

Giuseppe Pierri, Donato Del Buono, Elio Binnella
 Ministero dello Sviluppo Economico - Comunicazioni
 Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione
Alessandro Valenti, Sergio Pompei, Luca Rea, Francesco Matera
 Fondazione Ugo Bordoni

SPERIMENTAZIONE DI TECNICHE ETHERNET PER LE RETI DI NUOVA GENERAZIONE

(EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS ON ETHERNET TECHNIQUES FOR NEXT GENERATION NETWORKS)

Sommario: in questo lavoro riportiamo i risultati di alcune sperimentazioni fatte nei laboratori ISCOM sul test bed di rete multi-accesso multi-servizio su tecniche relative alle Next Generation Networks sia a livello di accesso che di metro-core. In particolare per l'accesso è stata testata una tecnica per architetture di tipo WDM PON, mentre per la parte metro-core la tecnica

Virtual Private LAN Service.

Abstract: in this paper we report some results of activities on Next Generation Networks (both access and metro-core networks) carried out in ISCOM Labs. In particular we show an access technique for WDM PON architecture, and a technique based on Virtual Private LAN Service for metro-core networks

I. Introduzione

L'Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione e la Fondazione Ugo Bordoni hanno sempre avuto un ruolo molto rilevante nel campo delle reti di nuova generazione. La quarantennale collaborazione FUB-ISCTI ha raggiunto oggi un altissimo livello di maturità, permettendo di portare avanti importanti linee di ricerca riguardo tutti i campi delle reti di telecomunicazioni. In particolare, negli anni più recenti gli studi si sono incentrati sulle applicazioni della fotonica nelle reti di telecomunicazioni, con particolare rilievo per le trasmissioni Gigabit Ethernet (GbE) [1-11] e le reti ottiche per l'accesso (sia wireline che wireless).

Per quanto riguarda le attività svolte di recente, diversi studi sono stati fatti nell'ambito delle reti di accesso, con sperimentazioni sulle tecniche Fiber To The x (FTTx, dove x sta per Home, Building, Curb..) e su architetture di tipo Passive Optical Network (PON) con l'utilizzo di più lunghezze d'onda (WDM PON).

Per il segmento metro-core della rete, gli studi riportati di seguito riguardano la tecnica Virtual Private LAN Service (VPLS), basata sul paradigma IP con un processamento verso il livello 2 (della

pila ISO/OSI); si è visto in particolare come tale tecnica possa essere impiegata per permettere un'adeguata gestione della Qualità del Servizio (QoS) per servizi multimediali ad alto valore, come ad esempio la IPTV (Internet Protocol TeleVision), sia in modalità standard che in alta definizione (HD-IPTV).

ISCTI e FUB hanno dato grande importanza alle tecniche di trasporto in fibra ottica basate sulla trasmissione Gigabit Ethernet (GbE), proponendo delle soluzioni per il miglioramento della gestione della rete e il trattamento della Qualità del Servizio (QoS), e con l'intento di sfruttare il più possibile i collegamenti in fibra ottica già esistenti grazie anche alla propagazione multicanale in fibra.

Punto centrale di queste attività è il Test Bed di rete multi-accesso multi-servizio IP dell'ISCTI, un segmento di rete operante su una vasta area geografica comprendente anche la parte di accesso.

2. Sperimentazioni sul test bed di rete IP Multiaccesso Multiservizio.

Il test bed di rete multi-servizio multi-accesso IP, schematizzato nella fig. 1, è dimensionato per operare in un ambito regionale, permettendo di garantire la qualità del servizio per servizi real

time multimediali mediante varie tecniche di etichettatura dei pacchetti (DiffServ, MPLS, GMPLS, VPLS). Sono state introdotte delle metodologie per la misura della qualità del servizio, sia con prove oggettive (che misurano parametri fisici come il ritardo dei pacchetti, la perdita dei dati e il throughput della rete) che con prove soggettive e cioè basate sulle valutazioni percettive (in questo caso si parla spesso di Quality of Experience, QoE).

La rete sperimentale realizzata si inserisce perfettamente nel contesto delle reti nazionali moderne: l'impiego del protocollo MPLS ripropone tutti i vantaggi di ATM su una rete IP, consentendo un approccio Connection Oriented su di un mondo che per sua natura è Connectionless.

D'altro canto è sempre più necessaria la tutela di stringenti caratteristiche per opportune tipologie di traffico, ed è qui che si fa strada l'approccio DiffServ, approccio da noi implementato nel Test Bed e che risulta essere il più utilizzato oggi dagli operatori di IPTV.

Con le prove soggettive si è introdotto un modo diverso di concepire la progettazione di una

rete. Nasce così la necessità di centrare la progettazione di una rete non solo sulle sue prestazioni ma anche sulla soddisfazione dell'utente finale.

Per verificare gli effettivi benefici che verranno dalla gestione di una rete sempre più a livello ottico, sono state poi implementate alcune funzionalità all'interno della rete core basate sulla tecnica WDM.

Si verifica in questo modo l'evoluzione da una rete MPLS a una rete $MP\lambda S$, dove il passaggio da "L" a " λ " sta ad indicare il passaggio da una etichettatura di tipo numerico (Label) ad una etichettatura basata sul colore della lunghezza d'onda (λ).

La rete realizzata (Fig. 1) è attualmente costituita da 7 nodi (4 Juniper M10, 3 CISCO 3845) connessi con le fibre contenute nel Poligono Sperimentale Ottico Roma-Pomezia (25 km). In particolare, i 4 "core routers" (Juniper M10/M10i) sono completamente "magliati" tramite link ottico in fibra single mode.

Come si può vedere alcuni nodi sono connessi, tramite interfacce Fast Ethernet 10/100, a dispositivi per l'accesso come DSLAM xDSL e access

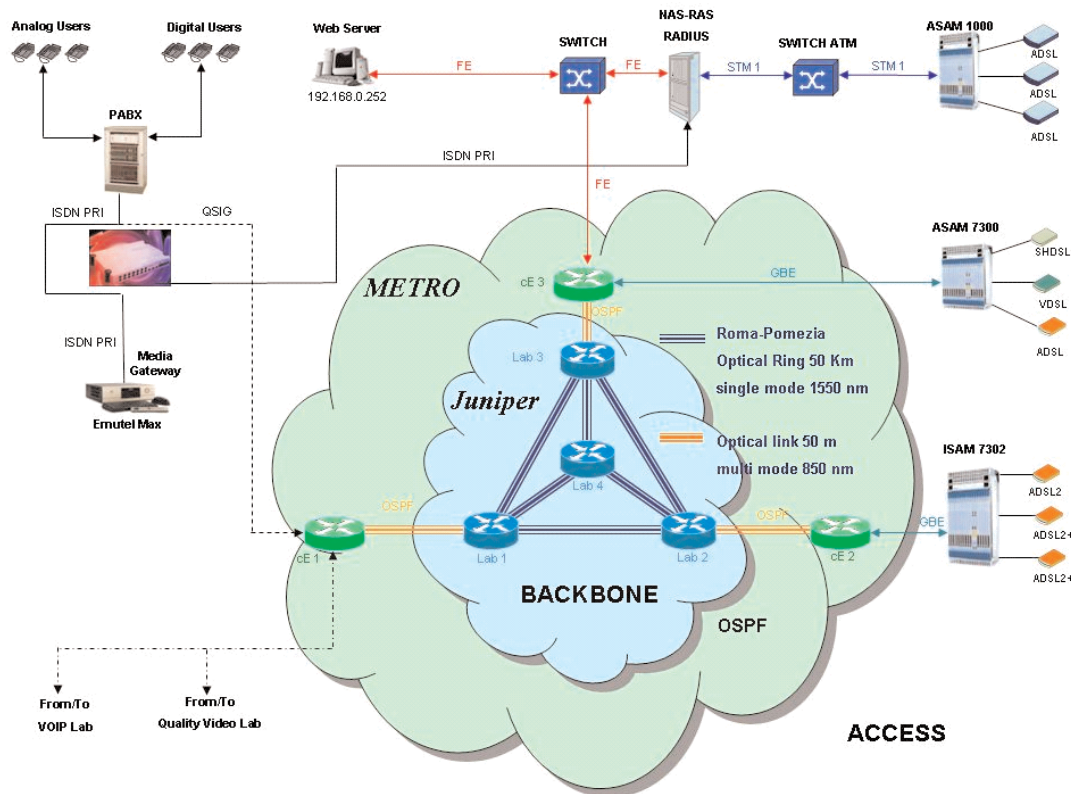


Fig. 1: Schema attuale del test bed di rete IP multiaccesso multiservizio presso l'ISCTI

point WI-FI.

I router gestiscono, tra gli altri, i seguenti protocolli: RSVP, OSPF, OSPFv3, MPLS-GMPLS, LDP, LMP, BGP, IPv6.

3. Sperimentazioni di tecniche ottiche per la rete di accesso

Nel campo della rete di accesso due principali attività sono state svolte: da un lato si sono studiate le tecniche in grado di sfruttare al meglio la rete xDSL, e dall'altro sono stati portati avanti degli studi riguardo alcune architetture innovative del tipo FTTB, con particolare interesse per le tecniche EPON (*Ethernet Passive Optical Network*) e WDM PON.

Per quanto riguarda l'attività sulle architetture xDSL, sono state svolte sperimentazioni riguardo tecniche, come DiffServ e VPLS, che permettesse il controllo del traffico all'ingresso dei DSLAM al fine di gestire le limitazioni di banda imposte dai sistemi xDSL. In pratica tramite il DiffServ e il VPLS si effettua, sugli edge routers prima del DSLAM, un controllo in grado di convogliare sul modem xDSL traffici con priorità diversa. Mediante questa tecnica da noi proposta, è possibile, in un sistema ADSL2+ con banda massima in downstream di 20 Mbit/s, permettere una fruizione di servizio IPTV ad alta definizione (con codifica MP2 che richiede una banda minima di 18 Mb/s) con ottima qualità persino in presenza di ulteriore traffico IP diretto verso lo stesso modem.

Gli studi sulle reti PON basate sulla tecnica

WDM (più canali a diversa frequenza su una stessa fibra) hanno mostrato l'importanza di questa tecnica che permette una piena compatibilità con tutte le tecniche basate su GbE e con le metodologie per garantire la QoS, come ad esempio con MPLS e VPLS (descritto al paragrafo successivo), che potrebbero essere anche gestite a livello di ONU (Optical Network Unit).

4. Sperimentazioni di tecniche ottiche per la rete metro-core

Per quanto riguarda il segmento metro-core, la Fondazione ha affrontato lo studio di tecniche di trasporto in fibra basate sulla trasmissione Gigabit Ethernet (GbE), sempre più diffuse sia a livello MAN che a livello core, al fine di sfruttare al massimo i collegamenti in fibra ottica già esistenti con tecniche di propagazione multicanale WDM. In particolare si sono svolti studi sui metodi per effettuare un trasporto sempre più a livello Ethernet con una etichettatura a "livello 2" (Carrier Ethernet) con confronti tra le tecniche T-MPLS e PBT e in questo ambito si sono viste le grandi potenzialità possedute dal metodo PBT. Al momento, vista anche la disponibilità delle tecniche consentite dalle macchine del test bed, è stata scelta una configurazione basata sul Virtual Private LAN Service (VPLS), che può essere considerato un primo step verso un forwarding a livello 2 e che consente un'ottima gestione di servizi in rete (come la IPTV), grazie alla sua eccellente modalità per la realizzazione delle operazioni di multica-

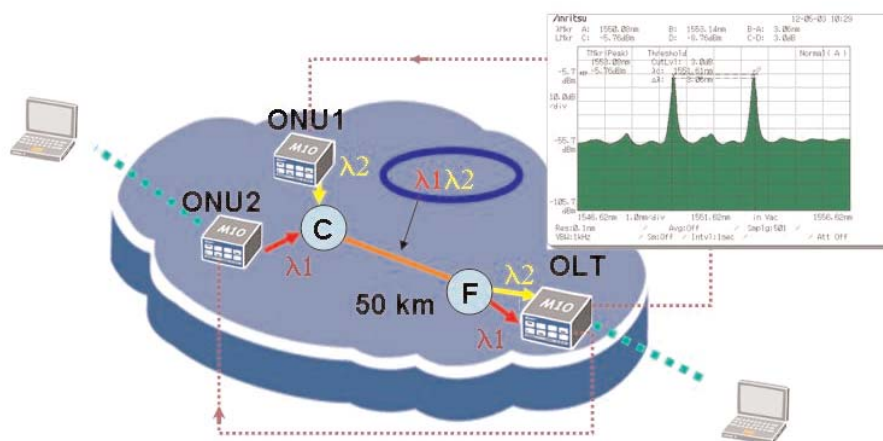


Fig. 6: sperimentazione PON WDM sul test bed

sting.

L'implementazione di un servizio VPLS richiede la gestione di diverse dinamiche di routing e il controllo dell'interazione di differenti protocolli al fine di assicurare un corretto funzionamento.

Il Provider Edge (PE) è l'elemento portante in un servizio del tipo che si va ad implementare e su di esso risiede la maggior parte delle configurazioni, riguardanti sia la implementazione della particolare istanza sia i diversi protocolli, quali MPLS e BGP.

Nella figura 3 è mostrata la topologia del VPLS e le interfacce coinvolte.

Dopo la configurazione delle istanze VPLS sui due PE, si è proceduti alla implementazione di un tunnel MPLS per la interconnessione degli stessi PE. Per la creazione di tunnel MPLS si è utilizzato l'RSVP (Resource reSerVation Protocol) come protocollo di segnalazione e, per un servizio con caratteristiche di dinamicità, si è preferito utilizza-

re tunnels dinamici, il cui calcolo del percorso è affidato all'OSPF.

Per quanto riguarda i Customer Edge (CE), essi non necessitano di una massiccia configurazione come quella richiesta per i PE ma occorre solamente la corretta configurazione della VLAN verso il corrispondente PE e l'abilitazione dell'OSPF ai fini di un corretto routing.

Nella particolare topologia riportata, sia i PE che i CE sono router Juniper M10/M10i.

Questa architettura risulta particolarmente idonea per garantire la Qualità del Servizio. In particolare abbiamo definito tre diverse istanze VPLS, ognuna associata adibita al trasporto di traffico con una determinata QoS: la Expedited Forwarding (EF) per il trasporto di traffico con stringenti requisiti di QoS (servizi real time quali Live IPTV e audio/video conferenze), la Best Effort (BE) per il trasporto di traffico non privilegiato (Web-surfing), e una via di mezzo, la Assured Forwarding

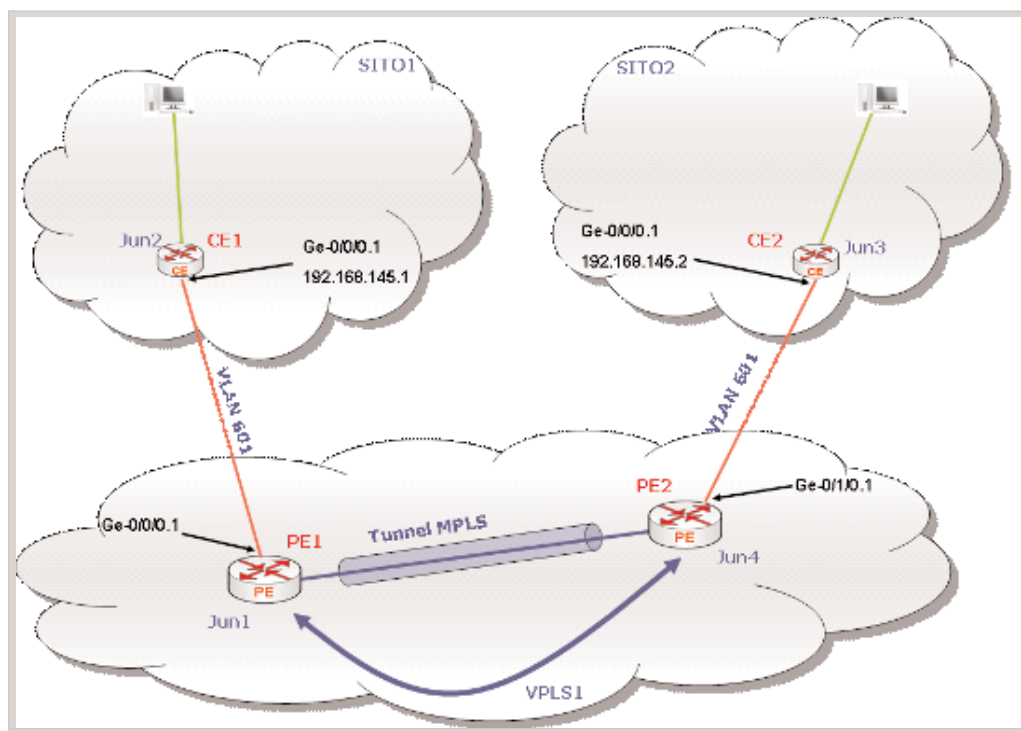


Figura 3: topologia VPLS

(AF).

Sulla rete definita con queste tipologie sono stati testati servizi di tipo IPTV ad alta definizione e la rete è stata congestionata con un traffico da 1 Gb/s.

Nelle due figure si nota il comportamento di filmati HDTV per BE e EF.

Conclusioni

Le reti NGN saranno composte da molte tecniche che saranno in grado di fornire altissime capacità e gestire con grande dinamicità la QoS. In questo lavoro noi abbiamo mostrato le potenzialità delle reti WDM PON per l'accesso e la tecnica VPLS per la parte metro-core.

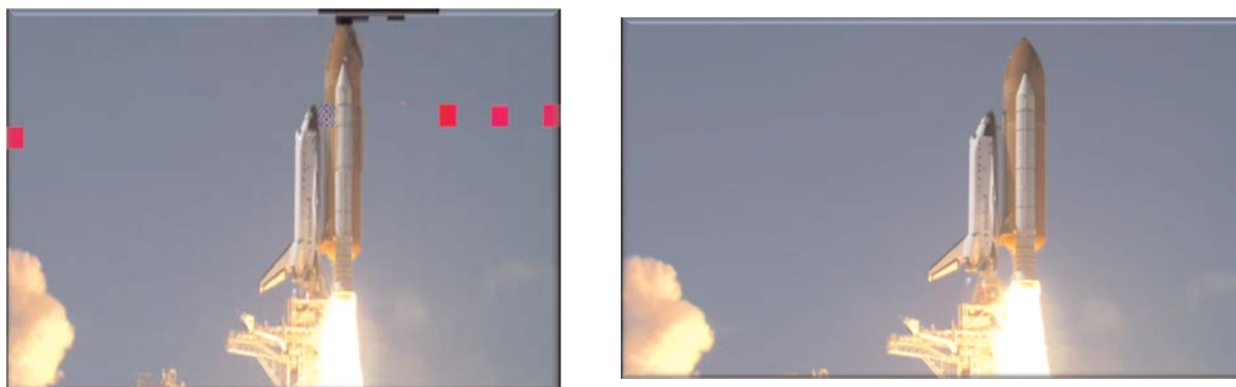


Fig. 4: Comportamento di streaming HD con VPLS etichettato come BE (sinistra) e EF (destra)

Riferimenti bibliografici

- [1] Francesco Matera, Vittorio Baroncini, Francesca Matteotti, Giancarlo Gaudino, Giuseppe Del Prete, "Realizzazione di una rete sperimentale per la valutazione della Qualità del Servizio in reti ottiche integrate" Presentato a Fotonica 2005, Trani 29 maggio, 1 giugno 2005, pp. 17-20.
- [2] F. Matera, L. Rea, P. Pasquali, A. Tarantino, V. Baroncini, F. Matteotti, G. Del Prete, G. Gaudino, Comparison between objective and subjective measurements of quality of service over an Optical Wide Area network, in press on European Transactions on Telecommunications
- [3] F. Matera, F. Matteotti, P. Pasquali, L. Rea, G. Tosi-Beleffi, A., V. Baroncini, G. Del Prete, G. Gaudino, "Quality of Service Measurements over an Optical GMPLS Wide Area Access Network", Fiber & Integrated Optics, Volume 25, Number 3 / May-June 2006, pp. 245 – 255
- [4] F. Matteotti, V. Baroncini, F. Matera, L. Rea, A. Tarantino, P. Poggini, L. Capanna, M. Venezia, G. Del Prete, G. Gaudino, M. Guglielmucci, "Valutazione della qualità di servizio in una rete sperimentale ip multiaccesso multiservizio" La comunicazione, Note, Recensioni e Notizie, Vol. LIV, pp. 33-48, 2006.
- [5] S. Pompei, L. Rea, Luca; F. Matera, A. Valenti, Experimental investigation on optical gigabit Ethernet network reliability for high-definition IPTV services Journal of Optical Networking, Vol. 7, n. 5, pp. 426-435, 2008.
- [6] Luca Rea, Cristiano Zema, Sergio Pompei, Francesco Matera, Valerio Martini, Piero Castaldi, "Reti private virtuali automatizzate in reti di trasporto multi-vendor", Fotonica 2007
- [7] S. Pompei, L. Rea, Luca; F. Matera, A. Valenti, M. Settembre, C. Zema, "Quality of Service Control based on Virtual Private Network Services in a Wide Area Gigabit Ethernet Optical Test Bed", Fiber and Integrated Optics, Vol. 27, Issue 4, pp. 301-307, July 2008
- [8] F. Matera, L. Rea, S. Pompei, C. Zema, E. Binnella, R. Iacchetti, "Quality of service investigation on high definition IPTV", ICTON Conference, Rome, July 2007
- [9] S. Pompei, L. Rea, C. Zema, F. Matera, E. Binnella, R. Iacchetti, "Studio di fattibilità di servizi tv ad alta definizione in una rete ottica multivendor", Fotonica 2007
- [10] F. Matera, L. Rea, M. Venezia, L. Capanna, G. Del Prete, Fast Restoration based on alternative wavelength paths in a wide area optical IP network, Fiber and Integrated Optics, Vol. 26, No. 2, pp. 123, USA, February 2007
- [11] Matera, L. Rea, M. Venezia, L. Capanna, G. Del Prete, Fast Ethernet Restoration based on Alternative Wavelength Paths, ICTON Conference, Rome, July 2007