

20

LE LAN IN TECNOLOGIA ATM

Nel capitolo 11 abbiamo trattato l'evoluzione delle LAN e abbiamo visto come una LAN odierna si basi sempre su un cablaggio strutturato, con topologia stellare, in cui le stazioni sono collegate da canali punto-punto con degli switch, e questi tra di loro per formare una rete fisica su cui si possono definire delle reti locali virtuali. Già in quel capitolo abbiamo accennato alla possibilità di utilizzare la tecnologia ATM per la realizzazione delle dorsali, ma ATM può essere usato anche come una tecnologia per realizzare reti locali (LAN ATM) che si integrano con quelle tradizionali e mirano a sostituirle.

In particolare, le LAN ATM si imporranno prima in quei settori che richiedono applicazioni a larga banda con qualità del servizio garantita, quali il desktop-video e le comunicazioni multimediali, dove le LAN tradizionali soffrono di una serie di problemi e di limitazioni che le rendono inadatte; quindi si proporranno come una alternativa alle LAN classiche, caratterizzate da un miglior rapporto prestazioni/prezzo.

L'attenzione che l'industria informatica pone sulle LAN ATM è notevole, come testimonia il fatto che sul mercato sono già presenti prodotti per realizzare LAN ATM. I primi settori di applicazione delle LAN ATM possono essere così schematizzati:

- realizzazione di dorsali veloci e multimediali;
- interconnessione di sistemi multimediali in grado di gestire dati, suono e immagini in movimento;
- interconnessione di workstation per realizzare architetture di calcolo distribuito ad alte prestazioni;
- interconnessione di sistemi grafici che richiedono un accesso veloce a grandi archivi di immagini: per esempio, sistemi per la gestione della cartografia.

Inoltre la necessità di far crescere le prestazioni delle LAN tramite l'introduzione della tecnologia ATM è anche giustificata dalla sempre crescente potenza di calcolo dei processori: una relazione tra questa, espressa in MIPS (*Millions Instructions Per Second*) e la velocità espressa in Mb/s è schematizzata in figura 20.1.

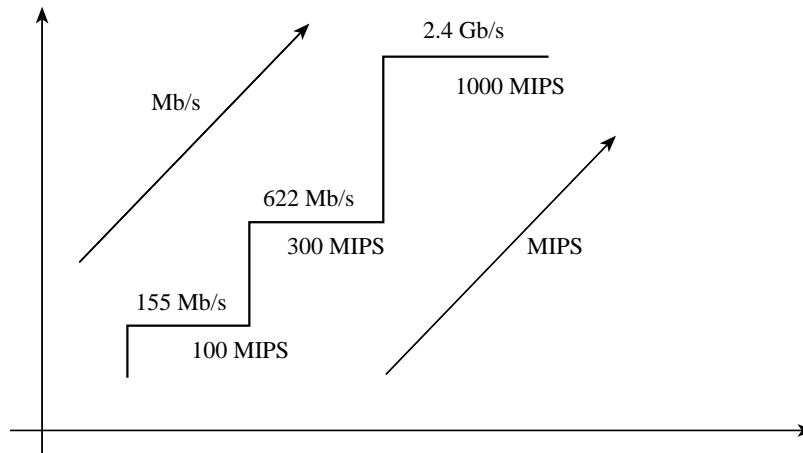


Fig. 20.1 - Relazione tra potenza di calcolo e velocità trasmissive.

Il problema più significativo da risolvere per utilizzare la tecnologia ATM nella realizzazione delle LAN è che ATM non è stato concepito nell'ambito del progetto IEEE 802 e differisce in parecchi aspetti significativi dalle LAN basate su tecnologie tradizionali.

20.1 CONFRONTO TRA LE LAN CLASSICHE E LE LAN ATM

Le reti locali classiche nascono come "reti ad accesso condiviso", cioè reti in cui tutte le stazioni condividono un unico canale trasmissivo (si veda il paragrafo 5.1). L'evoluzione delle LAN classiche con l'introduzione degli switch (si veda il paragrafo 11.3) supera in parte questo limite garantendo ad ogni stazione un collegamento punto-punto verso la rete, che però è di tipo half-duplex (trasmissione monodirezionale ad un dato istante di tempo) ed è soggetto a condivisione con il traffico di multicast/broadcast. Inoltre lo switch non ha meccanismi per allocare risorse alle singole stazioni e questo non permette nelle LAN classiche di realizzare meccanismi di trasmissione a *banda garantita*, possibili su ATM e necessari per il traffico di tipo multimediale.

Le reti locali classiche hanno un livello MAC non connesso. Quando una stazione deve trasmettere un pacchetto lo fa direttamente specificando unicamente gli indirizzi MAC di mittente e destinatario, senza stabilire alcuna connessione: la rete fa il massimo sforzo per consegnare il pacchetto al destinatario, ma non garantisce nè la consegna, nè il ritardo massimo. ATM è una tecnologia che richiede la presenza di connessioni: una stazione ATM prima di trasferire una cella deve aprire una connessione con la stazione di destinazione; la connessione ha certi parametri di qualità associati che richiedono l'allocazione di risorse dedicate sui nodi; la trasmissione avviene nel rispetto dei parametri di qualità associati; quando la stazione non intende più utilizzare la connessione deve chiuderla esplicitamente per rilasciare le risorse allocate sui nodi.

Nelle LAN classiche i dati sono trasmessi sotto forma di pacchetti aventi dimensioni variabili. Se la rete è estesa non è possibile prevedere il ritardo totale (latenza) subito da un pacchetto durante il transito nella rete. La variabilità della latenza non crea particolari problemi ai flussi di dati, ma può rendere incomprensibili voce ed immagini digitalizzate a causa del rumore che introduce. Nelle reti ATM il problema della variabilità della latenza viene drasticamente ridimensionato utilizzando le celle che sono unità di trasporto dati, di dimensioni piccole e fisse.

Nelle reti locali classiche la trasmissione dell'informazione avviene a livello fisico in modalità broadcast. Questo ha una implicazione a livello di sicurezza dei dati, dal momento che questi vengono propagati oltre che alla stazione destinataria anche a tutte le altre, ma soprattutto consente di realizzare in modo estremamente semplice la trasmissione di pacchetti a tutte le stazioni (broadcast) o a gruppi di stazioni (multicast). Tale peculiarità è stata sfruttata nella realizzazione di tutti i protocolli di livello superiore (IP, DECnet, OSI, Novell, ...) che utilizzano pacchetti di multicast/broadcast di solicitation o advertisement (si veda il paragrafo 5.6.7) per tutte le attività di gestione del protocollo stesso. Per la sua natura connessa ATM non offre un analogo supporto per la trasmissione dei pacchetti multicast/broadcast.

Nelle reti locali classiche la capacità del mezzo trasmissivo e il protocollo MAC utilizzato sono tra di loro strettamente vincolati (si veda ad esempio, nel capitolo 6, come l'estensione massima di una rete Ethernet sia legata alla velocità di 10 Mb/s). Ciò implica l'impossibilità di incrementare le prestazioni della rete traendo vantaggio dai progressi tecnologici, se non al costo della sostituzione dell'intera rete (assenza di scalabilità). La tecnica ATM invece presenta delle possibilità di crescita prestazionali praticamente illimitate: se la tecnologia è in grado di realizzare collegamenti fisici e commutatori più veloci, la capacità trasmissiva della rete ne beneficia. I commutatori attualmente disponibili sono in grado di gestire linee operanti a 155 Mb/s, ma sono già in fase di prototipazione commutatori con linee a 622 Mb/s e 2.5 Gb/s.

A fronte di queste differenze l'utilizzo della tecnologia ATM nelle reti locali può avvenire in due modi diversi:

- sviluppando uno strato software da appoggiare su ATM per emulare il comportamento delle reti locali IEEE 802 e quindi non richiedendo alcuna modifica ai protocolli di più alto livello;
- andando a modificare i protocolli di più alto livello adattandoli a funzionare in modo nativo su ATM mediante interazione diretta con le ATM/API (Application Programming Interface).

Il primo approccio è quello proposto dall'ATM Forum con il nome di LAN Emulation e verrà descritto dettagliatamente nel paragrafo 20.4. Il secondo approccio è possibile per i protocolli principali ed in particolare vedremo nel capitolo 21 le modifiche che vengono proposte per adattare IP ad ATM.

20.2 REQUISITI DI UNA LAN ATM

Da una LAN ATM gli utenti e gli amministratori di sistema si aspettano almeno le stesse prestazioni e gli stessi servizi offerti dalle LAN convenzionali. Più precisamente:

- Interoperabilità con le reti esistenti: può essere raggiunta installando interfacce ATM all'interno di unità di internetworking quali gateway, router o bridge; oppure integrando nei commutatori ATM interfacce di rete locale classiche;
- Supporto trasparente dei protocolli esistenti: tutti i protocolli pensati per operare su una LAN appartenente al progetto IEEE 802 devono poter operare senza modifiche sulle LAN ATM, non solo i più importanti quali IP o OSI;
- Supporto dei protocolli di management: tutti gli apparati ATM devono essere dotati di agenti SNMP (*Simple Network Management Protocol*), che consentano il controllo remoto dello stato delle linee, dei commutatori e delle interfacce ATM nonché la raccolta di informazioni di tipo statistico e prestazionale;
- Facilità di installazione e configurazione: deve essere possibile, ad esempio, collegare o scollegare una stazione senza alcun intervento di ordine amministrativo;
- Robustezza e affidabilità: fintantoché esiste un percorso fisico tra due stazioni queste devono poter comunicare;
- Efficienza: se ci sono più percorsi fisici tra due stazioni, questi devono essere completamente saturati prima di rifiutare ulteriori richieste di connessione.

Se tutti questi requisiti sono soddisfatti, allora la LAN ATM può costituire un valido sostituto per la LAN esistente. Oltre al fatto che tutto continua a funzionare come in precedenza, si ottiene un significativo incremento del livello prestazionale dovuto alla maggior banda ed efficienza nel suo sfruttamento da parte della tecnica ATM.

Da una LAN ATM ci si attende inoltre:

- Supporto di una molteplicità di classi di servizio, come ad esempio la modalità connessa, real time ad elevato bit rate adatta al trasporto di un canale video da integrare in applicazioni multimediali;
- Possibilità di gestire connessioni multicast a larga banda (supportate cioè dall'hardware). Questo è un punto debole delle tecniche a commutazione di pacchetto: mentre nelle LAN classiche il multicasting è intrinseco nella tecnologia adottata, nelle LAN ATM deve essere fornito da hardware/software addizionale;
- Offerta di una *Application Programming Interface* (API) che consenta lo sviluppo di applicazioni specifiche per ATM mediante l'interazione diretta con i vari AAL (ATM Adaption Layer), oppure interagendo direttamente in *raw mode* con il livello ATM.

Una LAN ATM che soddisfi i precedenti requisiti è in grado di fornire supporto ai servizi a larga banda, come il desktop video o le comunicazioni multimediali, sfruttando al massimo le risorse di rete e senza creare interferenze con le applicazioni meno sofisticate che "credono" di funzionare su una normale LAN.

20.3 ADOZIONE DI ATM NELLE LAN

L'introduzione della tecnologia ATM nelle LAN avviene normalmente a passi, partendo da una situazione di reti locali classiche realizzate con cablaggio strutturato e concentratori, iniziando a sostituire i concentratori con altri dotati di architettura interna ATM e introducendo ATM sulle dorsali.

Questo primo passo ha il vantaggio di far crescere moltissimo la capacità trasmissiva dei concentratori e delle dorsali (da centinaia di Mb/s a qualche Gb/s) facendo sì che ogni sistema collegato veda la rete locale classica cui è collegato come a lui interamente dedicata.

Il passo successivo prevede di dotare i nuovi posti di lavoro direttamente di schede ATM con velocità comprese tra i 25 e i 155 Mb/s e quindi di non installare più concentratori 802.3/ATM, ma solo switch ATM e di integrarli sia tra loro sia con i vecchi concentratori 802.3/ATM con canali ATM su fibra ottica a 155 Mb/s (figura 20.2).

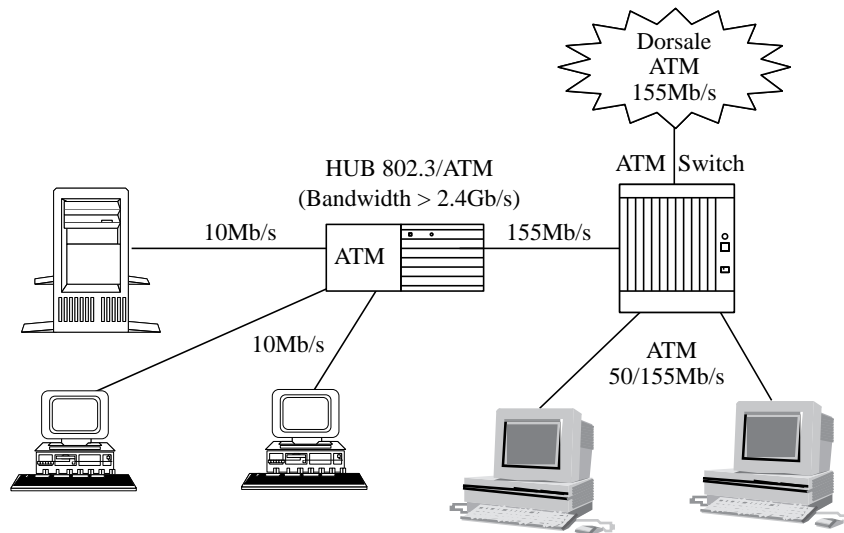


Fig. 20.2 - LAN ibrida ATM e 802.3.

L'ultima fase sarà l'adozione sistematica di ATM con velocità minima di 50/155 Mb/s per i posti di lavoro e con aggiornamento delle dorsali a 622 Mb/s prima e a 2.4 Gb/s poi (figura 20.3).

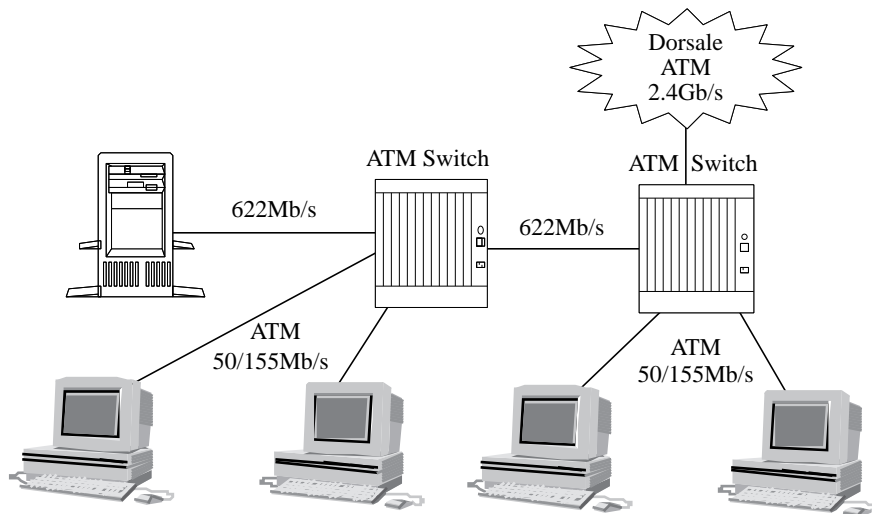


Fig. 20.3 - LAN interamente ATM.

Per poter far convivere le LAN classiche con quelle ATM e per poter far sì che le LAN ATM vengano viste dai protocolli di livello superiore come LAN classiche, l'ATM Forum ha sviluppato uno standard per la "LAN Emulation" [1] che verrà descritto nel resto del capitolo.

20.4 LAN EMULATION SU ATM

La necessità di uno standard per emulare i servizi offerti dalle LAN tradizionali su ATM nasce dalla constatazione che oggi la maggior parte del traffico dati in sede locale è veicolato tramite reti locali conformi agli standard IEEE 802.3 e IEEE 802.5.

20.4.1 Caratteristiche

Nel paragrafo 20.1 abbiamo già visto che le LAN classiche differiscono in vari aspetti dalle LAN ATM: da qui la necessità di definire una *Emulated LAN* (ELAN), cioè un servizio ATM che emula i servizi offerti da una LAN classica. L'emulazione è realizzata da appositi strati software che devono essere associati alle interfacce ATM.

Quando una rete ATM fornisce un servizio di ELAN si hanno vari benefici:

- si può realizzare un sistema misto basato sull'interconnessione di LAN classiche e di reti ATM tramite bridge, il quale garantisce interoperabilità tra tutte le stazioni, indipendentemente dal tipo di connessione usata;
- la migrazione di una stazione da una rete locale classica ad una rete locale ATM può avvenire semplicemente sostituendo la sua scheda di rete, ma senza effettuare alcuna modifica al suo software di rete.

Per raggiungere questo scopo ambizioso una ELAN deve fornire i seguenti servizi:

- *connectionless services*: una stazione collegata ad una ELAN deve poter trasmettere i pacchetti senza aprire a priori una connessione;
- *multicast services*: una stazione collegata ad una ELAN deve poter inviare pacchetti in multicast o in broadcast, tramite indirizzi multicast, broadcast o funzionali (si veda il paragrafo 7.2.6);
- compatibilità con le *MAC driver interface* più diffuse ed in particolare con NDIS, ODI e Packet Driver;

- possibilità di creare domini o LAN virtuali, cioè di definire sulla stessa rete ATM più ELAN, ciascuna associata ad un dominio, all'interno delle quali è confinato il traffico di multicast/broadcast: domini diversi comunicheranno tra loro, ad esempio, tramite router;
- interoperabilità a livello MAC tra stazioni connesse a LAN e stazioni connesse ad ELAN: in particolare una ELAN deve permettere di emulare reti Ethernet/IEEE 802.3 e Token Ring/IEEE 802.5.

20.4.2 Architettura

La realizzazione di detti servizi avviene utilizzando su una scheda ATM l'AAL5 ed appoggiando su di esso una *LAN Emulation Entity*, come schematizzato in figura 20.4

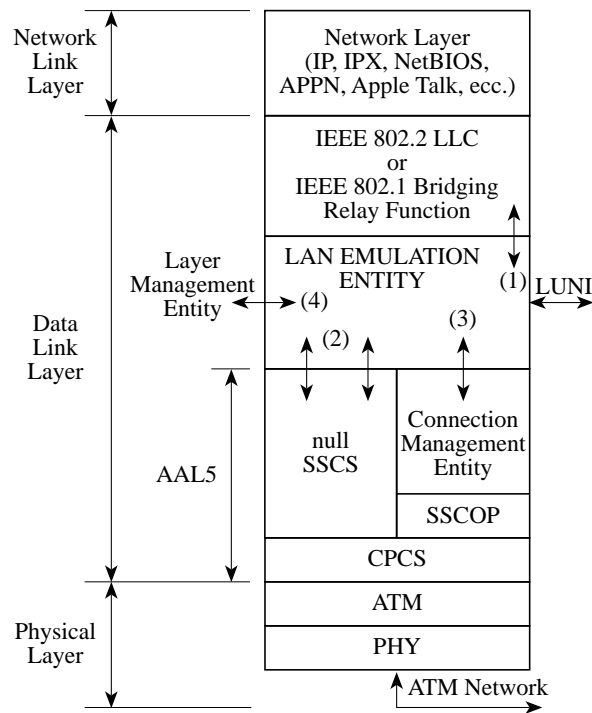


Fig. 20.4 - Architettura LAN emulation.

La LAN Emulation Entity fornisce le primitive che emulano la trasmissione e

la ricezione di pacchetti MAC e su di essa si appoggiano i livelli superiori che possono essere:

- nel caso di stazioni o router, l'IEEE 802.2 che fornisce l'imbustamento multiprotocollo (si veda il capitolo 5);
- nel caso di bridge, le funzioni di "relay" in accordo allo standard IEEE 802.1 (si veda il capitolo 10).

La LAN Emulation Entity utilizza a sua volta i servizi forniti dalla "Layer Management Entity" per le procedure di inizializzazione e controllo e dalla "Connection Management Entity" per il setup e il rilascio delle connessioni virtuali.

Per quanto concerne la trasmissione e la ricezione delle trame MAC, questa avviene utilizzando la cellizzazione offerta da AAL5 tramite il "null SSCS".

20.4.3 Elementi componenti

Una ELAN è composta da un insieme di *LAN Emulation Client (LEC)* e da un singolo *LAN Emulation Service*, come rappresentato in figura 20.5.

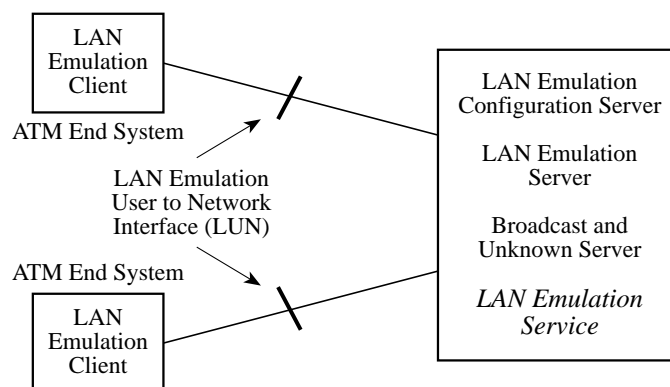


Fig. 20.5 - Componenti LAN emulation.

I LEC devono essere presenti su tutte le stazioni ATM che intendono partecipare ad una ELAN e rappresentano un insieme di utenti. Si possono avere due casi tipici:

- End Station: il LEC è associato ad una stazione di lavoro di un utente

collegata in ATM, quindi rappresenta solo un utente (un unico indirizzo MAC con formato conforme allo standard IEEE 802), e permette la comunicazione tra l'end station ATM ed altre end station collegate sia su LAN convenzionali, sia direttamente sulla rete ATM (purché anche loro dotate della funzionalità di LAN Emulation);

- Intermediate System: il LEC è associato ad una scheda ATM di un bridge o di un router e quindi consente di raggiungere stazioni collegate su una LAN classica (anche detta "Legacy LAN"). Nel caso del router il LEC rappresenta un unico indirizzo MAC, avvenendo l'instradamento a livello 3, mentre nel caso del bridge il LEC è detto proxy client in quanto rappresenta tutte le stazioni non ATM che sono raggiungibili tramite esso (molti indirizzi MAC, tipicamente uno per ciascuna stazione non ATM).

I LEC svolgono funzioni di emulazione dei livelli MAC di IEEE 802.3 e IEEE 802.5, di trasmissione e ricezione di dati, di risoluzione degli indirizzi MAC in indirizzi ATM e altre funzioni di controllo.

Il LAN Emulation Service è fisicamente un dispositivo hardware, noto ai LEC, che esegue i processi software necessari all'emulazione delle LAN. Su ogni rete ATM possono essere presenti più LAN Emulation Service che permettono la realizzazione di più ELAN (cioè più LAN virtuali). Ognuno può essere realizzato in modo centralizzato (su un'unica stazione), distribuito (su più stazioni), oppure integrato (all'interno dei commutatori ATM). Nel caso di realizzazione distribuita l'attuale versione dello standard non specifica i criteri di distribuzione dei vari server. È ragionevole prevedere che un LAN Emulation Service venga inizialmente realizzato su workstation finché lo standard è in via di definizione, e in seguito venga integrato nei commutatori ATM.

La figura 20.6 mostra un esempio di internetworking di LAN classiche e LAN ATM, indicando la posizione dei LEC e del LAN Emulation Service.

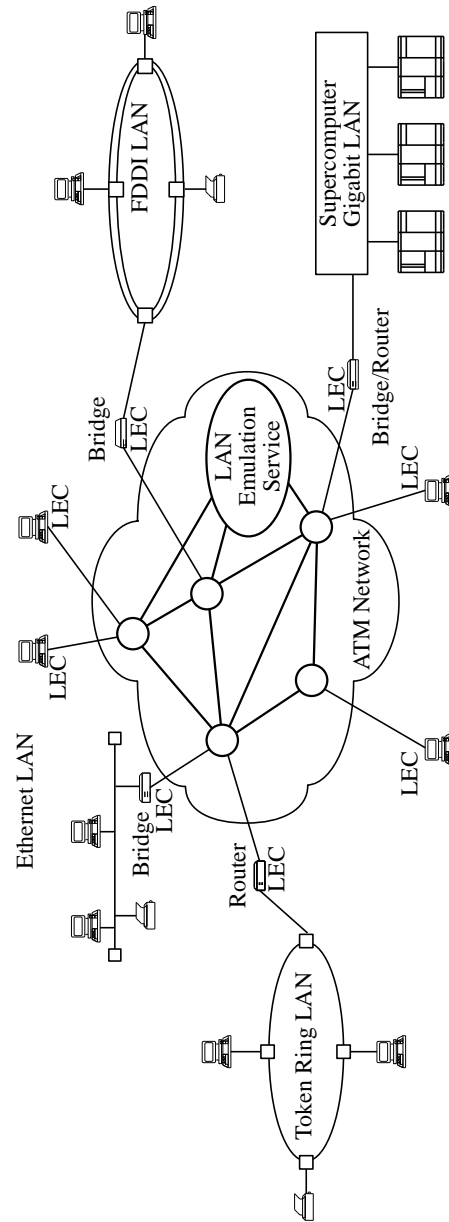


Fig. 20.6 - Internetworking di LAN classiche e LAN ATM.

20.4.4 Interfaccia LUNI

I LEC e il LAN Emulation Service comunicano tramite una interfaccia detta *LUNI (Lan emulation User to Network Interface)* (si vedano le figure 20.4 e 20.5) che definisce i seguenti servizi che vengono messi a disposizione dei LEC dal LAN Emulation Service:

- *Inizializzazione.* Tramite questo servizio ogni LEC individua le ELAN presenti sulla sottorete ATM cui è connesso e può entrare a far parte di una di esse in modo automatico (funzionamento di tipo "plug and play") in modo simile a quanto avviene quando si collega una nuova stazione ad una LAN classica.
- *Registrazione.* Nel momento in cui un LEC entra a far parte di una ELAN, comunica al LAN Emulation Service il proprio indirizzo MAC (nel caso di una stazione), gli indirizzi MAC dei nodi tramite esso raggiungibili (nel caso di un bridge trasparente), oppure dei route descriptor (nel caso di bridge source routing).
- *Risoluzione degli indirizzi.* Il LEC interagisce con il LAN Emulation Service per ottenere l'indirizzo ATM tramite cui raggiungere una stazione che ha un dato indirizzo MAC.
- *Trasferimento dei dati.* I LEC consentono ai protocolli che si appoggiano su LAN Emulation di inviare delle LE-SDU (*Lan Emulation Service Data Unit*) che emulano le MAC-SDU delle reti locali classiche. I LEC mittente e destinatario sono identificati dai rispettivi indirizzi MAC. La LE-SDU viene incapsulata in una AAL5-SDU e trasmessa sulla rete ATM.

20.4.5 Connessioni virtuali

L'interfaccia LUNI utilizza delle VCC (Virtual Channel Connection) di controllo e di dato, per le comunicazioni tra LEC e LEC o tra LEC e LAN Emulation Service. È possibile realizzare una ELAN su una rete ATM che realizzi solo SVC (Switched Virtual Channel), solo PVC (Permanent Virtual Channel) o entrambi.

Il LAN Emulation Service è a sua volta composto dai tre seguenti moduli, che corrispondono a processi software:

- *LES (Lan Emulation Server).* Entità che realizza funzioni di controllo e coordinamento e fornisce modalità per registrare e risolvere indirizzi ATM, indirizzi MAC e route descriptor;

- *BUS (Broadcast and Unknown Server)*. Entità che gestisce le trasmissioni multicast/broadcast e parte di quelle singlecast (prima che sia stata aperta la VCC diretta tra i LEC);
- *LECS (Lan Emulation Configuration Server)*. Entità di configurazione che assegna i LEC alle ELAN, creando quindi le associazioni tra LEC e LES.

Per ogni ELAN il LAN Emulation Service istanzia una copia di questi tre processi ad essa dedicati.

La figura 20.7 illustra le relazioni esistenti tra LEC, LECS, LES, BUS, LUNI e LAN classiche, evidenziando le VCC che vengono utilizzate per il colloquio tra le varie entità.

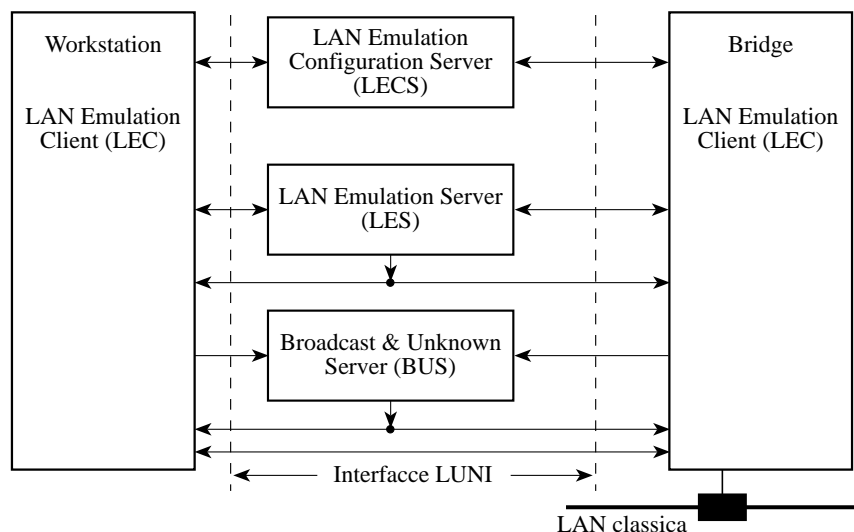


Fig. 20.7 - Connessioni attraverso LUNI.

Ogni LEC ha VCC separate per il traffico dati (emulazione IEEE 802.3 e IEEE 802.5) e per il traffico di controllo (ad esempio, risoluzione di indirizzi). Ogni VCC trasporta il traffico per una singola ELAN.

Le VCC di controllo sono create durante la fase di inizializzazione del LEC e collegano il LEC al LECS e il LEC al LES. Esistono tre VCC di controllo dette: "configuration direct VCC", "control direct VCC" e "control distribute VCC".

La *configuration direct VCC* (figura 20.8) è una VCC bidirezionale tramite la quale il LEC richiede al LECS di entrare a far parte di una ELAN e ottiene da questo l'indirizzo del LES associato alla ELAN prescelta. Il LEC non è obbligato a

mantenere questa VCC dopo la fase di inizializzazione, ma può farlo se intende inviare ulteriori richieste al LECS.

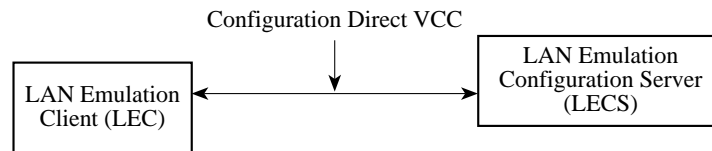


Fig. 20.8 - Configuration direct VCC.

La *control direct VCC* (figura 20.9) è una VCC bidirezionale, creata dal LEC con il LES della ELAN prescelta, per trasmettere traffico di controllo ed in particolare le richieste di LE_ARP (*LAN Emulation Address Resolution Protocol*) utilizzate per trovare le corrispondenze tra indirizzi MAC e indirizzi ATM.

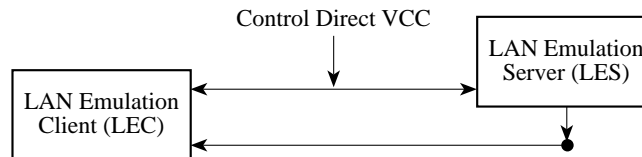


Fig. 20.9 - Control direct VCC.

La *control distribute VCC* (figura 20.10) può essere opzionalmente creata dal LES per trasmettere traffico di controllo verso i LEC e può essere di tipo punto-punto o punto-multipunto.

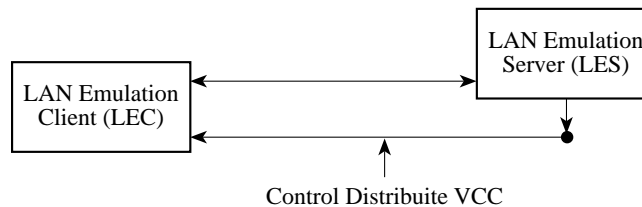


Fig. 20.10 - Control distribuite VCC.

Oltre alle VCC di controllo, esistono tre VCC per i dati dette "data connection". Esse sono la "data direct VCC", la "multicast send VCC" e la "multicast forward VCC".

La *data direct VCC* (figura 20.11) è una VCC punto-punto bidirezionale stabilita tra due LEC che si scambiano traffico di tipo singlecast.

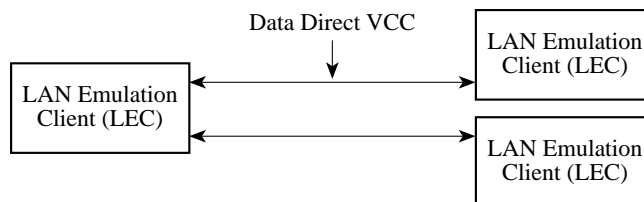


Fig. 20.11 - Data direct VCC.

La *multicast send VCC* (figura 20.12) è una VCC punto-punto monodirezionale dal LEC verso il BUS utilizzata dal LEC per trasmettere il traffico di multicast/broadcast e il traffico singlecast iniziale (in attesa che venga creata l'opportuna data direct VCC).

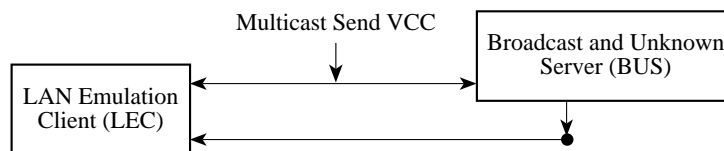


Fig. 20.12 - Multicast send VCC.

La *multicast forward VCC* (figura 20.13) è una VCC punto-punto o punto-multipunto dal BUS verso il LEC utilizzata per trasmettere il traffico di multicast/broadcast e il traffico singlecast iniziale.

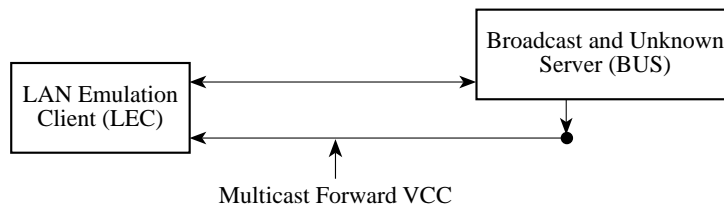


Fig. 20.13 - Multicast forward VCC.

In ambiente SVC il BUS sfrutta la trasmissione punto-multipunto di ATM, in ambiente PVC deve invece gestire direttamente l'invio dei messaggi a tutti i destinatari.

20.4.6 Modalità di funzionamento

Fase di inizializzazione

Quando una stazione ATM viene accesa, o più in generale inizializzata, essa attiva il livello ATM, quindi gli AAL e infine, se richiesto, il software di LAN Emulation ed in particolare la funzionalità di LEC. Il LEC acquisisce dei parametri di configurazione che possono comprendere indirizzi MAC, "emulated LAN name", "max frame size", ecc., e stabilisce un configuration direct VCC con il LECS, utilizzando l'indirizzo ATM del LECS che è definito dallo standard (è cioè un "well known ATM address").

Tramite la configuration direct VCC il LEC ottiene l'elenco delle ELAN presenti sulla rete ATM e può a questo punto chiedere di entrare a far parte di una di esse. Il LECS restituisce l'indirizzo ATM del LES responsabile di tale ELAN. Per ammettere configurazioni di tipo "plug and play" esiste anche la possibilità che sia il LECS a decidere autonomamente in quale ELAN inserire il LEC, in base alla sua collocazione fisica (indirizzo ATM) o alla sua identità (indirizzo MAC).

Fase di registrazione

Il LEC inizia la sua partecipazione ad una ELAN stabilendo una control direct VCC con il LES responsabile di tale ELAN. Tramite tale VCC il LEC registra sul LES uno o più indirizzi MAC ed eventualmente dei route descriptor (nel caso di emulazione IEEE 802.5 con source route bridging). Il LES risponde con l'apertura di una control distribute VCC verso il LEC.

L'ultima operazione che è necessaria per rendere operativo il LEC è l'apertura di una multicast send VCC con il BUS, a cui il BUS risponde con l'apertura di una multicast forward VCC verso il LEC. L'indirizzo ATM del BUS viene determinato dal LEC tramite una chiamata a LE_ARP con l'indirizzo MAC di broadcast (tutti i bit a uno) come parametro.

Fase di trasferimento dati

A questo punto il LEC è pronto a trasmettere delle trame MAC di tipo connectionless. Quando riceve dai livelli superiori la richiesta di trasmissione di una trama MAC, se l'indirizzo MAC di destinazione è di multicast/broadcast, la invia sulla multicast send VCC verso il BUS. Il BUS la ridistribuisce a tutti i nodi della ELAN tramite la multicast forward VCC.

Se la trama MAC ha un indirizzo di tipo singlecast (cioè è destinata ad un'altra stazione), il LEC verifica se ha già aperto una data direct VCC con l'indirizzo MAC

di destinazione e, in caso affermativo, invia la trama sulla data direct VCC. In caso contrario il LEC attiva le procedure per creare la data direct VCC, ma per non ritardare la trama la invia comunque al BUS tramite la multicast send VCC e il BUS la recapita a destinazione tramite la multicast forward VCC. La data direct VCC rimane disponibile per le trame successive, finché non viene automaticamente chiusa se il periodo di inutilizzo supera una soglia predefinita.

Fase di risoluzione degli indirizzi

La creazione di una data direct VCC verso un altro LEC richiede per prima cosa la traduzione dell'indirizzo MAC nel corrispondente indirizzo ATM. Questo avviene con l'aiuto del LES inviando la richiesta di traduzione (LE_ARP) al LES tramite la control direct VCC, a cui il LES risponde tramite la control VCC. Si noti che il LES apprende automaticamente le corrispondenze tra indirizzi MAC e indirizzi ATM in fase di inizializzazione, quando il LEC registra gli indirizzi MAC.

Se il LES non conosce l'indirizzo ATM di un client allora, in conformità allo schema adottato nei transparent bridge IEEE 802.1D, si tenta comunque di far giungere la trama a destinazione inviandola al BUS e da questo a tutti i proxy client (cioè a tutti i bridge).

Se una ELAN emula una LAN IEEE 802.5 allora è prevista anche la presenza di source routing bridge. Il LES, a fronte di una LE_ARP, può ritornare un campo Routing Information formato da un campo control e da una lista di Route Descriptor, uno per ogni bridge source routing da attraversare.

20.4.7 LE-PDU

Le LE-PDU vengono imbustate all'interno delle AAL5-SDU che hanno una dimensione massima fissata a 65535 ottetti. Tuttavia per mantenere la compatibilità con le LAN tradizionali e facilitare l'interoperabilità tramite bridge con esse, le dimensioni massime ammesse per le LE-PDU sono le stesse delle LAN tradizionali. Quindi, nelle connessioni tra LEC e LEC e tra LEC e BUS, le LE PDU devono avere le seguenti dimensioni massime:

- 1536 ottetti (32 celle) per emulazione di LAN IEEE 802.3/Ethernet;
- 4560 ottetti (95 celle) per emulazione di LAN IEEE 802.5/Token Ring a 4 Mb/s;
- 18240 ottetti (380 celle) per emulazione di LAN IEEE 802.5/Token Ring a 16 Mb/s.

Per facilitare l'interoperabilità tra una ELAN su cui sono utilizzati i protocolli TCP/IP ed una sottorete ATM su cui il protocollo IP è usato in modalità nativa, secondo lo RFC 1621 (si veda il capitolo 21), la dimensione massima delle LE-SDU è fissata a 9264 ottetti (193 celle).

BIBLIOGRAFIA

- [1] ATM Forum Technical Committee, Lan Emulation Sub-working Group, "LAN emulation over ATM - Version 0", 7/10/94
- [2] Biagioni, E. Cooper, R. Sansom: "Designing a Pratical ATM LAN", IEEE Network Magazine, March 1993.