

15

L'ARCHITETTURA DI RETE DNA/DECNET

15.1 INTRODUZIONE

DNA (Digital Network Architecture) è l'architettura di rete della DEC (Digital Equipment Corporation). Si tratta di un'architettura di rete proprietaria, con aperture verso gli standard, i cui protocolli sono realizzati sia da DEC sia da molti altri costruttori di calcolatori e apparati di routing.

DECnet è il nome della principale famiglia di prodotti hardware e software che realizzano DNA. DECnet è nata nel 1975 come mezzo per far comunicare tra loro calcolatori di tipo PDP-11 e si è evoluta attraverso tre versioni principali dette *fasi*.

DECnet fase III è stata la prima versione ad avere un successo commerciale, ma è stata DECnet fase IV, introdotta parallelamente ai calcolatori VAX e al sistema operativo VMS, a dare a DECnet la grande diffusione. Oggi la maggior parte dei calcolatori che fa parte di una rete conforme a DNA utilizza DECnet fase IV.

La rete DECnet è stata concepita sin dall'inizio come una rete di calcolatori paritetici che possono comunicare con qualsiasi altro calcolatore senza che i messaggi debbano transitare attraverso un calcolatore centrale. Il software DECnet è stato progettato pensando alle problematiche di *distributed processing* e l'hardware ha utilizzato le reti locali ed in particolare Ethernet sin dalla loro nascita.

La struttura di una rete DECnet è quindi quella di una interconnessione di reti locali Ethernet tramite router che implementano i primi tre livelli dell'architettura DECnet. Quindi DECnet ha precorso i tempi e ha concepito la rete globale come un internetworking di LAN.

I protocolli di DECnet fase IV, pur essendo simili a quelli di OSI, non sono compatibili con questi ultimi, né lo sono con quelli dell'architettura TCP/IP. Fase IV è quindi una architettura proprietaria, molto diffusa anche su calcolatori non DEC e

che ha dei limiti nelle dimensioni massime delle reti che si possono realizzare (circa 64000 nodi) a causa di un indirizzamento limitato a 16 bit. Per questa ragione dal 1991 DEC ha introdotto DECnet fase V.

DECnet fase V è un'architettura di rete totalmente compatibile con gli standard OSI e per questo viene spesso detta anche DECnet/OSI. DEC è stato il primo costruttore di calcolatori ad abbandonare un'architettura di rete proprietaria per adottare lo standard OSI. Altri costruttori di calcolatori hanno deciso di abbandonare le loro reti proprietarie, ma di adottare lo standard "de facto" TCP/IP. Visto il grande successo di mercato e la grande diffusione dell'architettura TCP/IP e di Internet anche DEC ha prodotto una nuova versione di DECnet (DECnet fase IP) che appoggia gli applicativi proprietari di DECNET fase IV sull'architettura TCP/IP.

DECnet fase V, oltre ad essere compatibile con OSI, mantiene anche la compatibilità con DECnet fase IV e permette di realizzare reti miste in cui alcuni calcolatori utilizzano il software fase IV, altri quello fase V.

Realizzazioni di DECnet sono oggi disponibili su moltissime piattaforme, a partire dal personal computer sino al mainframe.

15.2 DECNET FASE IV

15.2.1 Nodi, linee e circuiti

Nodi, linee e circuiti sono i tre elementi base che costituiscono una rete DECnet fase IV (detta da qui in poi semplicemente DECnet).

I *nodi* sono i calcolatori, i router o i gateway, cioè tutti quegli elementi di rete che realizzano il livello 3 di DECnet (*routing*) e che hanno quindi un indirizzo DECnet. L'indirizzo deve essere univoco su tutta la rete.

All'indirizzo è molto spesso associato, per comodità, un nome tramite una base di dati locale a ciascun nodo e quindi non è né garantita né richiesta la consistenza dei nomi sulla rete.

I nodi sono interconnessi tramite *linee* che possono essere di tipo punto-punto, punto-multipunto o broadcast (le reti locali). Sulle linee fisiche si definiscono canali logici di comunicazione detti *circuiti*. I circuiti sono i mezzi con cui i nodi si scambiano i pacchetti DECnet. La distinzione tra linee e circuiti è poco significativa sui canali punto-punto o sulle reti locali, in cui è associato un circuito per ogni linea, ma è più importante per le linee punto-multipunto o per le reti a commutazione di pacchetto (ad esempio X.25) in cui su un'unica linea è possibile definire più circuiti.

La figura 15.1 mostra un esempio in cui la linea 2 interconnette in modalità

punto-multipunto i nodi B, C e D, e sono definiti su di essa due circuiti, uno tra B e C e l'altro tra B e D.

Poiché un calcolatore può eseguire contemporaneamente più programmi e processi, è indispensabile stabilire un collegamento tra due processi che comunicano utilizzando la rete: tale connessione logica in DECnet si chiama *logical link*. Il programma o processo con cui un altro programma o processo chiede di stabilire un *logical link* è detto *object*.

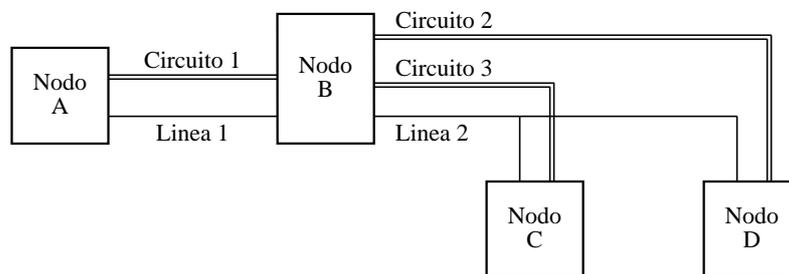


Fig. 15.1 - Nodi, linee e circuiti.

Un *logical link* può essere definito tra due processi in esecuzione sullo stesso calcolatore o su calcolatori vicini, ma anche tra due processi localizzati su calcolatori molto distanti. In questo caso i pacchetti inviati sul *logical link* attraversano molti nodi intermedi prima di giungere a destinazione e i nodi intermedi provvedono al loro instradamento utilizzando la funzionalità di routing.

15.2.2 Architettura a livelli

La figura 15.2 mostra affiancati il modello di riferimento OSI, l'architettura di DECnet e alcuni protocolli utilizzati in DECnet.

Si noti che la struttura di DECnet è molto simile a quella di OSI in quanto deriva dallo stesso "ceppo", ma è incompatibile con quest'ultima in quanto i protocolli utilizzati da DECnet non sono conformi agli standard OSI.

In particolare, a livello 1 (Fisico) e 2 (Data Link) DECnet può utilizzare canali punto-punto o punto-multipunto gestendoli con il protocollo proprietario DDCMP (*Digital Data Communication Message Protocol*), reti locali (Ethernet e FDDI), reti a commutazione di pacchetto (X.25) e il bus CI (*Computer Interconnect*), un bus seriale a 70Mb/s utilizzato da DEC per la sua architettura cluster.

Il DDCMP è un protocollo di tipo *byte-oriented*, proprietario, progettato nel 1974 espressamente per la rete DECnet. Pur avendo buone prestazioni è un protocollo superato in quanto oggi si utilizzano esclusivamente protocolli della famiglia HDLC, previsti negli standard OSI.

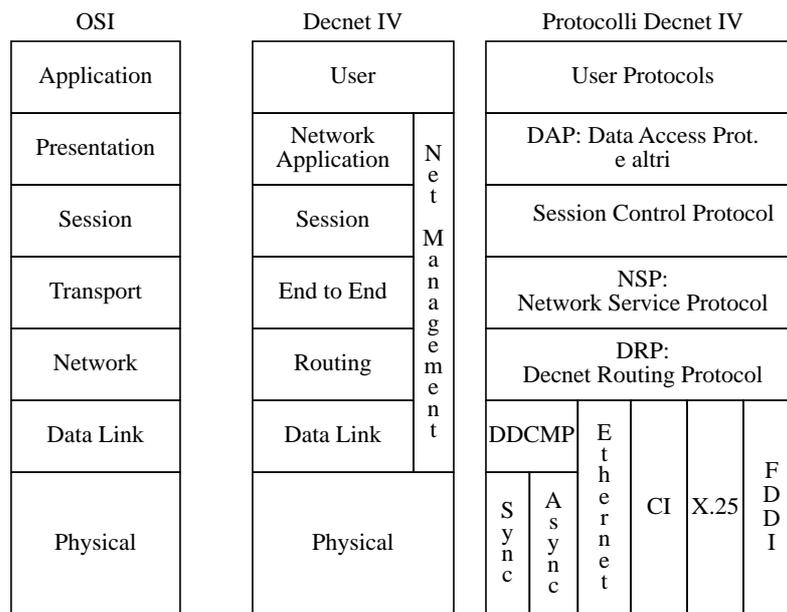


Fig. 15.2 - Architettura di DECnet fase IV.

L'interconnessione alle reti locali avviene tramite Ethernet v.2.0 (non IEEE 802.3) e FDDI. Questo non significa che non si possa utilizzare hardware conforme ad IEEE 802.3, ma solo che l'imballaggio utilizzato è quello Ethernet v.2.0.

Reti locali Ethernet e FDDI su cui sono utilizzati protocolli DECnet possono essere interconnesse tramite router o bridge.

Le reti a commutazione di pacchetto X.25 sono viste come canali punto-multipunto su cui realizzare uno o più circuiti DECnet detti DLM (*Data Link Mapping*), verso altrettanti DTE X.25. I DLM devono essere predefiniti in modo consistente sui router che li gestiscono.

A livello 3 (routing) DECnet utilizza il protocollo non connesso DRP (*DECnet Routing Protocol*) e un routing di tipo adattativo, dinamico, basato su un algoritmo distance vector (si veda paragrafo 14.6). Le decisioni di routing di DECnet sono basate sui concetti di costo e di hop.

Per ogni logical link, DECnet cerca di determinare un cammino di instradamento detto *path* che minimizzi il costo e, a parità di costo, il numero di hop. Se due oggetti X e Y devono comunicare esistono due path, uno che collega X a Y e l'altro che collega Y a X. Generalmente i due path sono diversi.

Se un path diventa non più disponibile a causa di un guasto, i router determinano immediatamente se esiste un path alternativo e in questo caso reinstradano il logical link sul nuovo path senza che questo cada e debba essere riattivato.

La figura 15.3 mostra i moduli hardware e software che normalmente sono presenti su un nodo DECnet con una visione complementare a quella di figura 15.2. Si noti il modulo DRP (modulo di routing) che concentra e smista tutte le comunicazioni che giungono dai vari circuiti e dal software di livello superiore.

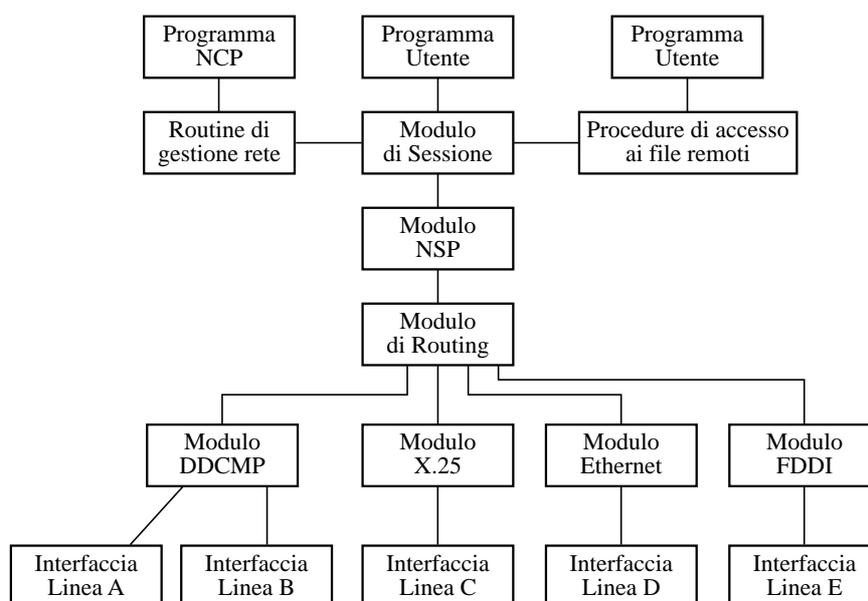


Fig. 15.3 - Moduli DNA su un nodo DECnet.

Il modulo DRP è di tipo connectionless e quindi tratta i pacchetti secondo la filosofia datagram. Per rendere affidabile la comunicazione sul modulo DRP si appoggia il modulo NSP (*Network Service Protocol*) che include anche le funzionalità di gestione delle connessioni, controllo di flusso, controllo degli errori, segmentazione e riassettaggio dei messaggi. Il modulo NSP ha funzionalità simili al TP4 OSI.

Sul modulo NSP si appoggia il Session Control Layer che definisce gli aspetti della comunicazione che dipendono dai sistemi, quali la traduzione da nomi ad

indirizzi, l'indirizzamento dei processi e il controllo degli accessi.

Sul modulo di *session control* possono appoggiarsi gli applicativi di utente, sia indirettamente, utilizzando ad esempio delle procedure di accesso a file remoti (DAP), sia direttamente. Infine sul session control si appoggiano i moduli di network management.

Un esempio di pacchetto DAP è riportato in appendice B, paragrafo B.4.1.

15.2.3 Indirizzi

Gli indirizzi di DECnet sono su 16 bit (2 byte o 2 ottetti). I 16 bit sono divisi in due gruppi: un primo gruppo di 6 bit è detto indirizzo di area, un secondo gruppo di 10 bit è detto indirizzo di nodo. Gli indirizzi si scrivono in decimale con un punto tra i due gruppi, nella forma *Area.Nodo* (figura 15.4).

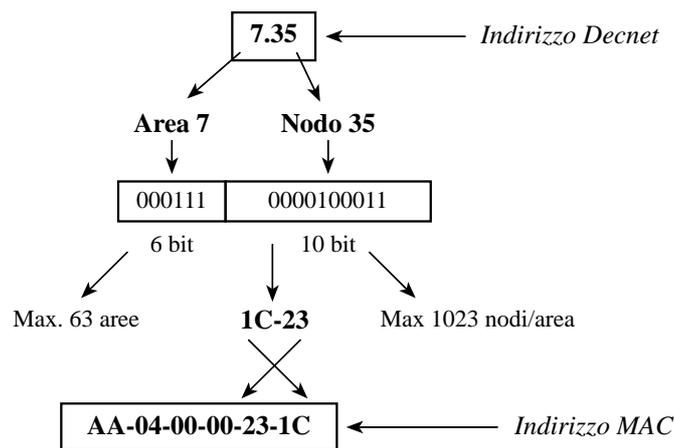


Fig. 15.4 - Indirizzi.

L'indirizzo 0.0 è riservato ed indica il calcolatore stesso, quindi il numero massimo di aree è 63 (da 1 a 63) e il numero massimo di nodi per area 1023 (da 1 a 1023). Esempi di indirizzi sono 2.1, 63.1023 e 7.19.

Lo spazio di indirizzamento di DECnet, grande circa 64000 nodi, pur non avendo una dimensione esigua, è troppo limitato per consentire un indirizzamento univoco a livello mondiale. Per questo motivo non è mai esistita una *addressing authority* internazionale per DECnet e quindi gli utenti hanno assegnato gli indirizzi in funzione di piani di indirizzamento interni alle varie organizzazioni.

La relazione tra gli indirizzi di livello 3 e gli indirizzi di livello 2 MAC è

algoritmica ed è riportata in figura 15.4. Il software DECnet, quando viene attivato su una scheda di rete locale, sostituisce all'indirizzo MAC *universal*, definito nella ROM della scheda, un indirizzo *local* ricavato preponendo ai 16 bit dell'indirizzo DECnet i seguenti 32 bit: AA-00-04-00 (per ulteriori dettagli si veda il paragrafo 5.6.7). In tal modo DECnet non necessita di protocolli ausiliari quali l'ARP di TCP/IP per mantenere una tabella di corrispondenza tra questi due tipi di indirizzi.

Si noti che DECnet, poiché cambia l'indirizzo MAC delle schede di LAN, deve essere il primo protocollo di rete ad essere attivato in un ambiente multiprotocollo. In caso contrario, un protocollo attivato prima del DECnet supporrebbe di utilizzare l'indirizzo MAC *universal* della scheda di LAN, invece di quello *local* forzato dal DECnet, e quindi non funzionerebbe.

15.2.4 Gerarchia

Il tipo di gerarchia realizzabile è esemplificata in figura 15.5. Essa mostra una rete gerarchica con tre aree DECnet, la 1, la 3 e la 6. Si noti che i nodi devono appartenere totalmente ad una sola area e quindi anche i router appartengono ad un'area, pur potendo gestire collegamenti con altre aree. Questo può sembrare banale, ma deve essere evidenziato in quanto un'altra importante architettura di rete (il TCP/IP) usa un approccio diverso.

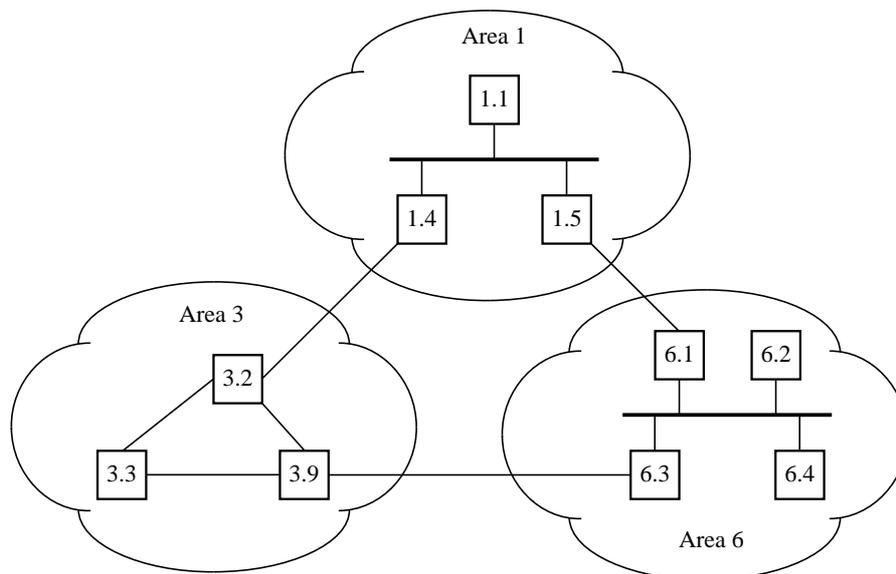


Fig. 15.5 - Struttura gerarchica.

I nodi che partecipano a questa struttura gerarchica si dividono in tre classi:

- *End Node (EN)*: hanno un solo collegamento di rete con un altro nodo della stessa area;
- *Router di livello 1 (L1)*: hanno più di un collegamento di rete, ma tutti con nodi appartenenti alla stessa area;
- *Router di livello 2 (L2)*: hanno collegamenti anche con router di altre aree o comunque si trovano su un cammino tra aree diverse.

I router di livello 2 vengono anche detti *area router* e svolgono sempre anche le funzionalità di router di livello 1.

15.2.5 Router di livello 1 e 2

I router di livello 1 gestiscono collegamenti *intra-area*, cioè all'interno della stessa area, mentre i router di livello 2 gestiscono collegamenti *inter-area*.

La figura 15.6 mostra un esempio di rete con 2 aree e la tipologia dei nodi.

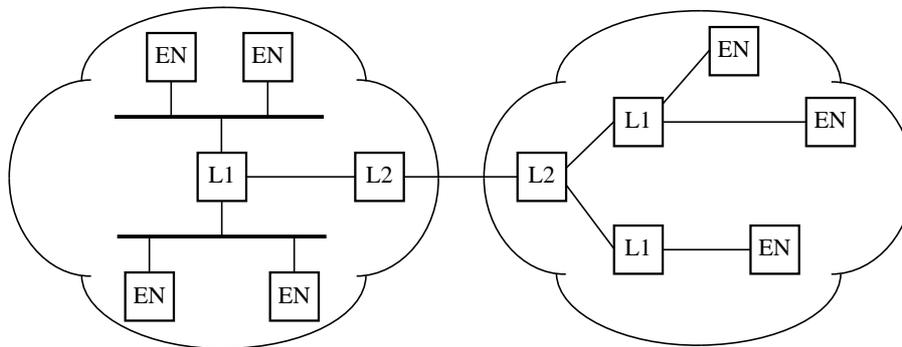


Fig. 15.6 - Router e End Node.

DECnet non impone alcuna relazione tra le aree e le reti fisiche. La figura 15.7 mostra tre possibili piani di indirizzamento per la stessa rete, tutti e tre leciti e funzionanti.

Un'area può corrispondere ad una LAN (figura 15.7b), ma più LAN possono far parte della stessa area (figura 15.7a), oppure più aree possono essere presenti sulla stessa LAN (figura 15.7c). Tuttavia questa estrema flessibilità di configurazione deve essere usata con "buon senso". È opinione degli autori che il buon senso debba sempre essere il primo criterio progettuale, ma l'esperienza quotidiana nella diagnosi delle reti malfunzionanti indica che così non è! In particolare occorre non dimenticare il

problema dell'area partizionata, illustrato nel paragrafo 14.9, cui DECnet è soggetta. Quindi è bene limitare il numero di connessioni inter-area. Una progettazione ideale da questo punto di vista consiste nel collegare tutti gli area router su un'unica LAN (Ethernet o FDDI) e gestire solo collegamenti geografici di tipo intra-area.

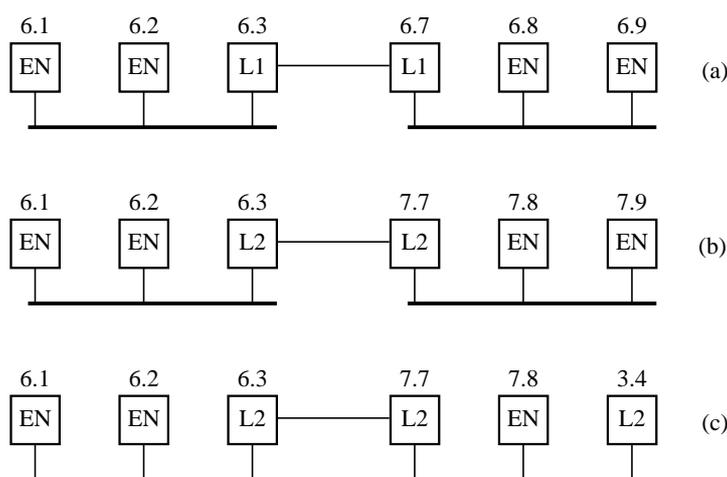


Fig. 15.7 - Aree e reti fisiche.

Quando questo approccio non è possibile, occorre almeno configurare le aree in modo magliato affinché un guasto singolo non le partizioni e comprendere quali router devono essere di livello 1 e quali di livello 2, tenendo conto che un nodo deve avere il minimo livello possibile per ottenere prestazioni elevate. È errato, ad esempio, definire un EN come L1, anche se la rete continua a funzionare.

La figura 15.8 mostra una rete con 3 aree e il livello appropriato dei nodi. Si noti che il router R27 deve essere di livello 2 anche se ha solo collegamenti intra-area.

Infatti R27 si trova su una maglia di livello 2 e in caso di guasti può trovarsi a dover trasportare traffico inter-area e comunque, anche in assenza di guasti, deve propagare i distance vector di area routing che si scambiano i router di livello 2.

L'appendice B riporta esempi di distance vector di livello 2 (paragrafo B.4.5) e di livello 1 (paragrafo B.4.4). Inoltre nei paragrafi B.4.2 e B.4.3 sono riportati i pacchetti di neighbor greetings che DECnet utilizza su LAN per permettere ai router di conoscere gli end node e viceversa.

Tramite i pacchetti di neighbor greetings DECnet elegge su ogni LAN *undesigned router di livello 1* ed eventualmente un *designated router di livello 2*. Il ruolo del designated router è simile a quello dello pseudo-nodo introdotto nel paragrafo 14.7.2.

Il designated router riceve i pacchetti dagli end node e li instrada sulla rete inviando eventualmente messaggi di routing redirect ai nodi mittenti.

Il progetto di una rete DECnet si riduce quindi a tre semplici fasi:

- identificazione delle aree e stesura del piano di indirizzamento;
- assegnazione degli indirizzi a tutti i nodi;
- assegnazione del livello (EN, L1, L2) a tutti i nodi.

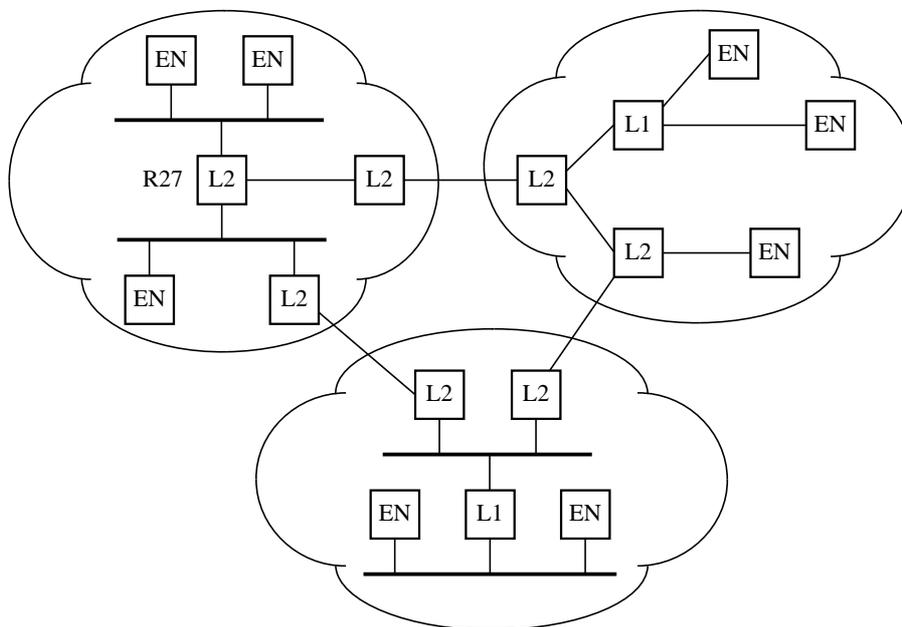


Fig. 15.8 - Router di livello 1 e 2.

Queste tre fasi portano ad una rete funzionante che può essere ottimizzata durante il normale funzionamento agendo sui costi delle linee e sull'elezione dei designated router (che può essere controllata tramite un parametro di priorità).

15.2.6 Gateway verso altri mondi

Nell'architettura di rete DNA è anche presente il concetto di gateway verso un'altra architettura di rete. In particolare, nelle reti DECnet è comune trovare gateway verso reti X.25 (ad esempio, in Italia Itapac) e verso reti IBM/SNA (figura 15.9).

I gateway sono collegati direttamente alla rete locale in modo che le loro funzionalità siano accessibili da tutti i nodi DECnet.

I gateway X.25 possono essere impiegati per vari scopi:

- come mezzi per definire dei DLM, cioè dei circuiti DECnet su X.25;
- come mezzi per fornire e/o utilizzare le reti X.25 in emulazione di terminale;
- come piattaforma di sviluppo di applicativi distribuiti basati su X.25 anche in ambiente multivendor non DECnet.

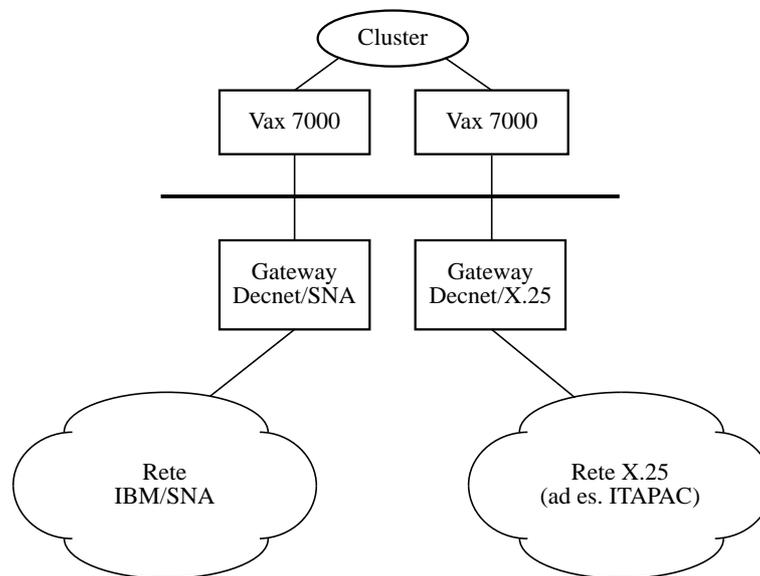


Fig. 15.9 - Gateway SNA e X.25.

I gateway DECnet/SNA permettono ai nodi di una rete DECnet di accedere ai principali applicativi di una rete IBM/SNA (ad esempio, emulazione 3270, remote job entry, accesso a basi di dati) e inoltre forniscono un ambiente per lo sviluppo di applicativi distribuiti, quali quelli basati su APPC/IBM (*Application Program to Program Communication*).

15.2.7 Cluster

La figura 15.9 illustra un esempio di cluster VAX formato da due VAX 7000. Il cluster è una modalità per interconnettere strettamente elaboratori omogenei con lo

scopo di far loro condividere lo stesso file system.

Dal punto di vista DECnet il cluster ha un indirizzo di rete per ogni nodo più, eventualmente, un indirizzo collettivo per tutto il cluster. Tale indirizzo collettivo viene gestito definendo i nodi che partecipano al cluster come L1.

Inoltre il bus CI può essere utilizzato anche come circuito DECnet. Normalmente esso viene definito ad un costo superiore a quello della LAN in modo da fungere da circuito di backup.

15.2.8 ATG

L'ATG (*Address Translation Gateway*) è una funzionalità di interconnessione di reti DECnet fase IV offerta da alcuni costruttori di router, tra cui Cisco.

Per comprendere tale funzionalità occorre ricordare che, essendo il routing di DECnet sempre e solo adattativo e dinamico, l'inserzione di un router tra due reti le trasforma automaticamente in una sola rete.

Questo molto spesso non è desiderato, per esempio se esistono problemi di sicurezza, e può portare a gravi malfunzionamenti se le due reti non hanno piani di indirizzamento compatibili.

L'ATG è una connessione più lasca in cui, tramite una tabella manuale scritta sul router che realizza l'ATG, si mappano pochi indirizzi di una rete su indirizzi dell'altra rete e viceversa [1]. Quindi le reti rimangono separate, ma alcuni calcolatori sono visibili su entrambe le reti. I loro indirizzi vengono modificati in modo da renderli compatibili con i due piani di indirizzamento che non devono essere modificati e restano tra loro incompatibili.

Ad esempio, un calcolatore con indirizzo 15.1 di una rete può essere reso visibile sull'altra rete con indirizzo 7.67.

15.3 ALTRI PROTOCOLLI DEC

Molti applicativi appartenenti alla DNA non utilizzano l'intera pila di protocolli DECnet in quanto appoggiano il protocollo applicativo direttamente sulla rete locale e quindi, non avendo il livello DRP, non possono essere instradati dai router.

Tali protocolli sono concepiti per essere limitati alla rete locale, eventualmente estesa con l'uso di bridge locali o remoti.

15.3.1 LAT e terminal server

Il LAT (*Local Area Transport*) è stato sviluppato per interconnettere in modo flessibile terminali e stampanti provvisti unicamente di interfacce seriali ad elaboratori tramite una LAN. Il collegamento avviene impiegando concentratori provvisti di una interfaccia LAN e più interfacce seriali, detti *terminal server* (figura 15.10), che si occupano di imbustare le trasmissioni seriali in pacchetti di rete locale. Per il collegamento di stampanti in rete esistono anche terminal server con interfaccia parallela.

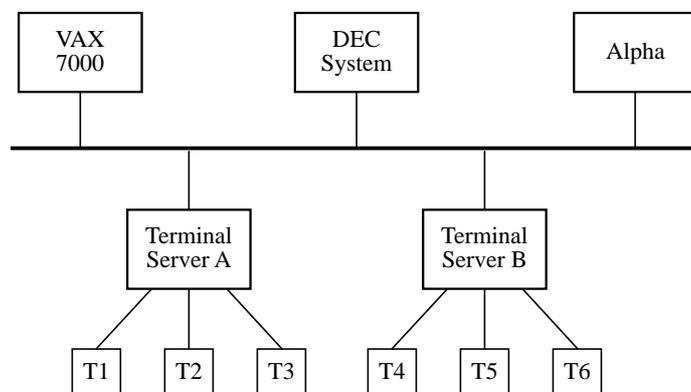


Fig. 15.10 - LAT e terminal server.

I terminal server utilizzano i protocolli LAT e telnet (paragrafo 16.12.1) per definire circuiti virtuali tra i terminali e i calcolatori. Ad esempio il terminal server A può avere attivi due circuiti virtuali, uno da T1 al VAX 7000 e l'altro da T3 al calcolatore Alpha, mentre il terminal server B può realizzarne altri tre: da T4 a VAX 7000, da T6 a VAX 7000 e da T5 a DEC System.

Un esempio di PDU LAT è riportato in appendice B, paragrafo B.5.

15.3.2 LAVC

Il LAVC (*Local Area VAX Cluster*) è un protocollo che permette ad elaboratori DEC di realizzare dei cluster, utilizzando come canale di comunicazione la rete locale invece del bus CI.

Questo protocollo si è diffuso rapidamente sugli elaboratori di fascia medio-bassa in quanto permette di ottenere la funzionalità di cluster senza dover effettuare

investimenti in hardware specializzato (molto spesso non disponibile).

Quando poi la rete locale utilizzata per il LAVC è separata da un bridge ed è o di tipo Ethernet con poche stazioni, o di tipo FDDI, allora anche le prestazioni sono competitive con la soluzione basata su CI.

15.3.3 MOP

Il MOP (*Maintenance Operation Protocol*) è utilizzato nell'architettura DNA per funzionalità di gestione della rete. Il MOP è stato concepito per il downline loading di software verso router, gateway e terminal server e per l'upline dumping della memoria di questi apparati in caso di malfunzionamento.

La modalità classica di operare di questo protocollo è la seguente: quando un router, un gateway o un terminal server viene acceso o reiniziato, esso invia in multicast sulla LAN una richiesta di *memory load with transfer address*, cioè la richiesta di software da eseguire (detto nel seguito "immagine").

Alcuni nodi DECnet appartenenti alla LAN vengono abilitati a servire le richieste di MOP specificando anche quale immagine trasmettere, in funzione dell'indirizzo MAC del richiedente. Ad esempio, in figura 15.11 è mostrata una LAN su cui sono stati abilitati due nodi (per ragioni di affidabilità) a servire le richieste di MOP.

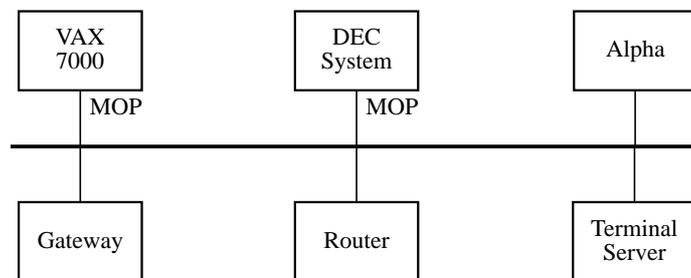


Fig. 15.11 - MOP.

I nodi abilitati rispondono alla richiesta ed inviano l'immagine. Il richiedente la carica in memoria e ne inizia l'esecuzione.

L'immagine caricata, una volta in esecuzione, può richiedere, sempre tramite il MOP, l'invio di altri programmi eseguibili e/o di file di parametri oppure di effettuare il dump della memoria.

Un esempio di PDU MOP è riportato in appendice B, paragrafo B.7.2.

15.4 DECNET FASE V

Con DECnet fase V la DEC ha abbandonato i protocolli proprietari e ha costruito una piattaforma comprendente i livelli 1, 2 e 3 del modello di riferimento OSI, in modo assolutamente conforme a tale standard. Su tale piattaforma (figura 15.12) si appoggiano due pile di protocollo, quella OSI e quella DECnet fase IV.

Applicativi OSI	Applicativi Decnet fase IV
X.400, X.500, VT, FTAM	User Protocols
Presentation OSI	DAP e altri
Session OSI	Session Control fase IV
Transport OSI TP0, TP2, TP4	NSP
Network OSI	
Vari Data Link OSI	
Vari Livelli Fisici OSI	

Fig. 15.12 - DECnet fase V.

Ai livelli 1 e 2 viene sostituito Ethernet con IEEE 802.3 e il DDCMP con HDLC, ma il cambiamento più importante avviene a livello 3 dove vengono adottati i protocolli OSI ed in particolare la scelta preferenziale è per il protocollo non connesso ISO 8473, per l'ES-IS ISO 9542 e per l'IS-IS ISO 10589.

In appendice B è mostrato un pacchetto generato dalla pila OSI di DECnet fase V e trasportato su un protocollo di livello 3 ISO 8473 (paragrafo B.6.1) e un pacchetto ISH (Intermediate System Hello) appartenente al protocollo ES-IS ISO 9542 (paragrafo B.6.3).

Con l'ISO 8473 vengono anche introdotti i nuovi indirizzi detti NSAP (Network Service Access Point) molto più ampi dei precedenti e univoci a livello mondiale.

Con ISO 10589 viene introdotto un algoritmo per il calcolo delle tabelle di instradamento di tipo LSP (Link State Packet) in luogo del distance vector di DECnet fase IV.

Con DECnet fase V viene introdotta una netta distinzione tra ES (*End System*) e IS (*Intermediate System*). Gli ES sono i calcolatori collegati ad una LAN, eventualmente con più di un collegamento (*multi-link ES*), senza per questo diventare router. Gli IS, cioè i router, sono realizzati da hardware dedicato.

Per facilitare la migrazione da fase IV a fase V viene garantito un certo livello di convivenza tra le due fasi. In particolare, a livello di LAN, nodi fase IV e fase V possono convivere (anche se i nodi fase IV non possono in questo modo trarre giovamento dal nuovo indirizzamento esteso) e aree DECnet diverse possono essere in fasi diverse (attenzione: tutti i router di un'area devono essere nella stessa fase).

Con DECnet fase V viene anche introdotto il DNS (*Domain Name Server*), cioè una base di dati distribuita che mantiene la corrispondenza tra nomi e indirizzi in modo consistente su tutta la rete.

Poiché DECnet fase V è totalmente conforme agli standard OSI, per una sua più approfondita discussione si rimanda al capitolo 17.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Cisco Systems, "Internetworking Technology Overview", Codice documento DOC-ITO13 78-1070-01, 1993.
- [2] J. Martin, J. Leben, "DECnet Phase V: An OSI Implementation", Digital Press, Bedford MA (USA), 1992.
- [3] Digital, "Digital's Networks: An Architecture With A Future", Documento Digital EB- 26013-42, 1984.
- [4] Digital, "DECnet for OpenVMS Guide to Networking", Documento Digital AA-PV5ZA-TK, May 1993.
- [5] ISO 8473, "Protocol for Providing the Connectionless-mode Network Service".
- [6] ISO 9542, "End system to Intermediate system routing exchange protocol for use in conjunction with the Protocol for providing the connectionless-mode network service".
- [7] ISO 10589, "Intermediate system to Intermediate system Intra-Domain routing information exchange protocol for use in conjunction with the Protocol for providing the connectionless-mode network service".