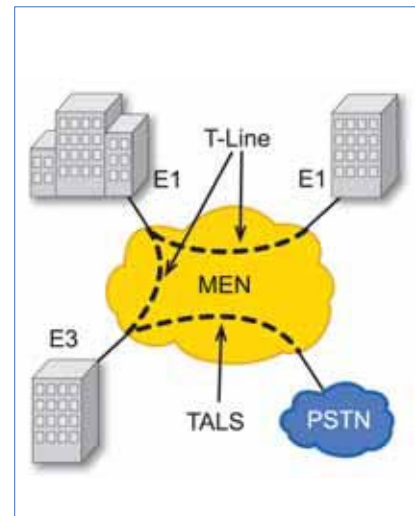
Els Serveis d'Emulació de Circuits (CES) permeten el transport de circuits síncrons de velocitat constant, com ara circuits E1, E3, STM-1 o STM-4, sobre xarxes asíncrones de velocitat variable.



Possibles defectes de connectivitat



Modes de protecció



Tipus de servei

CES ofereix un suport a les aplicacions de veu tradicionals i a les línies llogades. Alguns dels requisits del servei d'emulació de circuits tenen relació amb la paquetització, la latència, la variació de retard (jitter), la pèrdua de trama i el re-sequenciam i recuperació de rellotge i sincronització. El Metro Ethernet Fòrum ha definit quatre tipus generals de servei: el Servei de Línia d'Accés TDM (TALS), el Servei de Línia TDM (T-Line), el Servei Operat pel Client i el Mode Mixt.

## Modes d'operació d'un servei T-Line

Es possible oferir serveis de multiplexació creant configuracions punt a multipunt o multipunt a multipunt. Aquest servei de multiplexació el realitza el bloc opcional TSP, que processa el servei TDM. Hi ha tres possibles modes d'operació: el no estructurat, l'estructurat i el multiplexat. Els dos primers són punt a punt i el tercer permet configuracions multipunt.

## Modes d'operació d'un servei TALS

El servei TALS és molt semblant al servei T-Line multiplexat, però amb alguns requisits de rendiment addicionals. La MEN ha de mantenir la integritat de bit, rellotge i altres característiques específiques del format de tràfic transportat sense causar degradació que excedeixi els requisits del

servei proporcionat. A més, totes les funcions de gestió, monitorització, entre d'altres, s'han de realitzar sense que aquestes afectin al servei transportat.

## Conclusions

La combinació d'Ethernet d'alta velocitat a preus reduïts amb la commutació òptica permet complir els requisits de la demanda d'ample de banda i presentar una alternativa a la tecnologia SDH en l'àmbit metropolità. La Ethernet òptica ofereix, per tant, una plataforma per construir grans xarxes Ethernet metropolitanas, susceptibles d'oferir serveis de qualitat amb un cost total (TCO), d'implantació (CAPEX) i d'operació (OPEX), molt menor que les tecnologies alternatives (SDH de nova generació i Ethernet sobre WDM).

Per això, s'ha de dotar la tecnologia Ethernet pura, d'un conjunt de mecanismes (Protecció, OAM, emulació de circuits, enginyeria de tràfic, QoS etc.) que li permetin assolir els estrictes requisits dels operadors de telecomunicacions. Aquests requisits han estat especificats pels mecanismes d'estandardització, principalment la ITU i la IETF. Actualment s'està presenciant l'aparició d'equips capaços de complir tots aquests requisits.

Des dels grups de recerca de la UPC integrats en la Fundació i2CAT s'estan fent projectes on s'inclouen proves experimentals amb aquests nous equips.

Concretament, la xarxa òptica d'i2CAT interconnecta el Campus Nord situat a Barcelona, el Campus del Baix Llobregat situat a Castelldefels i el Campus de Terrassa, amb les instal·lacions de Televisió de Catalunya a Sant Joan Despí i l'Institut Municipal d'Informàtica (IMI) de Barcelona. ●



Gabriel Junyent, Doctor enginyer de Telecomunicació

Sergi Figuerola, enginyer de Telecomunicació

Jordi Perelló, enginyer de Telecomunicació

Luís Velasco, enginyer de Telecomunicació

Fundació i2CAT (Clúster de Tecnologies de Xarxa)