

Metro-Ethernet

Author: Marco Cello (1 Articles)



La grande diffusione di Ethernet a livello aziendale e domestico assieme alle recenti innovazioni di questa tecnologia sta portando la comunità scientifica internazionale unitamente ai gestori di rete a rivedere l'uso classico del protocollo IEEE802.3 per le reti locali ed espanderlo nelle reti metropolitane e dorsali (Metro-Ethernet).

Introduzione

Ethernet oggi rappresenta la tecnologia più utilizzata e sviluppata nel segmento delle reti locali (Local Area Network – LAN); grazie alla sua semplicità ma anche alle sue rigorose specifiche è diventato predominante nelle reti aziendali e in quelle casalinghe. Nei segmenti di rete che variano da quelle di accesso, metropolitane (Metropolitan Area Network – MAN, Wide Area Network – WAN) e in quelle dorsali la situazione è diversa: le infrastrutture dei gestori di rete, attualmente, sono basate su Synchronous optical networking SONET/ Synchronous Digital Hierarchy (SDH), frame relay o Asynchronous Transfer Mode (ATM) [1, 2] con i relativi problemi di eterogeneità. Questa differenza di tecnologie li sta mettendo in una difficile posizione: essi vendono lo stesso servizio su tecnologie differenti. La migrazione della tecnologia di trasporto verso Ethernet, almeno per quanto riguarda le MAN e WAN, appare conveniente sotto aspetti sia gestionali che economici.

Per un'analisi più precisa sui vantaggi della migrazione cito [3, 2, 4, 5] e riferimenti.

Tecnologie principali per la Metro-Ethernet

Ethernet però, così come è, non è adatta per essere impiegata come tecnologia di trasporto e dispiegata in una rete metropolitana o in una dorsale; occorre un'evoluzione del protocollo tale da renderlo applicabile in queste reti. La spinta principale dal lato industriale, è data dal Metro Ethernet Forum (MEF) [6], consorzio industriale no-profit dedicato ad Ethernet, mentre, dal lato scientifico, la comunità scientifica internazionale e gli organi di standardizzazione stanno introducendo e creando nuove funzionalità allo standard per renderlo adatto a nuove applicazioni.

In questo senso il MEF perciò ha definito 5 attributi fondamentali che il “nuovo” Ethernet (Carrier Ethernet) dovrà avere: scalabilità, protezione, qualità del servizio, operations, administrators and maintenance (OAM) e supporto al Time-Division Multiplex (TDM). Oltre a queste specifiche, il MEF ha definito i “servizi” Ethernet (Ethernet services) [7] utilizzando il concetto di connessione virtuale (Ethernet Virtual Connection – EVC) stabilita in una rete 802.3 (Figura 1). Questi servizi sono:

- punto-punto, chiamata E-Line;
- punto-multi-punto, chiamata E-Tree;
- multipunto-multipunto, chiamata E-LAN.

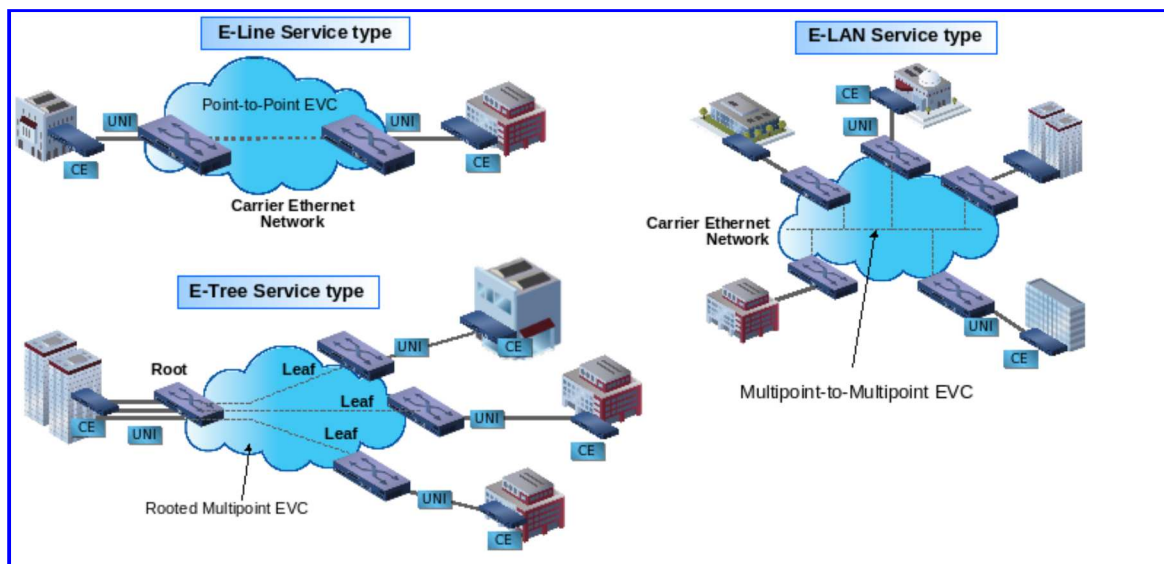


Figura 1: I “servizi” del Metro-Ethernet

Al fine di soddisfare i requisiti e i servizi della Carrier Ethernet, la comunità scientifica internazionale e gli organi di standardizzazione hanno dato vita ad una serie di nuove funzionalità e standard per Ethernet. Qui di seguito se ne farà una breve panoramica.

IEEE 802.3ba

L'IEEE 802.3ba [8] E' uno standard attualmente in sviluppo presso i comitati della Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE); rappresenta l'evoluzione dello standard IEEE 802.3an [9] da 10 Gb/s. L'802.3ba prevede due velocità di funzionamento indipendenti: 40 Gb/ s e 100 Gb/s. Lo standard a 100 Gb/s servirà per creare dorsali di comunicazione ad alta velocità ma rispetto a quello a 40 Gb/s richiederà più energia, apparati più complessi e quindi complessivamente sarà più costoso da installare e gestire.

IEEE 802.1q

Lo standard IEEE 802.1q [10] permette la creazione di LAN virtuali (Virtual LAN – VLAN) su un'unica infrastruttura di rete locale. La creazione di VLAN permette la separazione del traffico proveniente ad esempio da diversi dipartimenti di un'Università o di centri in un'azienda mantenendo un'unica rete fisica. Ogni VLAN è identificata da un'etichetta chiamata Q-tag o VLAN ID. Questo standard lavora bene all'interno di LAN aziendali ma diviene inadeguato se si vuole estendere la LAN per fornire connettività a migliaia di utenti su reti vaste; la scalabilità dello standard, infatti, è limitata dai 12 bit del Q-tag che permette di creare al più 4096 VLAN.

IEEE 802.1ad

Lo standard IEEE 802.1ad [11] chiamato provider bridge (PB) tenta di risolvere i problemi di scalabilità dello standard 802.1q, utilizzando 2 etichette differenti per le VLAN. La prima etichetta definisce la VLAN del cliente (C-VLAN), mentre la seconda definisce la VLAN del fornitore del servizio (S-VLAN). In questa maniera si possono separare domini differenti di intervento e permettendo quindi il multiplessaggio di più C-VLAN all'interno di un'unica S- VLAN.

IEEE 802.1ah

Lo standard IEEE 802.1ah [12] chiamato provider backbone bridges (PBB) evolve il pacchetto Ethernet aggiungendo una nuova intestazione MAC che contiene: sorgente e destinazione della rete dorsale (B-SA,

B-DA), un VLAN ID per la dorsale (B-Tag) ed uno per il servizio (I- Tag). All'interno dell'I-Tag è presente il campo I-SID che contiene 24 bit e permette oltre 16 milioni di servizi diversi dentro la dorsale eliminando il problema della scalabilità. Oltre ciò, l'utilizzo di nuovi indirizzi di sorgente e destinazione permette di instradare il traffico nella dorsale usando questi ultimi e non quelli della rete cliente (vantaggio in termini di scalabilità ed efficienza). Infine PBB risolve il problema della separazione tra l'indicativo del servizio e del trasporto, sollevato dal PB, utilizzando l'I-SID per identificare il servizio all'interno della dorsale e il B-Tag come VLAN ID nella dorsale per instradare il traffico.

IEEE 802.1Qay

Lo standard in fase di sviluppo IEEE 802.1Qay [13] chiamato PBB – traffic engineering (PBB- TE) da la possibilità di utilizzare in Ethernet l'ingegneria del traffico. PBB-TE, infatti, utilizzando un sottoinsieme dei B-Tag li utilizza come identificatori del cammino dentro la rete. In questa maniera è possibile creare percorsi predeterminati che danno la possibilità di limitare il ritardo ed il jitter ai pacchetti in transito.

IEEE 802.1ag, ITU-T Y.1731

Entrambi gli standard [14, 15] definiscono i meccanismi per la gestione dell'OAM nelle reti Ethernet. Esistono due principali aree dell'OAM, la gestione dei guasti e il monitoraggio delle prestazioni. Per quanto riguarda la gestione dei guasti (rilevazione, verifica, isolamento e notifica) entrambi gli standard prendono posizioni al riguardo e definiscono le procedure, mentre per il monitoraggio delle prestazioni lo standard IEEE non ha definito nessuna specifica a differenza di quanto avviene per quello ITU-T.

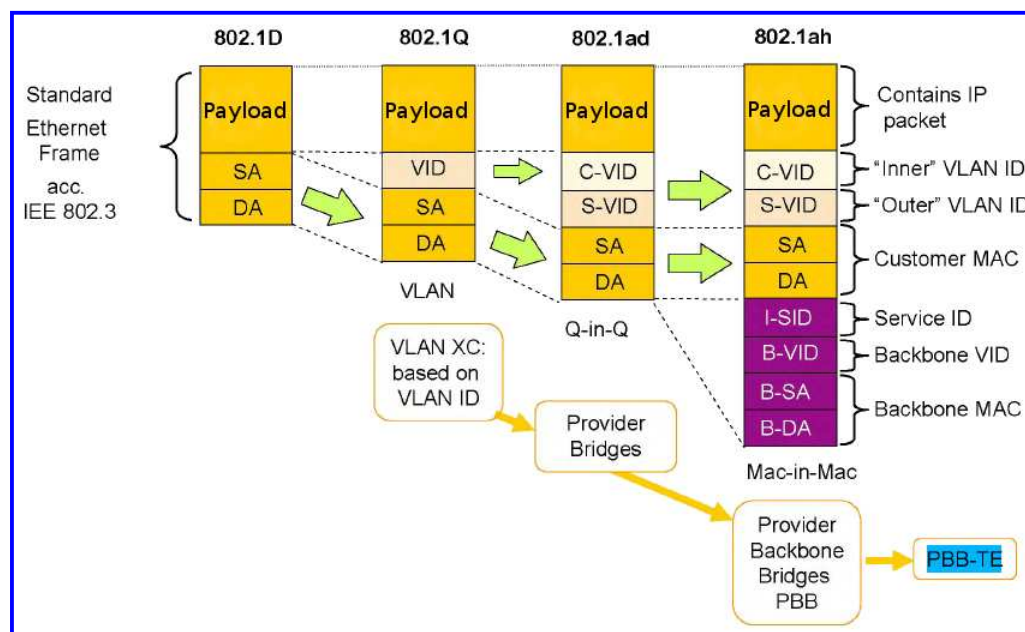


Figura 2: Trame delle versioni di 802

Discussione

Come già anticipato nella precedente sezione, PBB migliora la scalabilità di Ethernet aggiungendo una nuova intestazione al pacchetto utilizzata all'interno della rete dorsale. Essa contiene:

- B-DA: indirizzo di destinazione all'interno della rete dorsale;
- B-SA: indirizzo di sorgente (edge switch) all'interno della rete dorsale;
- B-VID o B-Tag: questo campo, formato da 12 bit rappresenta l'identificativo della VLAN all'interno ;
- I-Tag: all'interno di questo campo è presente l'I-SID di 24 bit che permette di identificare il tipo di servizio del frame Ethernet che viaggia nella dorsale.

Gli switch utilizzano questa nuova intestazione per instradare all'interno della rete dorsale. Sebbene PBB

risolva molti problemi legati alla scalabilità della rete e alla differenziazione del traffico, ne ha alcuni ancora irrisolti. L'aggiornamento delle tabelle di MAC, il flooding dei pacchetti sconosciuti e l'utilizzo del protocollo Spanning Tree [16] o delle sue varianti sono tutte funzionalità poco scalabili che minano l'efficienza e la realizzabilità di una rete siffatta.

Le novità introdotte da PBB-TE riguardano la disabilitazione di queste funzionalità: le tabelle di instradamento dei nodi vengono riempite "manualmente" a livello di gestore della rete, i pacchetti sconosciuti vengono cancellati e vengono creati percorsi più efficienti per ogni VLAN ID. In questo modo è possibile gestire meglio il traffico e garantire specifiche qualità di servizio. Con l'aggiunta delle funzionalità PBB e PBB-TE inizia ad aver senso parlare di controllo della rete al fine di garantire la qualità del servizio. Sebbene gli standard in via di sviluppo per Ethernet a 40 e 100 Gbit/s aumenteranno a dismisura la banda disponibile quasi a voler evitare qualunque intervento e meccanismo per la QoS, occorre dire però che se la diffusione di Ethernet a livello metropolitano e di dorsale prenderà sopravvento aumenterà enormemente anche il traffico in queste reti. La separazione dell'etichetta per il servizio (I-Tag) e per il percorso (B-VID) permette di utilizzare protocolli intelligenti per riservare banda in tutto il percorso da sorgente e destinazione: l'I-Tag indica il servizio che si dare a quel determinato flusso di dati, mentre la B-VID identifica il percorso da fargli prendere.

Riferimenti bibliografici

- [1] R. Sanchez, L. Raptis, and K. Vaxevanakis, "Ethernet as a carrier grade technology: developments and innovations," IEEE Communications Magazine, vol. 46, no. 9, pp. 88–94, sep 2008.
- [2] A. Schmid-Egger and A. Kirstadter, "Ethernet as a carrier grade technology: developments and innovations," in Proc. IEEE Workshop on High Performance Switching and Routing (HPSR 2006), Poznań, Poland, jan 2006.
- [3] R. C. Sofia, "A survey of advanced ethernet forwarding approaches," IEEE Communications Surveys and Tutorials, vol. 11, no. 1, pp. 92–115, 2009.
- [4] (2004, Mar.) Telecom tv webinar 3 (economic). The Metro Ethernet Forum.
- [5] A. Reid, I. Hawkins, and C. Bilton, "Carrier ethernet," IEEE Communications Magazine, vol. 46, no. 9, pp. 86–103, sep 2008.
- [6] The MetroEthernetForum website. [Online]. Available: <http://metroethernetforum.org>
- [7] MEF 6.1, Ethernet Services Definitions – Phase 2, The Metro Ethernet Forum, 2008.
- [8] 40Gb/s and 100Gb/s Ethernet Task Force, IEEE Working Draft 802.3ba, Rev. 1.2, 2009.
- [9] 10GBASE-T, IEEE Std. 802.3an, 2006.
- [10] Virtual LANs, IEEE Std. 802.1q, 2005.
- [11] Provider Bridges, IEEE Std. 802.1ad, 2005.
- [12] Provider Backbone Bridges, IEEE Std. 802.1ah, 2008.
- [13] Provider Backbone Bridge Traffic Engineering, IEEE Working Draft 802.1Qay, Rev. 4.5, 2007.
- [14] Connectivity Fault Management, IEEE Std. 802.1ag, 2007.
- [15] OAM Functions and Mechanism for Ethernet based Networks, ITU-T Std. Y.1731, 2006.
- [16] Media Access Control (MAC) Bridges, IEEE Std. 802.1D, 1998.