

18

LE ARCHITETTURE DI RETE SNA, APPN, HPR/APPN+ E BBNS

18.1 INTRODUZIONE

La IBM Corporation è sempre stata uno degli attori principali nel mondo delle reti di calcolatori. La sua principale architettura di rete è SNA (*System Network Architecture*) la cui introduzione è iniziata nel 1974 ed è terminata nel 1978.

SNA è una architettura di rete proprietaria, anche se realizzata da altri costruttori di calcolatori e apparati di rete. SNA è una architettura pensata per sistemi informativi basati su mainframe che devono interconnettere un grandissimo numero di terminali distribuiti sul territorio.

Questa struttura, concepita con uno o più mainframe al centro, ha reso meno interessante SNA per le applicazioni odierne, concepite per operare in modalità client-server, tipicamente tra elaboratori più piccoli (mini e personal computer).

La risposta di IBM a queste nuove necessità è stata la definizione di una strategia di networking più ampia, mostrata in figura 18.1.

La nuova strategia prevede di continuare il supporto di SNA, di sviluppare una rete nuova (APPN) e di usare standard affermati. Inoltre essa evidenzia che:

- le interfacce di programmazione (API) devono essere indipendenti dal tipo di trasporto offerto dalla rete;
- i protocolli di trasporto devono essere indipendenti dal livello Data Link ed avere una semantica comune.

IBM ha definito una semantica comune di trasporto multiprotocollo detta CTS (*Common Transport Semantic*). L'architettura CTS è realizzata, nei prodotti della famiglia MPTN (*Multi Protocol Transport Networking*) quali, ad esempio, IBM AnyNet, che consentono la scrittura di applicativi indipendenti dal trasporto.

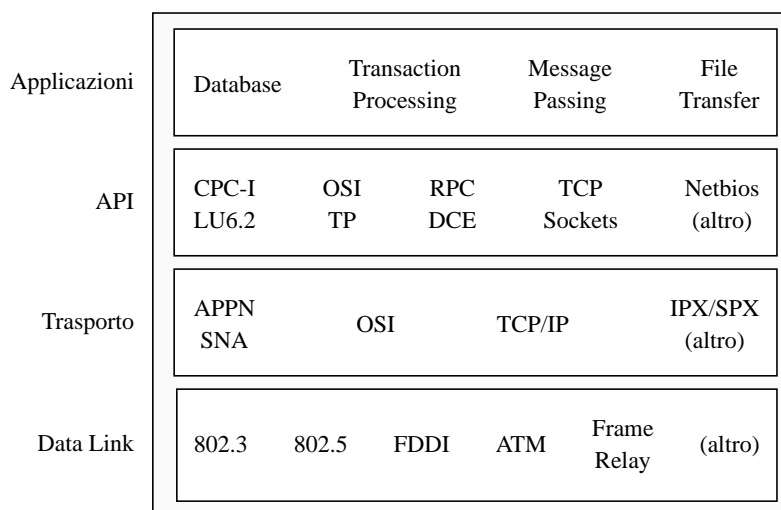


Fig. 18.1 - Networking blueprint di IBM.

Questa nuova strategia IBM ha già trovato una sua applicazione a vari livelli:

- a livello Data Link IBM ha iniziato a fornire supporto, oltre che per collegamenti proprietari quali il canale IBM e SDLC, anche per reti standard quali X.25, Token Ring, IEEE 802.3, FDDI, Frame Relay e ATM;
- a livello di trasporto è stato introdotto TCP/IP, vista la grande richiesta del mercato, ma gli sviluppi strategici puntano su APPN (*Advanced Peer to Peer Network*), una rete ad alte prestazioni sviluppata da IBM, sulla sua evoluzione HPR/APPN+, e su un ulteriore sviluppo verso le reti a larga banda detto BBNS (*Broad Band Network Service*);
- a livello di API la scelta preferenziale IBM è APPC (*Advanced Program-to-Programm Communication*) un servizio di comunicazione noto anche con la sigla LU 6.2 e normalmente utilizzato tramite la CPI-C (*Common Programming Interface for Communication*), una interfaccia disponibile su varie piattaforme.

La figura 18.2 mostra in modo comparato il modello di riferimento OSI, e le architetture di rete TCP/IP, SNA e APPN. Con riferimento a tale figura occorre evidenziare che anche in APPN, come in SNA, esistono funzioni di data flow control e di management service. Le differenze principali tra queste due architetture risiedono nel modo di decidere gli instradamenti e di fare il routing, e nella distribuzione delle funzioni di management. In SNA tali funzionalità sono concentrate, mentre in APPN sono distribuite.

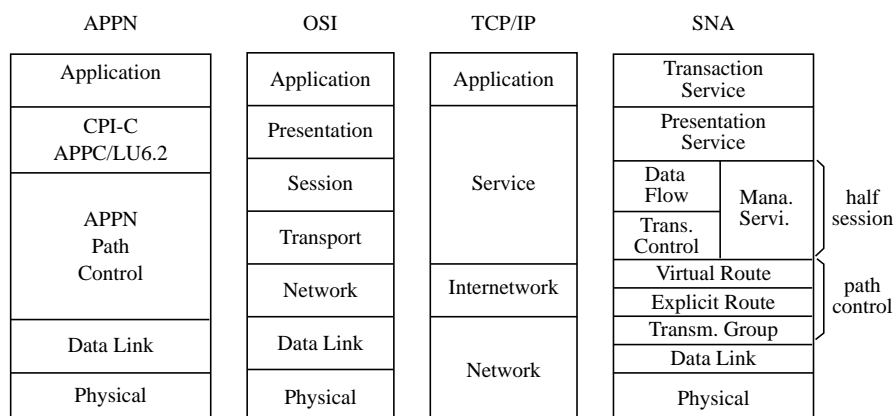


Fig. 18.2 - Architetture di rete.

18.2 LA RETE SNA

L'architettura di rete SNA è stata concepita da IBM per facilitare la condivisione delle risorse e, in particolare, per permettere ad ogni terminale di accedere ad ogni applicativo, per permettere un migliore utilizzo delle linee (con SNA viene introdotto il protocollo SDLC), per permettere di raggruppare una o più linee in una struttura detta *transmission group* o *trunk*, per consentire la comunicazione tra applicativi diversi, per decentrare le funzioni di rete all'esterno dell'host, per garantire l'indipendenza della rete dai collegamenti fisici e dai dispositivi e per avere una struttura hardware e software gerarchica.

Poiché molti nodi di rete IBM sono in grado di operare attualmente sia con SNA sia con APPN, quando si vuole fare esplicitamente riferimento alle funzionalità originali di SNA si usa la terminologia *hierarchica SNA* o *subarea SNA*. Il paragrafo 18.2 è dedicato alla descrizione di subarea SNA.

18.2.1 Il livello Fisico e Data Link

A livello Fisico e Data Link (figura 18.2) le reti SNA possono usare varie tecnologie trasmissive. Le prime due ad essere introdotte sono state il canale (si veda il paragrafo 18.2.2) e le linee trasmissive punto-punto e punto-multipunto con il protocollo SDLC (si veda il paragrafo 13.2).

A questi sono seguite le reti X.25, la rete locale Token Ring e più recentemente IEEE 802.3, FDDI, ATM, ISDN e Frame Relay.

A livello Data Link la rete SNA utilizza sempre protocolli connessi; ad esempio, sulle reti locali SNA usa un LLC di tipo 2.

18.2.2 Il canale

Il canale è una struttura di comunicazione di lunghezza limitata, ad alte prestazioni, utilizzata per interconnettere le risorse di rete all'host. Esistono due tipi di canale:

- *Bus-and-Tag* è un canale parallelo (trasferisce un byte alla volta) in rame con prestazioni di circa 4 Mbyte/s e lunghezza massima di 120 m;
- *ESCON (Extended System CONnection)* è un canale seriale in fibra ottica che, rispetto al Bus-and-Tag, è in grado di coprire distanze maggiori (sino a 43 Km), con prestazioni circa 8 volte superiori.

18.2.3 Tipi di nodi

I nodi di una rete SNA possono essere di vario tipo (figura 18.3) e sono descritti nei paragrafi seguenti.

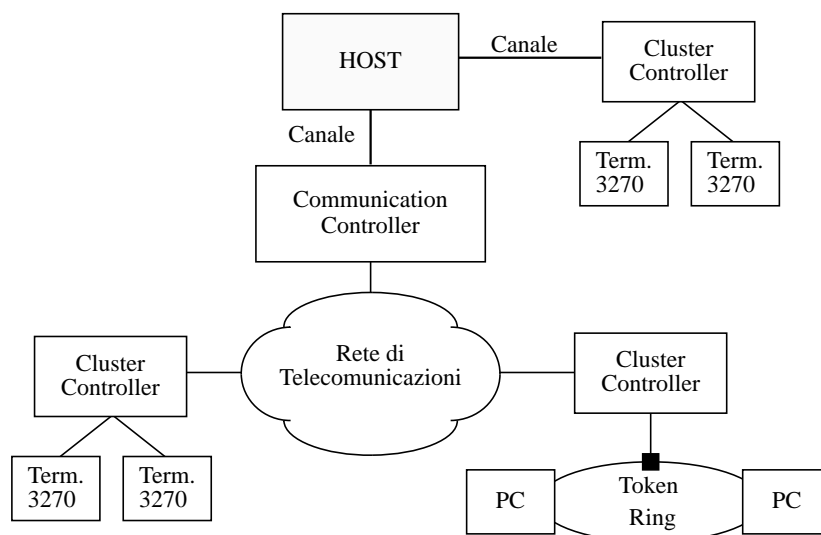


Fig. 18.3 - Componenti fisici di una rete SNA.

18.2.4 Host

Sono i nodi di rete che, oltre ad eseguire i programmi applicativi, realizzano funzioni di controllo sulla rete.

Le principali famiglie di host IBM sono:

- S/36 e S/38. Sistemi 36 e Sistemi 38 sono due architetture simili di minicomputer, ormai obsolete e sostituite dall'architettura AS/400.
- AS/400. Famiglia di host di medie prestazioni, compatibile con i precedenti S/36 e S/38.
- S/370. Architettura IBM del passato, include modelli che hanno avuto una larga diffusione quali la linea ad alte prestazioni 3090 e la linea a basse prestazioni 9370.
- 43XX. Famiglia di host di medie prestazioni, compatibile con la famiglia S/370.
- S/390. Architettura attuale, annunciata nel 1991, include i modelli della famiglia ES/9000.

18.2.5 Communication controller

I *communication controller* sono nodi dedicati al controllo delle linee di comunicazione ed in grado di fornire servizi di instradamento (routing).

Detti anche FEP (*Front End Processor*) sono normalmente connessi agli host tramite canale. Possono essere collegati in modalità punto-punto o punto-multipunto con altri FEP e possono collegare reti locali. Ammettono connessioni "a valle" con i cluster controller e altri nodi periferici.

Il modello attuale si chiama 3745, mentre modelli del passato sono stati il 3725, il 3720 e il 3705.

Per questa ragione vengono anche indicati collettivamente con la sigla 37XX.

I communication controller utilizzano un software di rete detto NCP (*Network Control Program*). A volte sul communication controller possono essere presenti anche altri programmi quali NPSI (*Network Packet Switched Interface*) per la connessione a reti X.25.

Dalla versione di NCP 6.2 in poi, i FEP sono anche nodi APPN e quindi forniscono supporto contemporaneamente ad entrambe le architetture di rete.

18.2.6 Cluster controller

I *cluster controller* sono concentratori in grado di connettere terminali, stampanti ed altri dispositivi di I/O. Possono essere collegati a canale, ad una LAN, oppure remotizzati tramite una linea punto-punto o punto-multipunto. In quest'ultimo caso sono connessi ad un FEP.

Il cluster controller gestisce le comunicazione per le risorse ad esso connesse (terminali, stampanti, ecc.).

Il modello attualmente utilizzato si chiama IBM 3174 (enterprise controller); un modello precedente era il 3274. Per questa ragione i cluster controller vengono anche indicati collettivamente con la sigla 3X74.

18.2.7 Interconnect controller

Sono dispositivi collegati a canale, progettati per connettere un host a varie reti locali (Ethernet, Token Ring e FDDI). Il modello attuale è l'IBM 3172 (interconnect controller).

18.2.8 Multiprotocol router

IBM ha introdotto sul mercato dei multi-protocol router detti IBM 6611 (network processor router) che sono stati pensati per APPN, ma che possono essere un valido veicolo di interconnessione di reti TCP/IP e SNA.

In particolare, essi sono in grado di operare come source routing bridge tra reti token-ring o come transparent bridge tra reti Ethernet, e di realizzare una modalità di interconnessione di LAN remote SNA e Netbios su trasporto TCP/IP, detta DLS (*Data Link Switching*) e specificata nello RFC 1434.

18.2.9 Terminali

Le due famiglie principali di terminali sono:

- *IBM 3270*. Una famiglia di terminali video, stampanti e controllori comunemente usati nelle reti SNA con elaboratori delle famiglie S/370, 43XX e S/390. I terminali 3270 si collegano al cluster controller tramite un cavo coassiale, con un collegamento di tipo punto-punto su cui opera un protocollo sincrono.

- *IBM 5250*. Una famiglia di terminali video, stampanti e controllori comunemente usata nei minicomputer IBM quali i Sistemi 36 (S/36), i Sistemi 38 (S/38) e gli AS/400. I terminali 5250 si collegano tramite un cavo biassiale, con un collegamento di tipo punto-punto o punto-multipunto su cui opera un protocollo sincrono.

Esempi di terminali 3270 sono il 3278 e il 3279, anche se oggi è molto comune utilizzare un personal computer con scheda di emulazione 3270.

18.2.10 NAU

Le NAU (*Network Addressable Unit*) sono le entità di rete indirizzabili che possono comunicare tramite la rete. Tutte le risorse di rete hanno un indirizzo, ma non tutte sono NAU. Ad esempio, una linea ha un indirizzo, ma non è una NAU in quanto non è mittente o destinataria di trasmissioni.

Esistono tre tipi di NAU:

- *LU: Logical Unit*;
- *PU: Physical Unit*;
- *SSCP: Session Service Control Point*.

La relazione tra le NAU, la rete e gli utenti finali è rappresentata in figura 18.4.

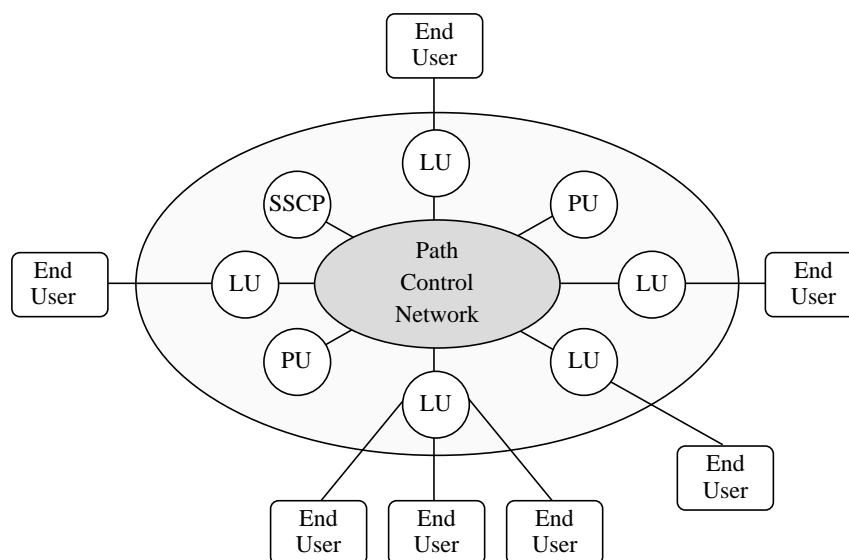


Fig. 18.4 - Componenti logici di una rete SNA.

18.2.11 SSCP

Lo SSCP è un insieme di funzionalità di configurazione, controllo e gestione delle risorse di rete, implementato nel software VTAM (*Virtual Telecommunications Access Method*). Ogni SSCP gestisce un dominio e mantiene tabelle di nodi, linee, nomi, indirizzi e altre risorse appartenenti al dominio. Esiste una relazione biunivoca tra un SSCP e un dominio.

Lo SSCP attiva e disattiva la rete, stabilisce e termina la comunicazione tra tutte le risorse di rete.

Il VTAM è il software di rete sugli host S/370 e S/390. Include al suo interno le funzionalità di SSCP e di PU, oltre al supporto per le LU degli applicativi.

Nel 1987 IBM ha rilasciato la versione 4 release 1 (V4R1) del VTAM che include anche le funzionalità di nodo APPN CP e ha tipo di nodo 2.1.

18.2.12 PU

La PU (*Physical Unit*) è la NAU che serve per la gestione di un nodo di rete SNA ed in particolare per il downline loading del software, per l'upline dumping della memoria, per l'attivazione e deattivazione dei collegamenti, ecc.

La PU, oltre a gestire il nodo su cui risiede, gestisce anche risorse connesse al nodo che siano sprovviste di una PU (ad esempio, i terminali). Le PU sono presenti sugli host, sui communication controller e sui cluster controller. Anche gli interconnect controller hanno una PU per scopi di gestione.

La PU lavora in connessione con lo SSCP.

18.2.13 End user

Gli utenti finali della rete (*end user*) sono i programmi applicativi, i terminali d'utente e i dispositivi di I/O. SNA permette di stabilire connessioni tra:

- programma applicativo e terminale d'utente;
- programma applicativo e programma applicativo;
- programma applicativo e dispositivo di I/O.

La comunicazione viene stabilita tramite la *path control network* (figura 18.4) specificando l'indirizzo delle LU.

18.2.14 LU

Ogni utente finale accede alla rete SNA tramite le LU (*Logical Unit*). Le LU sono realizzate dal software VTAM, dall'APPC e da altri software/firmware di comunicazione. Le LU sono divise in vari tipi:

- LU 0 utilizzate particolarmente in ambiente finanziario per semplici scambi di dati;
- LU 1 utilizzate per i dispositivi batch;
- LU 2 utilizzate dai terminali 3270;
- LU 3 utilizzate da certi tipi di stampanti;
- LU 4 utilizzate dai terminali 5250;
- LU 6 utilizzate per comunicazione tra programmi (particolarmente importante la LU 6.2 o APPC);
- LU 7 utilizzate dai terminali 5250.

Le LU di tipo 1, 2, 3, 4, 7 sono anche dette DLU (*Dependent LU*) in quanto dipendono dallo SSCP e quindi dall'host per l'attivazione e la disattivazione delle sessioni. Le LU di tipo 6.2 sono dette invece *independent LU* in quanto possono stabilire sessioni tra loro senza necessariamente richiedere la presenza di un host. Questa classificazione è particolarmente importante per la migrazione ad APPN.

Le LU sono controllate dalla PU del dispositivo su cui risiedono. Le LU dei programmi applicativi risiedono sull'host che ospita il programma, mentre quelle dei terminali e dei dispositivi di I/O risiedono sui communication e sui cluster controller.

18.2.15 LU 6.2 - APPC

Il servizio APPC permette ad applicativi di condurre una conversazione paritetica (*peer-to-peer*) tramite una sessione half-duplex o full-duplex. Gli end node possono gestire più sessioni con più applicativi diversi o più sessioni parallele con lo stesso applicativo.

Quando è stata stabilita una sessione tra due nodi, essa può ospitare più conversazioni, consentendo un risparmio di risorse sui nodi e sui collegamenti.

APPC offre alle applicazioni un ricco insieme di servizi aggiuntivi quali la sicurezza, la sincronizzazione, l'attivazione di processi e la gestione degli errori.

18.2.16 Subaree

Per facilitare il routing dei pacchetti, una rete SNA è divisa in partizioni chiamate subaree. La topologia interna di una subarea è un albero e quindi ammette un solo cammino tra due punti qualsiasi della subarea, mentre la topologia di interconnessione delle subaree può essere magliata a piacere.

Una subarea può contenere:

- un host e tutte le risorse ad esso connesse, con eccezione dei communication controller;
- un communication controller e tutte le risorse fisiche ad esso connesse, ad eccezione degli host e dei communication controller.

La figura 18.5 mostra una rete SNA con due subaree (SA03 e SA01).

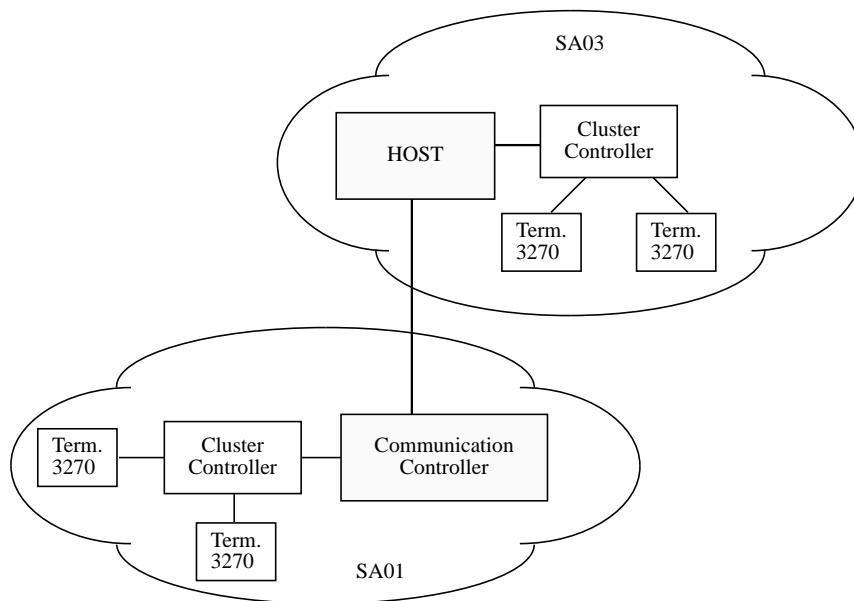


Fig. 18.5 - Subaree SNA.

Ogni subarea è identificata da un indirizzo numerico. Nell'esempio precedente l'host appartiene alla subarea con indirizzo 3, identificata dalla sigla SA03. L'indirizzo di subarea fa parte dell'indirizzo di ciascuna risorsa di rete.

18.2.17 Tipi di nodo

I nodi di rete SNA si dividono in quattro tipi:

- tipo 5: gli host;
- tipo 4: i communication controller;
- tipo 2: i cluster controller aventi al massimo 255 LU;
- tipo 1: i cluster controller con una sola LU.

Ad ogni tipo di nodo corrisponde un tipo di PU: PU_T5 per i nodi di tipo 5, PU_T4 per i nodi di tipo 4, ecc. La figura 18.6 mostra i vari tipi di nodo e le NAU in essi contenute.

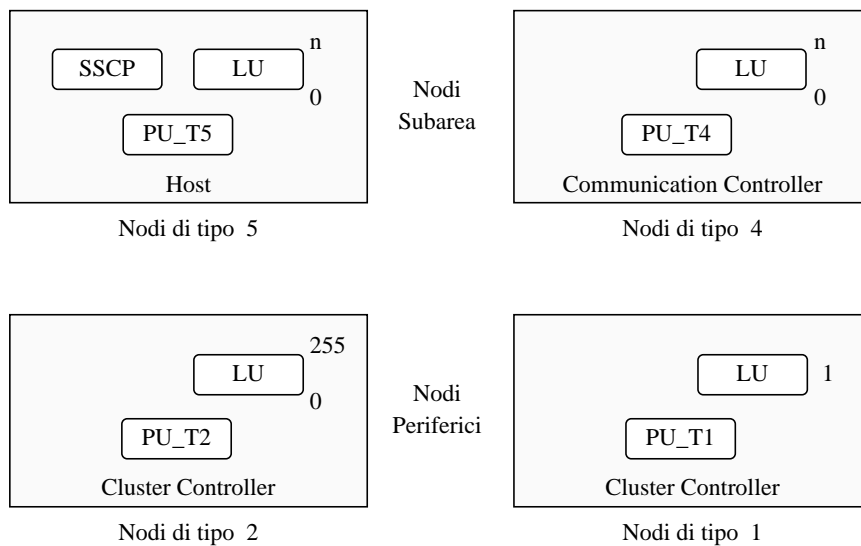


Fig. 18.6 - Tipi di nodo.

Si noti che i nodi vengono suddivisi in due gruppi:

- nodi subarea: tipo 5 e tipo 4;
- nodi periferici: tipo 2 e tipo 1.

I nodi subarea (host e communication controller) sono così chiamati perché sono a capo di una subarea e gestiscono i collegamenti con le altre subaree (*cross-subarea link*), risolvendo le relative problematiche di instradamento. I nodi periferici (cluster controller) gestiscono solo connessioni all'interno della subarea. Un esempio di connessione di nodi dei due tipi è mostrato in figura 18.7.

Due subaree connesse da uno o più *cross-subarea link* sono dette adiacenti.

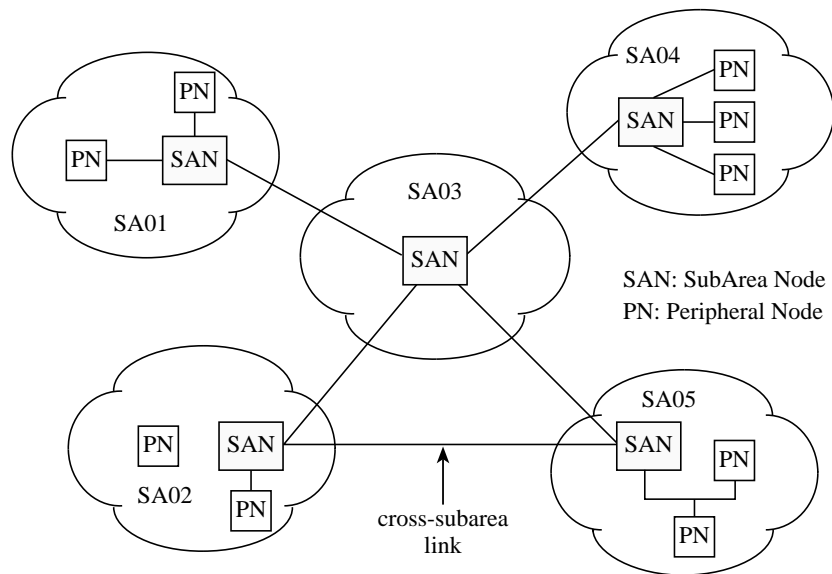


Fig. 18.7 - Nodi SNA: subarea e periferici.

18.2.18 Domini

Una rete SNA è suddivisa a livello logico in domini. Un dominio è una partizione di rete gestita da un SSCP e quindi ci sono tanti domini quanti sono gli host. Un dominio comprende una o più subaree. Le subaree associate agli host appartengono ai domini degli host, mentre quelle associate ai communication controller possono appartenere a uno o più domini. In quest'ultimo caso si dicono sotto controllo condiviso (*shared control*).

La figura 18.8 mostra una rete SNA con 3 subaree e 2 domini.

La subarea SA01 appartiene al dominio dell'host A01M, mentre la subarea SA03 appartiene al dominio dell'host A03M. La subarea SA05 può appartenere ad entrambi i domini, ma appartiene in un dato istante al dominio dello SSCP che ne ha attivato le risorse e ne ha il controllo.

Alcune risorse possono essere condivise in modo concorrente, cioè due o più SSCP possono contemporaneamente attivare e controllare la stessa risorsa. Questo è il caso dei communication controller. Altre risorse possono essere condivise serialmente, cioè se un SSCP non controlla più la risorsa, questa passa sotto il controllo di un altro SSCP. I cluster controller sono esempi di risorse che possono essere condivise serialmente.

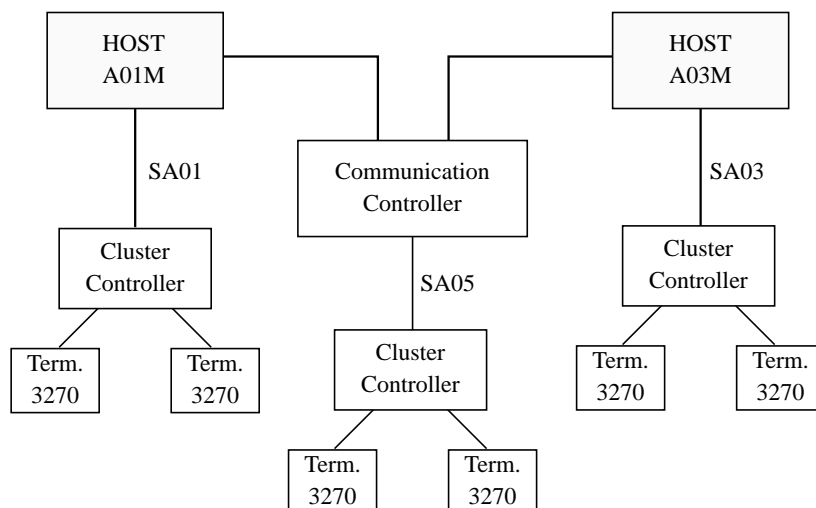


Fig. 18.8 - Domini.

18.2.19 Sessioni

Le NAU interagiscono tra loro tramite le sessioni. Una sessione è una relazione temporanea tra due NAU. Quando una sessione è stabilita (*bind* della sessione), le NAU concordano le caratteristiche della comunicazione, quali: full o half duplex, error recovery, data blocking, acknowledgement scheme, ecc..

La NAU che richiede il bind della sessione è detta primaria, quella che accetta il bind secondaria. La sessione è divisa in due parti ciascuna detta *half session*. Una *half session* risiede sulla primary NAU e l'altra sulla secondary NAU.

Si noti in figura 18.2 come le *half session* siano i livelli intermedi dell'architettura di rete SNA, collocandosi tra gli applicativi e il path control.

Ogni nodo di rete può contenere più NAU e ogni NAU più *half session*, come mostrato in figura 18.9.

Esistono vari tipi di sessione:

- *SSCP-PU*. È utilizzata dallo SSCP per controllare le PU delle risorse appartenenti al suo dominio. Tramite questo tipo di sessione lo SSCP può attivare, disattivare e raccogliere informazioni sulle risorse, mentre la PU può comunicare allo SSCP eventuali errori.
- *LU-LU*. È l'unico tipo di sessione che fornisce i servizi di rete agli utenti finali. Tramite una sessione LU-LU un terminale comunica con un applicativo o due

- applicativi comunicano tra loro. La LU primaria deve effettuare una richiesta di bind allo SSCP, che la inoltra alla LU secondaria che può accettarla o no.
- *SSCP-LU*. Tutte le LU che non sono impegnate in sessioni LU-LU devono essere in sessione con lo SSCP che le controlla. Tramite questo tipo di sessione una LU può chiedere allo SSCP il bind di una sessione LU-LU.
 - *SSCP-SSCP*. Sono sessioni con cui gli SSCP si scambiano informazioni riguardanti le risorse appartenenti ai relativi domini.

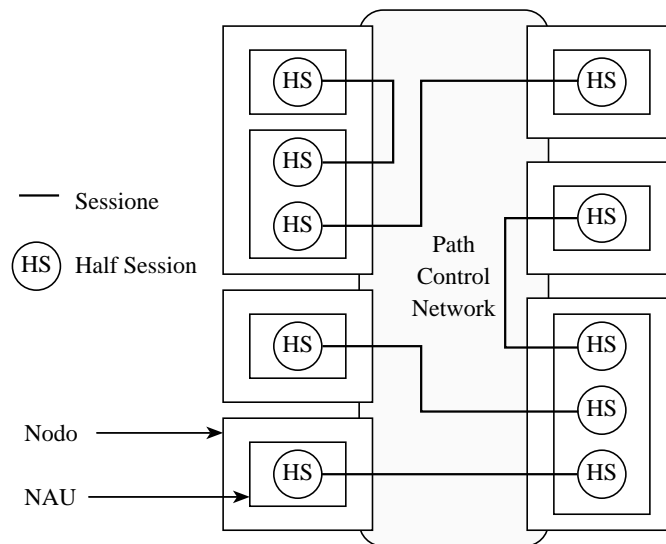


Fig. 18.9 - Sessioni tra NAU.

18.2.20 Bind e unbind

Il bind di una sessione LU-LU avviene se entrambe le LU sono libere (in sessione con lo SSCP). Una delle due LU chiede allo SSCP il bind della sessione, lo SSCP verifica la disponibilità dell'altra LU e, se positiva, stabilisce la sessione LU-LU. Le due LU a questo punto dialogano direttamente usando un cammino, sulla path control network, fisso e determinato in fase di bind. Tale cammino può passare oppure no per l'host, ma comunque non coinvolge lo SSCP. Una sessione LU-LU dura sino a quando le due LU hanno dati da scambiarsi, tipicamente dal logon al logoff. La sessione LU-LU viene terminata da una richiesta di *unbind* effettuata da una delle due LU. Le sessioni LU-SSCP continuano a rimanere attive per le funzioni di gestione delle LU.

18.2.21 Cross-domain

Il termine cross-domain indica che una risorsa è in un altro dominio o anche una connessione tra due domini. Un esempio tipico è una sessione cross-domain tra due LU: una LU appartenente ad un dominio vuole scambiare dati con una LU appartenente ad un altro dominio.

Il bind della sessione in questo caso è più complesso e richiede la presenza di un *cross-domain resource manager*, che è parte integrante dello SSCP. I cross-domain resource manager si scambiano i dati tramite sessioni SSCP-SSCP.

18.2.22 La path control

La componente path control di SNA si occupa di instradare i messaggi sulla rete. Essa fornisce un servizio di tipo connesso.

L'instradamento di una sessione viene deciso in fase di bind della sessione e non può essere modificato. Se un elemento lungo il cammino (path) della sessione ha dei problemi, la sessione cade e può essere riattivata se esiste un cammino alternativo.

SNA usa un algoritmo di instradamento statico basato su tabelle di instradamento con più alternative. Le tabelle sono scritte manualmente sui vari nodi della rete. Poiché il compito è particolarmente gravoso, esistono strumenti di ausilio alla scrittura delle tabelle SNA, quali NETDA (*NETwork Design Aid*) che operano però fuori linea.

Le problematiche di instradamento sono in parte differenziate all'interno di una subarea o tra subaree diverse. Questo è anche riflesso dalla struttura del pacchetto di path control (*Transmission Header*) che nel primo caso è più semplice ed è detto FID2 (*Format Identifier 2*), mentre nel secondo caso è più complessa (FID4). Un esempio di pacchetto FID2 su LAN è riportato in appendice B, paragrafo B.2.1.

Il path control è suddiviso ulteriormente in tre sottolivelli (figura 18.2): Virtual Route, Explicit Route e Transmission Group.

18.2.23 Virtual Route

Le *Virtual Route* (VR) sono cammini alternativi tra subaree, anche non adiacenti. SNA ammette che tra due subaree siano specificate sino a 8 VR, denominate VR0, VR1, ..., VR7.

Quando SNA deve fare il bind di una sessione tra due NAU appartenenti a subaree diverse, ne determina l'instradamento provando ordinatamente le VR dalla 0 alla 7. La

prima che risulta essere percorribile, diviene l'instradamento per la sessione.

Se la sessione cade e viene fatta ripartire, SNA riprova le VR nello stesso ordine.

18.2.24 Explicit Route

Le *Explicit Route* (ER) sono otto come le VR e sono chiamate ER0, ER1, ..., ER7. Una ER è una porzione del cammino che connette due subaree adiacenti. Una VR tra due NAU si può attivare quanto tutte le ER sul cammino sono attive.

18.2.25 Transmission Group

I cross-subarea link tra due subaree adiacenti sono raggruppati in uno o più gruppi detti *Transmission Group* (TG). Un TG può consistere in una sola linea o in più linee parallele, normalmente con caratteristiche fisiche simili (ad esempio la velocità).

La disponibilità dei TG era molto importante nel passato, quando non erano disponibili canali trasmissivi geografici veloci e l'unica possibilità era quella di costruirli raggruppando canali più lenti in un TG.

Se una linea che fa parte di un TG ha un guasto ed esistono altre linee del TG attive, il TG continua ad operare con prestazioni ridotte.

Il concetto di TG rimane comunque importante anche oggi, poiché l'instradamento di un messaggio da una subarea all'altra avviene specificando il numero del TG.

18.2.26 Transmission priority

Al traffico è associata una priorità di trasmissione (*transmission priority*). SNA ammette tre priorità identificate con i numeri 0, 1, e 2; 0 è la priorità minore, 2 quella maggiore. La priorità serve per ordinare i pacchetti che sono accodati su un link in attesa di trasmissione.

18.2.27 Class Of Service

Le classi di servizio (COS: *Class Of Service*) sono concetti logici che raggruppano al loro interno la priorità di trasmissione e le VR.

Su una rete SNA è possibile definire più classi di servizio, ad esempio batch, interattivo, network, ecc. Queste classi di servizio specificano traffico a priorità diversa e che probabilmente deve seguire delle VR diverse.

La classe di servizio viene specificata in fase di bind della sessione e determina la VR scelta. La priorità associata viene invece usata in fase di trasmissione.

La tabella 18.1 mostra un esempio di tabella COS. Tale esempio indica che, se è richiesto un servizio INTERACT, si devono provare in ordine le VR da 0 a 6 con transmission priority uguale a 1.

COS Name	VR=(Virtual Route Number, Transmission Priority)
ISTVTCOS	VR=((0,2),(1,2),(2,2),(3,2),(4,2),(5,2),(6,2))
NETOPER	VR=((0,1),(1,1),(2,1),(3,1),(4,1),(5,1),(6,1))
INTERACT	VR=((0,1),(1,1),(2,1),(3,1),(4,1),(5,1),(6,1))
BATCH	VR=((0,0),(1,0),(2,0),(3,0),(4,0),(5,0),(6,0))

Tab. 18.1 - Esempio di tabella COS.

La consultazione della tabella COS che risiede sullo SSCP determina in quale ordine provare le VR.

18.2.28 Scelta dell'instradamento

Una NAU in una subarea chiede di stabilire una connessione con una NAU in un'altra subarea (ad esempio, SA04) e con un certo COS name (ad esempio, INTERACT).

1. Si consulta la entry INTERACT della COS table e si decide la prima VR da provare (ad esempio, VR0).
2. Con VR0 e SA04 si consulta la tabella sullo SSCP che indica quale ER usare (ad esempio, ER6).
3. Con ER6 si consulta un'ulteriore tabella che indica a quale subarea inviare il messaggio e quale TG usare (ad esempio, SA02 e TG4).
4. Se la SA02 è raggiungibile tramite il TG4 ci si "sposta" su SA02 e si ripete da 2. sino a quando o si giunge all'area di destinazione, o si fallisce (perché un TG o un nodo di subarea non sono attivi).

5. Se si fallisce, si torna a 1. e si prova la VR successiva.
6. La prima VR che consente di stabilire un cammino completo tra mittente e destinatario viene assegnata alla sessione ed utilizzata per l'instradamento di tutti i pacchetti relativi alla sessione stessa. La priorità di trasmissione usata è quella associata alla VR nella tabella COS e si utilizza, dopo che la VR è stata creata, per ordinare i pacchetti da trasmettere ad ogni attraversamento di un TG.
Se nessuna VR ha successo, si dichiara la destinazione non raggiungibile.

18.3 LA RETE APPN

18.3.1 Introduzione

APPN è l'*Advanced Peer-to-Peer Networking*, una estensione di SNA annunciata nel 1987 e attualmente disponibile sulla maggior parte delle piattaforme IBM. APPN nasce come architettura di rete proprietaria, ma viene messa da IBM nel dominio pubblico per invogliare terze parti a sviluppare prodotti APPN.

La figura 18.10 mostra le fasi evolutive da SNA verso BBNS. APPN rappresenta la terza fase dopo Subarea SNA e LEN (*Low Entry Network*).

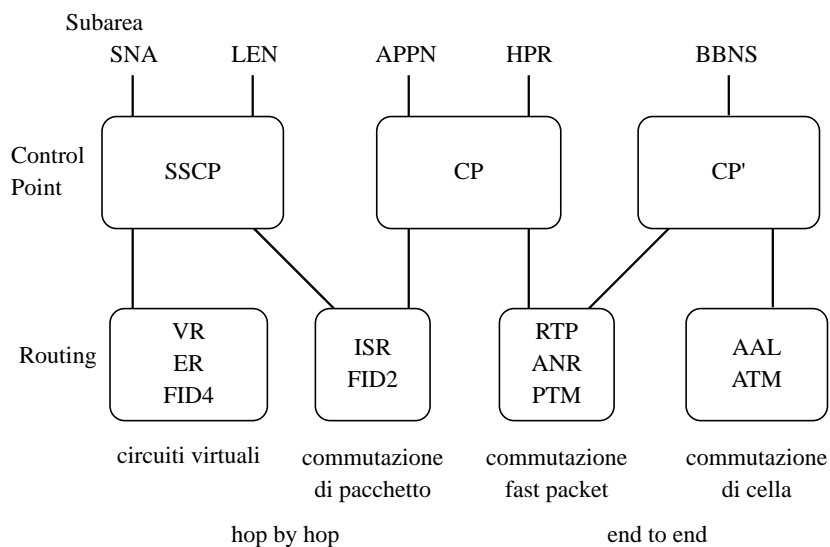


Fig. 18.10 - Evoluzione da SNA a BBNS.

La versione classica di SNA (subarea SNA) basa il controllo e la gestione della rete, e dei relativi instradamenti, sulla presenza dello SSCP. Il routing tra le subaree usa i meccanismi di Virtual Route e Explicit Route descritti precedentemente.

All'inizio degli anni '80 l'IBM ha introdotto il concetto di LEN (*Low Entry Network*) sui suoi minicomputer, per permettere ad applicativi sviluppati usando APPC di comunicare tra loro senza richiedere la presenza di uno SSCP. I nodi LEN sono in grado di instradare messaggi solo a nodi adiacenti (connessi alla stessa rete locale), ma le definizioni di rete e di sistema richieste sono poche e perciò i nodi LEN sono facili da installare ed usare.

I nodi LEN continuano a basarsi su un SSCP quando devono comunicare con un calcolatore non adiacente (più distante di un hop). I nodi LEN usano un protocollo basato sul FID2, precedentemente usato per il routing all'interno di una subarea (tra cluster e communication controller).

Nel 1986 la IBM ha introdotto APPN, che continua a basarsi sui pacchetti FID2, ma aggiunge capacità di instradamento. In particolare vengono introdotti gli APPN EN (*End Node*) e gli APPN NN (*Network Node*). Gli APPN NN contengono un CP (*Control Point*) che realizza le funzionalità di gestione, di directory service e di controllo simili a quelle degli SSCP. Con APPN non è più richiesta la compilazione di complesse tabelle di instradamento in quanto queste vengono compilate automaticamente da appositi algoritmi.

APPN ha un livello Network (ISR: *Intermediate Session Routing*) connesso e l'instradamento è stabilito in fase di bind della sessione e non può essere cambiato.

Inizialmente APPN era in grado di trasportare solamente traffico generato dalle independent LU e cioè da APPC, ma nel 1994 è comparsa anche la possibilità di trasportare traffico generato dalle DLU (*Dependent LU*), quali i terminali 3270.

Nel 1994 IBM ha introdotto HPR (*High Performance Routing*) detta anche APPN+, che implementa un routing dinamico in grado di reinstradare una sessione senza farla cadere. Alla base di HPR c'è la disponibilità di canali di comunicazione veloci e con basso tasso di errore. Con tali canali viene a cadere la necessità di avere un livello Data Link connesso: ad esempio, sulle LAN si può adottare una trasmissione non connessa.

HPR utilizza una tecnica di tipo source routing e può convivere con ISR. HPR introduce anche una serie di importanti novità, a livello di trasporto, per aumentare l'efficienza della rete, quali algoritmi sofisticati per prevenire e gestire le congestioni della rete.

Infine IBM ha annunciato BBNS (*Broad Band Network Service*) un insieme di funzionalità aggiuntive ad APPN, pensate per operare su reti ATM (si veda il capitolo 19).

Le principali differenze tra questi tipi di reti IBM sono raccolte in tabella 18.2.

Generazione	Control Point	Routing	Packet Format
Subarea SNA	SSCP, PU 4,5	ER e VR	FID4
LEN	SSCP*, NT 2.1	Solo nodi adiacenti	FID2
APPN	APPN CP, NT 2.1	ISR	FID2
HPR	APPN CP, NT 2.1	RTP e ANR	PTM (FID5)
BBNS	BBNS CP	ATM o PTM	Diversi (es: ATM e PTM)

* Un nodo LEN non necessita dello SSCP per comunicare con i nodi adiacenti

NT: Node Type

Tab. 18.2 - Evoluzione da SNA a BBNS.

18.3.2 Il livello Data Link

APPN è stata progettata in modo da essere indipendente dal livello Data Link usato. Esistono versioni di APPN in grado di operare su linee asincrone e sincrone, ISDN, X.25, frame relay, SDLC, canale IBM, oltre che sulle principali reti locali (figura 18.11).

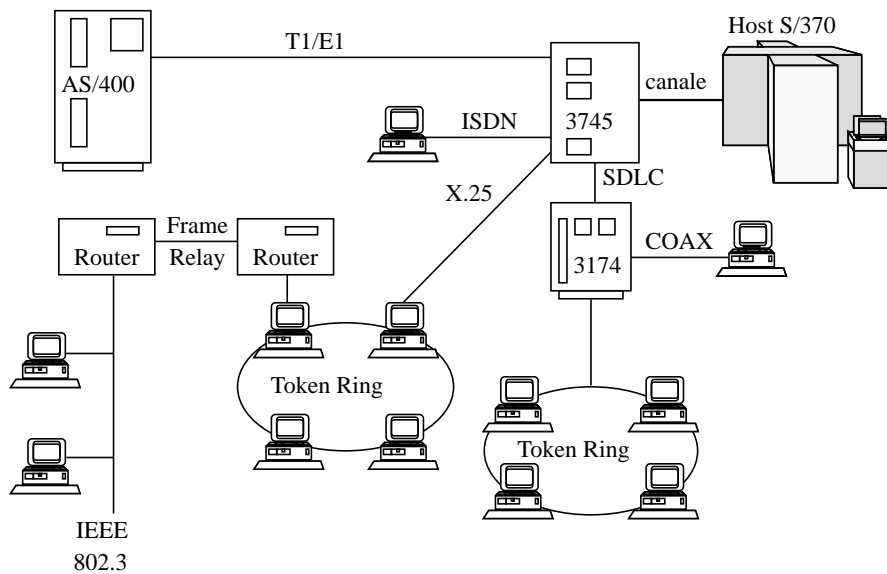


Fig. 18.11 - Esempio di rete APPN.

Teoricamente APPN può operare su linee da 1200 b/s sino a 45 Mb/s (T3). Per poter sfruttare le linee più veloci in modo efficiente occorre tuttavia utilizzare HPR o BBNS.

18.3.3 Topologie

APPN può operare su topologie miste magliate a piacere. I tipi di reti su cui APPN può essere utilizzato vanno dalla piccola LAN isolata alla grande rete aziendale con decine di migliaia di nodi.

18.3.4 APPN: nodi LEN

Un nodo APPN/LEN deve avere definiti localmente tutti gli indirizzi delle applicazioni con cui intende comunicare (figura 18.12a). Questo è scomodo, poco flessibile, difficile da mantenere aggiornato, ma riduce al minimo il software APPN che deve essere installato sul nodo.

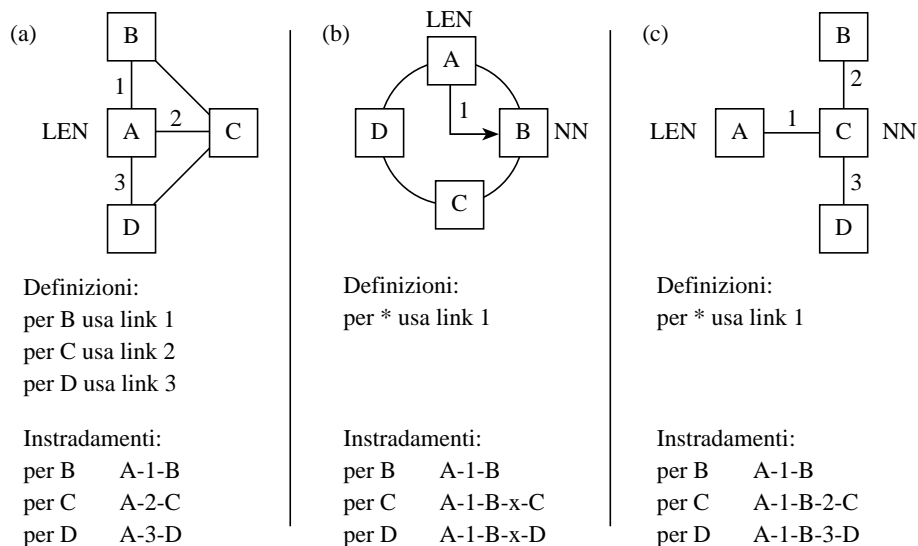


Fig. 18.12 - Routing dei nodi LEN.

Alternativamente, un nodo LEN può avere un'unica definizione che specifica il suo default NN. In questo secondo caso il nodo LEN invia tutto il traffico al suo default NN ignorando la possibilità di raggiungere direttamente alcune applicazioni. Questo può risultare una grave disottimizzazione se il traffico è destinato, ad esempio, ad un EN collegato alla stessa LAN (figura 18.12b), ma può risultare assolutamente idoneo nel caso di un PC remoto che si connette ad un NN tramite un collegamento commutato ISDN (figura 18.12c).

I nodi LEN sono spesso detti nodi pre-APPN. Un esempio di nodo pre-APPN è il PC con sistema operativo MS/DOS, per il quale non verrà prodotta una versione più sofisticata di APPN, a causa dei limiti intrinseci di MS/DOS.

18.3.5 APPN: End Node

Un EN (End Node) supera le limitazioni dei nodi LEN aggiungendo del software di rete per registrare su un NN le LU delle sue applicazioni, che vengono quindi automaticamente rese accessibili a tutta la rete, e per richiedere i servizi offerti dai NN.

Un EN continua ad essere relativamente semplice e poco costoso, in quanto delega la maggior parte delle funzionalità di rete al suo NN. In questo modo un EN ha più risorse libere per gli applicativi, ma partecipa comunque a pieno titolo ad una rete APPN. Un esempio di un EN APPN è un calcolatore AS/400 dotato di una singola connessione a LAN.

I nodi APPN non sono più suddivisi in quattro tipi come in SNA (tipo 1, 2, 4, 5), ma raggruppati nell'unico tipo NT 2.1 (*Node Type 2.1*). Si dice anche che un nodo APPN contiene una PU 2.1. La PU 2.1 coincide con il CP (*Control Point*) che non è presente sui nodi LEN, è presente con funzionalità ridotte sugli EN ed è completo sui NN.

18.3.6 APPN: Network Node

Un NN (Network Node) fornisce servizi di rete a nodi di tipo EN o LEN. Un NN può anche avere hardware specializzato per collegamenti locali o geografici (ad esempio, schede ISDN). I servizi offerti da un NN ad un EN sono principalmente quelli di directory service, di route selection service e di intermediate session routing.

Un NN può avere funzionalità di EN. I router IBM 6611 e i cluster controller 3174 sono esempi di NN che non hanno funzionalità di EN, mentre PC con OS/2, AS/400 e Risc 6000 sono esempi di NN che possono anche eseguire programmi applicativi e quindi essere allo stesso tempo EN e NN.

La figura 18.13 mostra l'architettura interna di un nodo APPN.

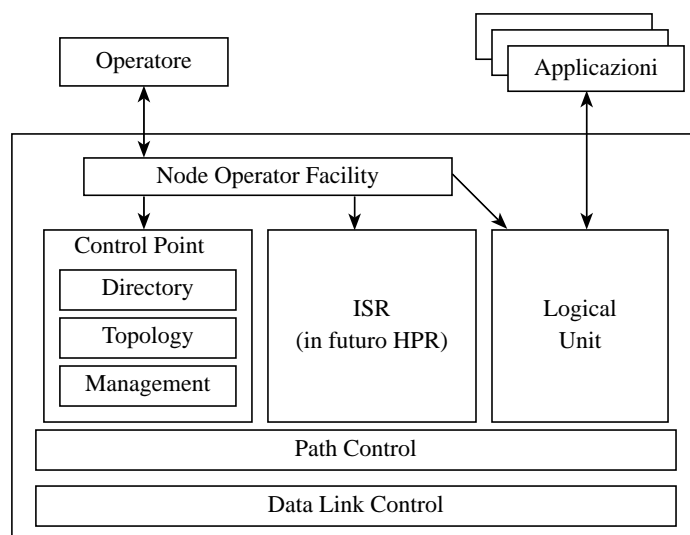


Fig. 18.13 - Architettura di un nodo APPN.

Le LU, il CP e tutte le altre componenti di un nodo APPN sono gestite da un operatore utilizzando la *node operator facility*. Essa permette di attivare/disattivare i link, definire/cancellare le LU ed effettuare altre operazioni di gestione o diagnosi.

Un NN contiene un *database topologico* che è replicato identico su ogni NN. I database topologici sono costruiti automaticamente tramite algoritmi di tipo link state packet (si veda il paragrafo 14.7). I database topologici contengono solo i NN e non gli EN o le loro LU. Questi due tipi di informazione (EN e LU) sono gestiti dal directory service.

Le variazioni di rete si propagano in modo incrementale e APPN pone grande attenzione nella minimizzazione del traffico dovuto a tali variazioni. L'unica occasione in cui un NN riceve un database topologico completo è quando viene connesso per la prima volta alla rete. Il database topologico può essere salvato su una memoria permanente e ricaricato da questa anche dopo lunghi periodi di inattività.

Ogni cinque giorni i NN riaffermano il loro database topologico con gli altri nodi. Se un'informazione non è riaffermata entro quindici giorni, viene cancellata dal database.

Inoltre una rete APPN può essere suddivisa in domini utilizzando dei *border node*.

Oltre al database topologico, un NN tiene traccia dei link ad esso collegati, degli EN che serve e delle risorse presenti sugli EN.

18.3.7 Servizio di directory

Il *servizio di directory* serve per localizzare un'applicazione sulla rete, cioè determinare qual è l'indirizzo del calcolatore che la contiene.

In particolare, il directory fornisce servizio alle LU e queste alle applicazioni. Quando un programma applicativo vuole comunicare con un altro programma applicativo chiede alla sua LU di localizzare la LU dell'altro programma (figura 18.14).



Fig. 18.14 - Relazione tra applicazioni.

Le due LU creano una sessione usando i servizi di routing di APPN e i due applicativi scambiano dati usando le LU.

Per localizzare le LU e altre risorse di rete, il servizio di directory di APPN effettua una ricerca a vari livelli:

- nel directory dell'EN;
- nel directory del NN, seguita da una ricerca diretta;
- in broadcast, effettuata dal NN;
- in un directory server centrale.

Questi vari livelli di ricerca minimizzano il lavoro di ricerca, confinando la ricerca stessa alla più piccola porzione di rete possibile.

Gli EN possono mantenere una breve lista di LU. Quando un'applicazione vuole localizzare un'altra applicazione, APPN per prima cosa ricerca la LU destinataria in tale lista.

Se la LU non viene trovata, la richiesta viene inviata al NN. Ogni NN conosce le LU degli EN e dei nodi LEN da esso serviti, oltre alle LU di alcune destinazioni pre-programmate (le più utilizzate) e alle LU precedentemente richieste (mantenute in una cache).

Se la LU viene trovata nella lista del NN, il NN verifica l'informazione, prima di utilizzarla, con una ricerca diretta (figura 18.15).

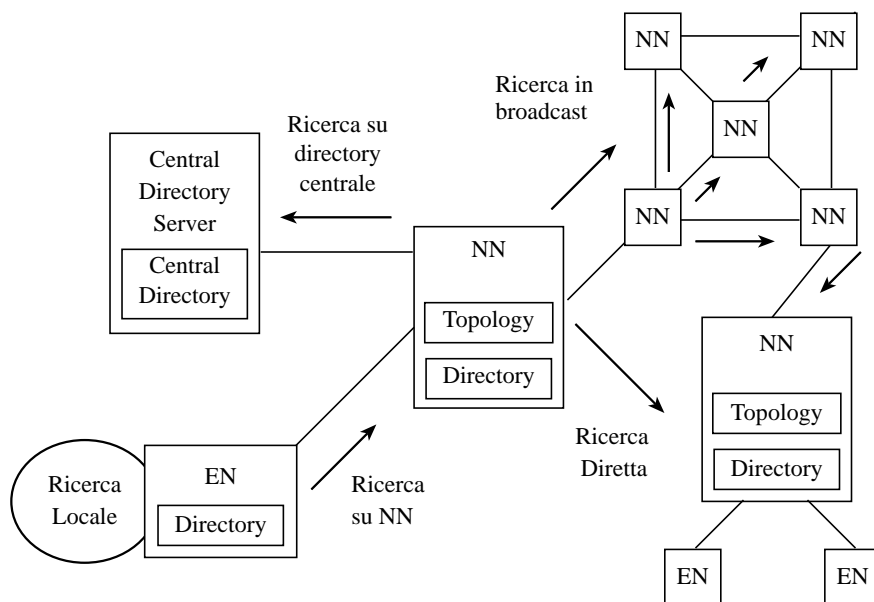


Fig. 18.15 - Ricerca su servizio di directory.

Se la LU non è nota al NN, questo inizia una ricerca in broadcast inviando la richiesta ad altri NN.

Opzionalmente può essere presente un directory centrale che contiene informazioni di importanza aziendale: anche su di esso viene effettuata la ricerca. Il servizio di directory centrale è offerto dalle versioni del VTAM che supportano APPN.

Il servizio di directory aumenta notevolmente la flessibilità della rete: non occorre più preoccuparsi se le applicazioni vengono spostate su altri elaboratori, perché la rete tiene conto dinamicamente della loro localizzazione e i NN forniscono su richiesta tale informazione agli EN.

18.3.8 Route selection

Determinato quale nodo ospita la LU con cui si vuole stabilire una sessione, occorre determinare quale sia l'instradamento migliore per raggiungere quel nodo.

Gli applicativi specificano in fase di bind della sessione un *mode name* e l'indirizzo di destinazione. Il mode name indica la classe di servizio richiesta e la priorità di trasmissione. La classe di servizio include a sua volta parametri quali la sicurezza dell'instradamento richiesto, la banda, il ritardo di propagazione massimo,

il costo, ecc.

È inoltre possibile assegnare ai NN un valore di resistenza (*resistance*). I nodi con basso valore di resistenza sono preferiti nella scelta degli instradamenti. Esempi di nodi a cui assegnare bassi valori di resistenza sono i router, mentre esempi di nodi a cui assegnare un alto valore di resistenza sono gli host: in questo modo gli host entrano a far parte solo dei cammini di backup della rete e gli applicativi che vi risiedono non sono penalizzati dal traffico in transito.

Il servizio di route selection evita anche di attraversare nodi intasati e ripartisce il traffico in modo casuale su più cammini equivalenti.

Il servizio di route selection, basandosi sull'indirizzo di destinazione, sulla classe di servizio richiesta e sullo stato della rete, sceglie un dato instradamento che rimarrà immutato per tutta la durata della sessione. Tale instradamento viene notificato al nodo richiedente tramite un RSCV (*Route Selection Control Vector*) che è l'insieme dei nodi e dei link da attraversare.

Le sessioni hanno un identificatore univoco su tutta la rete detto FQPCID (*Fully Qualified Procedure Correlation Identifier*) assegnato dal nodo che ha richiesto la sessione (figura 18.16).

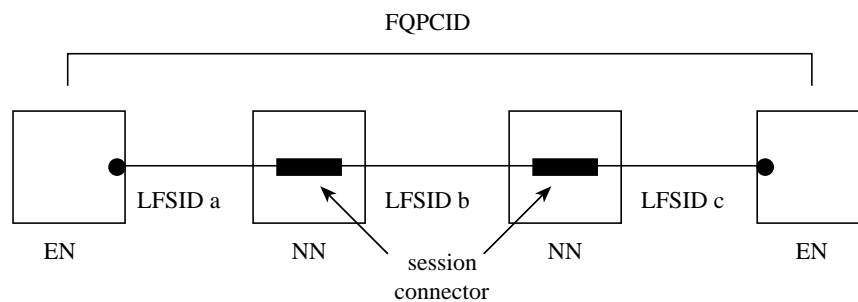


Fig. 18.16 - FQPCID e LFSID.

Il FQPCID è usato principalmente per scopi di gestione (*management*) e non per instradare i messaggi sulla rete. Questo secondo compito è affidato al LFSID, descritto nel seguente paragrafo.

18.3.9 ISR

I NN hanno anche un modulo di ISR (*Intermediate Session Routing*) che agisce come router per i pacchetti generati da applicazioni residenti su altri nodi.

L'ISR, oltre ad instradare i pacchetti, offre servizi di recupero degli errori, di controllo adattativo di flusso e delle congestioni (*adaptive pacing*), e di segmentazione e riassetaggio. Quindi il modulo ISR raggruppa al suo interno problematiche tipiche del livello Network e anche del livello Transport.

ISR usa i pacchetti di tipo FID2 e fornisce un servizio di tipo connesso. Nei servizi di tipo connesso gli indirizzi del mittente e del destinatario vengono specificati solo al bind della sessione e quindi al servizio di route selection.

Il route selection restituisce una routing label che viene usata per identificare tutti i pacchetti appartenenti a quella sessione. Le routing label sono lunghe 17 bit e si chiamano LFSID (*Local Form Session Identifier*).

Durante la fase di route selection su ogni NN attraversato dalla sessione viene creata una entry in una routing table (che è diversa dal database topologico) detta *session connector* (figura 18.17).

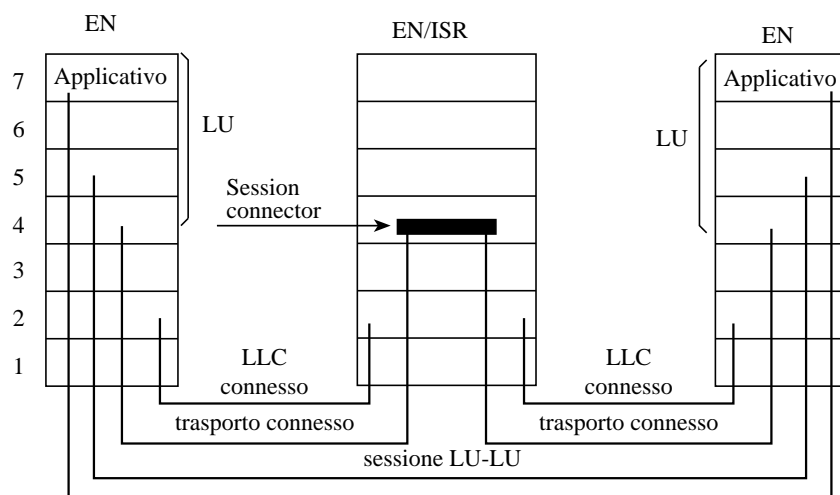


Fig. 18.17 - APPN ISR.

APPN/ISR usa una tecnica di instradamento di tipo label swapping: ogni NN APPN legge il LFSID del pacchetto ricevuto e, tramite il session connector, determina su quale linea ritrasmettere il pacchetto ricevuto e con quale nuovo LFSID identificarlo. In questo modo gli LFSID devono essere univoci solo all'interno di una linea (figura 18.18).

I link APPN sono detti TG (Transmission Group) come in SNA, ma non è ammesso avere più linee all'interno di un TG. Per questa ragione in APPN i termini

TG, link e linea sono sinonimi.

La figura 18.18 mostra il cammino tra EN1 e EN2. EN1 genera i pacchetti con LFSID=A e li invia sul TG1. Il NN 3 riceve i pacchetti, consulta la tabella di instradamento associata a TG1, ricerca il session connector con IN-LFSID=A, lo trova, genera un nuovo pacchetto con LFSID=OUT-LFSID, cioè B, e lo trasmette sul TG2.

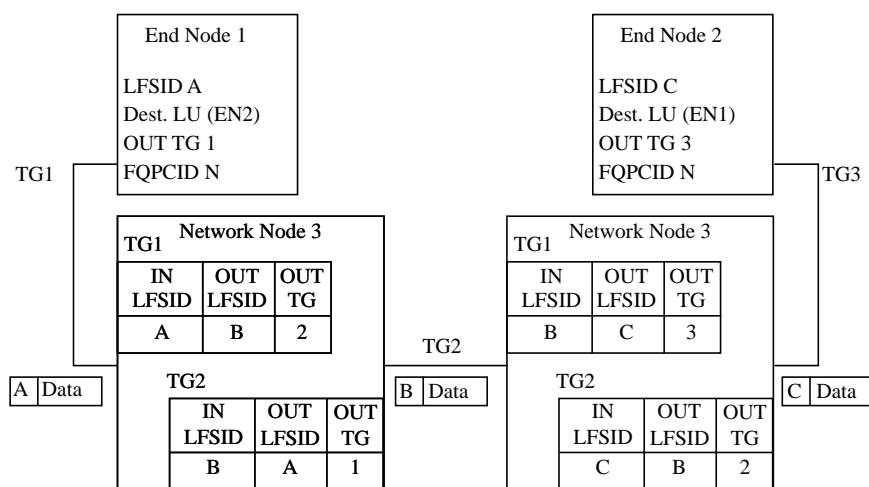


Fig. 18.18 - ISR label swapping.

Il procedimento si ripete su NN 4 che cambia lo LFSID in C e trasmette il pacchetto su TG3.

Si noti che per ogni sessione devono esistere due session connector: uno per l'instradamento in una direzione, l'altro per l'instradamento nella direzione opposta. Ad esempio, quando EN 2 invia una risposta, questa arriva a NN 4 tramite TG3, e quindi la tabella di instradamento che si consulta è quella associata a TG3.

Gli LFSID sono scelti dai nodi APPN dinamicamente, anche se nodi pre-APPN possono avere LFSID preassegnati.

APPN/ISR è in grado di convivere con altri protocolli di Network (es: IP e OSI) sugli stessi link, usando i servizi offerti da 802.2 (LLC) sulle reti locali, da PPP sui link HDLC e da Frame Relay.

Inoltre, poiché APPN utilizza lo stesso protocollo FID2 di subarea SNA, il traffico APPN può convivere con il traffico pre-APPN (ad esempio, di tipo 3270) sulle stesse linee.

18.3.10 Indirizzi APPN

Gli indirizzi APPN sono associati alle NAU (*Network Accessible Unit*). Essi sono stringhe di caratteri alfanumerici che costituiscono uno spazio di indirizzamento di miliardi di nodi e reti. Gli indirizzi APPN sono organizzati in network che possono avere sino a 10000 nodi (limite tipico degli algoritmi link state packet). Lo schema è simile a quello delle aree OSI e lo spostamento di un nodo all'interno di una network non implica nessuna modifica a livello di definizioni di sistema.

L'indirizzo di una NAU è quindi composto da due parti NETID.NAUNAME:

- NETID: identifica la network con una stringa da 1 a 8 caratteri alfanumerici;
- NAUNAME: identifica la NAU all'interno della network con una stringa da 1 a 8 caratteri alfanumerici.

Un nodo APPN può avere molte LU, ma un solo CP. In questo caso ogni LU e il CP hanno un indirizzo diverso. Tuttavia, ad eccezione dei mainframe, molti nodi APPN hanno una sola LU e l'indirizzo del CP è anche usato come indirizzo della LU.

Questo è reso possibile dal fatto che APPC su APPN ammette di avere più sessioni con una singola LU, possibilità che non esisteva nelle reti subarea SNA.

18.3.11 Dependent LU

APPN è stata concepita principalmente per trasportare traffico di tipo APPC e quindi associato alle LU 6.2, anche dette independent LU. Tale traffico è generato da stazioni "intelligenti" quali i personal computer, e sarà in futuro indubbiamente il tipo di traffico dominante.

Tuttavia molte applicazioni sviluppate per reti subarea SNA utilizzano le DLU (*Dependent Logical Unit*), cioè le LU di tipo 0, 1, 2 e 3. Il traffico più rilevante di questo tipo è generato dai terminali "stupidi" 3270.

Le DLU, per poter funzionare correttamente, dipendono dallo SSCP e necessitano delle sessioni SSCP-PU e SSCP-LU. Queste si possono stabilire solo se esiste una connessione diretta tra il nodo di tipo 1 o 2 (cluster controller) e il nodo di subarea di tipo 4 (FEP) o 5 (host); l'interposizione di altri NN APPN non è ammessa.

Per trasportare il traffico delle DLU su una rete APPN, IBM offre due possibilità:

- convertire il traffico a independent LU;
- utilizzare un Dependent LU Requester/Server.

La prima possibilità implica la modifica del software applicativo e quindi è tipicamente rifiutata dagli utenti con un'unica grande eccezione: il traffico 3270.

18.3.12 APPC3270

APPC3270 è un programma applicativo per personal computer che trasporta il traffico 3270 su una LU 6.2 e quindi su una rete APPN. Simile all'applicativo TN3270 che trasporta il traffico 3270 su TCP/IP, anche APPC3270 richiede che le stazioni di lavoro siano dei personal computer e non dei terminali 3270 veri e propri.

18.3.13 Dependent LU Requester/Server

Il DLUR (*Dependent LU Requester/Server*) è la soluzione più generale e flessibile al problema del trasporto del traffico generato dalle DLU su una rete APPN. Si tratta di un software composto da due moduli:

- il DLUS (*DLU Server*) che risiede sul VTAM di un host;
- il DLUR (*DLU Requester*) che risiede su un cluster 3174, su uno SNA gateway o su altri dispositivi periferici.

Tra i DLUR e i DLUS vengono realizzate delle sessioni APPC che creano l'adiacenza logica richiesta dal traffico di controllo SSCP, indipendentemente dalla topologia della rete APPN.

La figura 18.19 mostra un esempio di uno SNA gateway che ha un DLU requester che è in sessione con il DLU server realizzato dal VTAM sull'host. Tale VTAM scambia i dati di cross-domain tramite la rete APPN utilizzando il modulo SSE (*System Service Extension*).

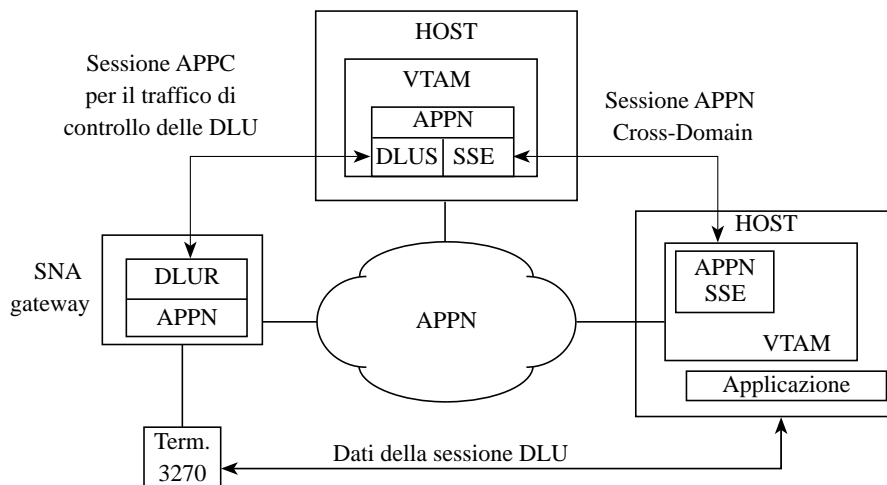


Fig. 18.19 - DLU Requester/Server.

Il vantaggio di questo approccio consiste nella totale trasparenza agli applicativi e nella totale indipendenza dai dispositivi hardware.

18.4 LA RETE APPN+/HPR

HPR (*High Performance Routing*), noto anche con la sigla di APPN+, è una evoluzione di APPN che migliora i livelli network e transport, pur mantenendo la totale integrazione con ISR.

HPR introduce il concetto di *dynamic rerouting*, permettendo il reinstradamento dinamico di una sessione, senza che i livelli superiori se ne accorgano. L'assenza di questa prestazione era una grave carenza in APPN, in quanto tutte le altre principali architetture di rete (es: TCP/IP e OSI) ne sono dotate.

HPR è in grado di usare a livello 2 sia la modalità connessa, sia la modalità non connessa, in funzione dell'affidabilità del link. Più l'affidabilità è alta, meno appropriato diventa l'utilizzo di un protocollo connesso.

HPR mantiene i concetti di stabilità del routing, di supporto della priorità di trasmissione e di classe di servizio, tipici di SNA e APPN.

HPR può coesistere lungo un cammino con ISR come evidenziato in figura 18.20. I vantaggi di HPR iniziano ad evidenziarsi quando ci sono più di due link consecutivi e quindi almeno tre nodi consecutivi in grado di utilizzarlo.

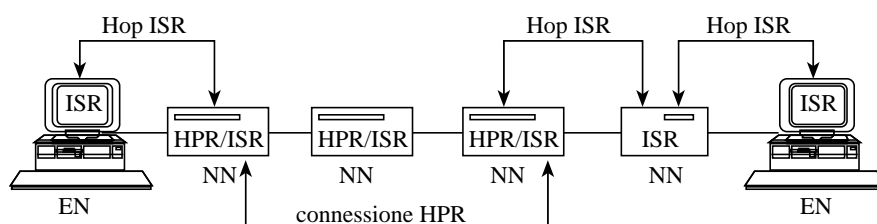


Fig. 18.20 - Integrazione di ISR e HPR.

HPR è preferito per collegamenti a basso tasso di errore (migliore di 10^{-7}) e ad alta velocità, quali le LAN e i collegamenti digitali ad alte prestazioni (es: CDN E1 a 2Mb/s). Su collegamenti analogici a bassa velocità ed alto tasso di errore ISR continua ad essere preferibile.

HPR non usa il LFSID e il label swapping. Invece adotta una tecnica di source

routing derivata da quella dei source routing bridge di IEEE 802.5. Il pacchetto, quando viene generato, contiene nell'header del pacchetto di network la lista dei TG da attraversare (figura 18.21).

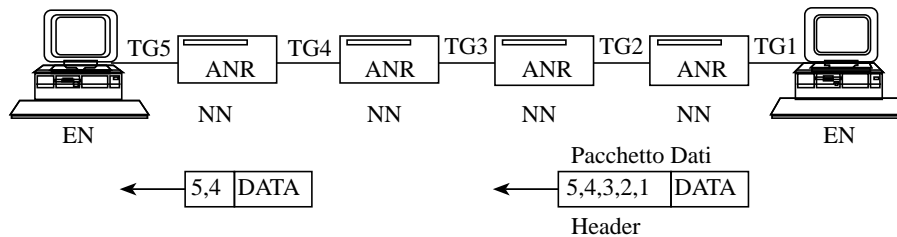


Fig. 18.21 - Esempio di routing HPR.

Ogni router elimina dalla lista il TG da cui ha ricevuto il pacchetto e lo instrada verso il nodo successivo.

HPR introduce un nuovo tipo di pacchetto detto PTM (*Packet Transfer Mode*) e un nuovo formato per l'header detto FID5 (*Format Identifier 5*).

L'header FID5 è leggermente più grande dell'header FID2 usato da APPN, ma il tempo di elaborazione ad ogni nodo intermedio è ridotto rispetto a quello di ISR.

Il FID5 rimpiazza anche il FQPCID con un nuovo *session address*.

HPR può operare anche sui MLTG (*Multi Link Transmission Group*), cioè un insieme di link paralleli trattato come un unico link (concetto simile al TG di SNA, che però in APPN è limitato ad un singolo link).

HPR introduce anche i concetti di ANR (*Automatic Network Routing*), RTP (*Rapid Transport Protocol*) e ARB (*Adaptative Rate Base congestion control*).

18.4.1 Automatic Network Routing

ANR è un protocollo di network source routing semplice, non connesso, senza stati (*stateless*) e ad alta efficienza. ANR scarta i pacchetti entranti in presenza di congestioni e ordina i pacchetti da trasmettere in funzione della loro priorità.

ANR utilizza non LFSID, ma le informazioni di source routing contenute nell'header del pacchetto e derivate dallo RSCV.

ANR esiste e svolge le sue funzioni su ogni nodo di un cammino HPR, a differenza di RTP che opera solo sui nodi terminali del cammino.

18.4.2 Rapid Transport Protocol

RTP è un protocollo di trasporto connesso che opera solo sui nodi finali di una connessione HPR e non su quelli intermedi. Da questo punto di vista si può evidenziare una similarità tra IP e ANR e tra TCP e RTP.

RTP è un'evoluzione del protocollo XTP (*eXpress Transfer Protocol*) sviluppato dalla Protocol Engines Inc., e proposto, ma non accettato, come LLC type 4.

RTP è stato progettato per link più veloci, a basso tasso di errore, per calcolatori con maggiore memoria e schede di rete ad alto throughput. Il numero di acknowledgement, di stati del protocollo, di controlli di flusso e, in generale, di handshake del protocollo sono ridotti.

RTP determina la massima dimensione dei pacchetti sull'intero cammino e segmenta i pacchetti che eccedono tale massimo prima del primo hop. Nessuna elaborazione viene fatta da RTP sui nodi intermedi. Il RTP destinatario riassembla i pacchetti.

RTP effettua il controllo e il recupero degli errori di trasmissione. Il recupero avviene tramite uno schema di *selective retransmission* in cui solo il pacchetto errato viene ritrasmesso, mentre la modalità classica è il "go back N" cioè riprendere a ritrasmettere dal pacchetto errato, ignorando pacchetti successivi già arrivati a destinazione correttamente.

RTP realizza anche una tecnica di reinstradamento dinamico della connessione in caso di problemi lungo il cammino. Dopo un certo numero di tentativi di trasmissione senza successo, RTP chiede al control point di APPN di calcolare un nuovo RSCV. La sessione non si avvede del cambiamento di instradamento.

18.4.3 Adaptive Rate Base

Per gestire link ad alta velocità in modo efficiente è necessario disporre di algoritmi di controllo delle congestioni e del flusso di tipo end-to-end. HPR comprende un algoritmo detto ARB (*Adaptive Rate Based congestion control*) che modifica dinamicamente la quantità di dati inviati dal mittente nell'unità di tempo in funzione delle informazioni di stato ricevute. Queste riguardano sia lo stato della rete (*congestion control*) sia lo stato del nodo ricevente (*flow control*).

ARB è stato dimostrato essere più efficiente degli algoritmi attualmente usati, quali lo *slow-start* adottato da TCP.

18.5 LA RETE BBNS

Il BBNS (*Broad Band Network Service*) è stato annunciato da IBM nel luglio 1993 ed è caratterizzato dall'integrazione con ATM (si veda capitolo 19). BBNS definisce un nuovo control point (tabella 18.2) ed ammette come nuovo formato di pacchetto la cella ATM (53 byte).

Le funzioni di instradamento sono quelle standard di ATM, più quelle offerte da PTM.

BBNS aggiunge ai servizi ATM altri servizi presenti nelle reti IBM, quali la qualità del servizio, l'allocazione di banda, i servizi di directory multiprotocollo e la gestione dei gruppi di multicast.

BBNS, basandosi su ATM, non solo fornisce trasferimento dati per protocolli IBM e non, ma può trasportare anche altri tipi di informazioni multimediali, quali il video e la voce.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Apertus Technologies Inc., "APPN Primer: A Guide to Advanced Peer-to-Peer Networking", New York, USA, 1994.
- [2] Marcia L. Peters, "APPN and Extensions: The New Industry Standard for SNA Internetworking", IBM Corp., Research Triangle Park, NC, USA.
- [3] James P. Graym, Marcia L. Peters, "A Preview of APPN High Performance Routing", IBM Corp., Research Triangle Park, NC, USA, July 1993.
- [4] R. Dixon, D. Kushi, "RFC 1434: Data Link Switching: Switch-to-Switch Protocol", March 1993.
- [5] R.M. Sanders, A.C. Weaver, "The Xpress Transfer Protocol (XTP) - A tutorial, Computer Network Laboratory, Dept. of Computer Science, University of Virginia, TR-89-10, January 1990.
- [6] R.F Chang, J. P. Gray, L. Huynh, "Comparison of Congestion Control Performance of APPN+ and TCP", IBM Corp., Unclassified, Technical Report 29.1490, December 1992.