

3. ATM Layer

Funzioni dell'ATM Layer

Struttura della cella

Virtual Path e Virtual Channel

Connessioni virtuali

Tipologie di celle

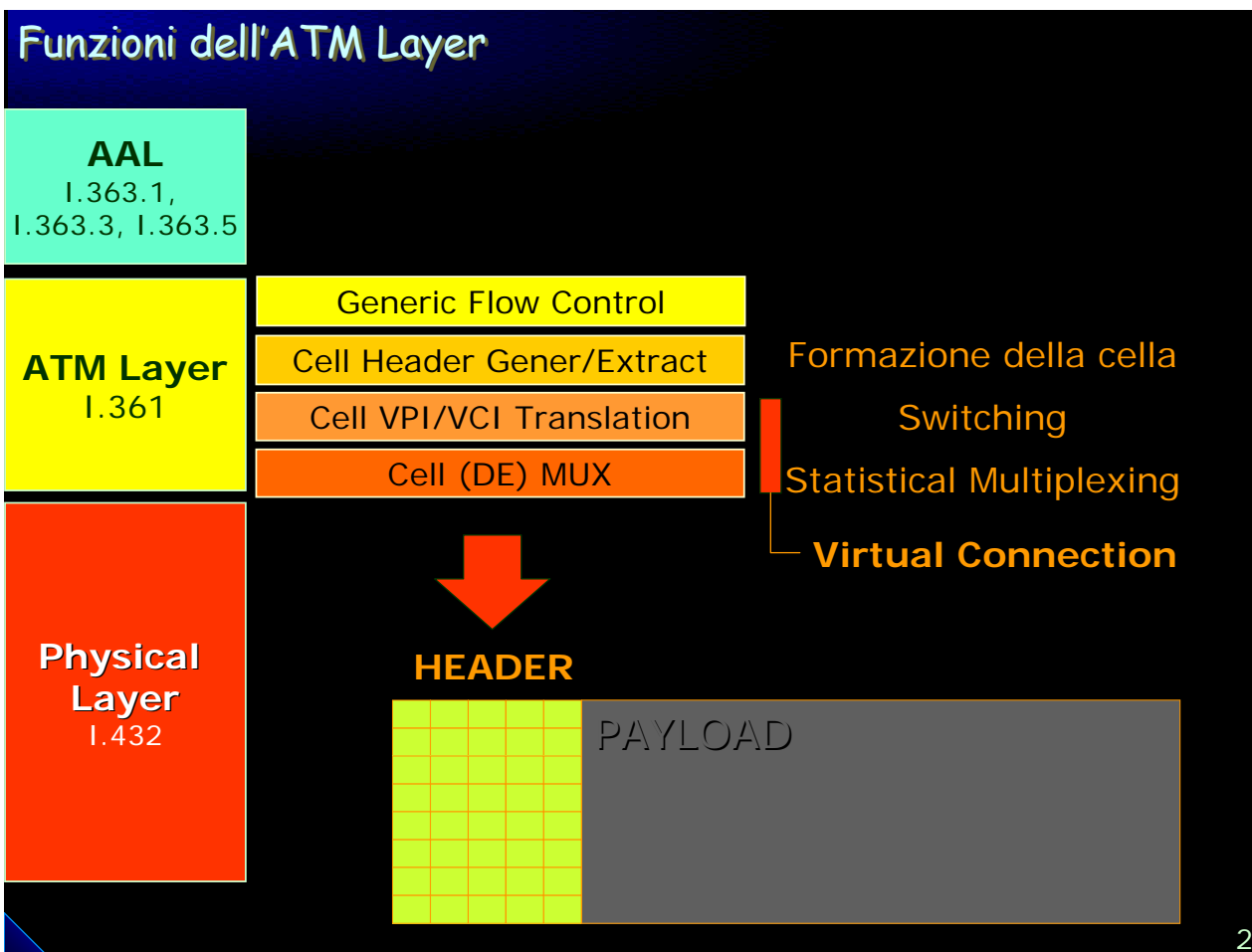
Funzioni di un multiplatore d'accesso ATM (TAM)

Modalità di Switching

1

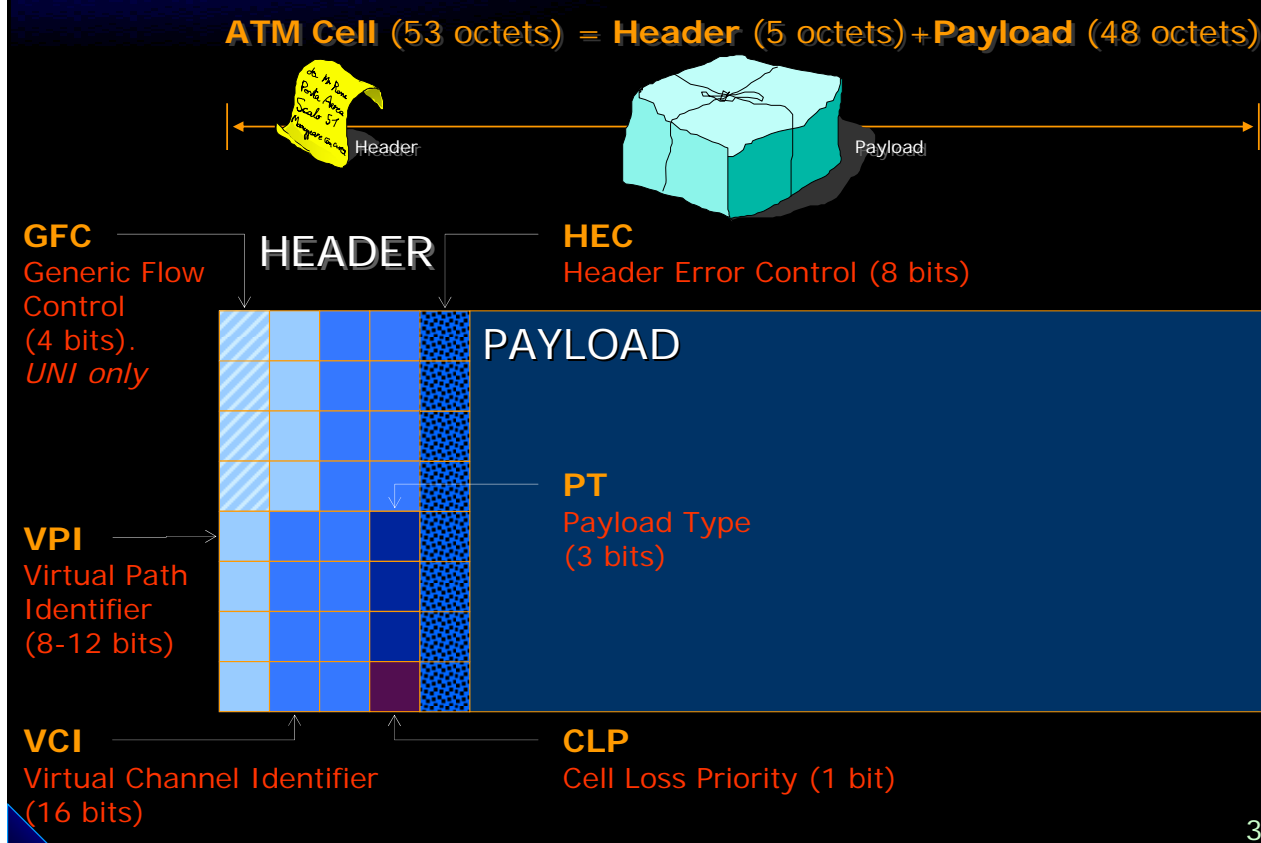


Note:



La cella ha una dimensione fissa di 53 byte. Una prima suddivisione della cella è stata vista in precedenza in header e payload. Il campo header viene processato dai nodi della rete, mentre il campo payload solo dagli estremi. Per questo motivo tutte le funzioni del livello ATM legate al trasferimento vengono governate dai bit contenuti nell'header. Per tutta questa sezione faremo riferimento agli aspetti di trattamento delle celle e ai concetti di connessione virtuale.

Struttura della cella



Struttura dell'Header UNI.

I bit dell'header, organizzati secondo i campi sopra descritti, permettono alla rete ATM di svolgere le seguenti funzioni:

Controllo degli apparati d'utente mediante il campo Generic Flow Control (GFC) che attualmente è in fase di definizione;

Instradamento attraverso i nodi della rete mediante la realizzazione di connessioni virtuali identificate da un insieme di Virtual Path (espressi dal campo VPI) e di Virtual Channel (espressi dal campo VCI). Per il routing sono disponibili complessivamente 24 bit (8 per VPI e 16 per VCI);

Identificazione del tipo di informazioni contenute nel Payload mediante il campo Payload Type (PT) della dimensione di 3 bit;

Controllo della congestione mediante la valutazione del bit Cell Loss Priority (CLP);

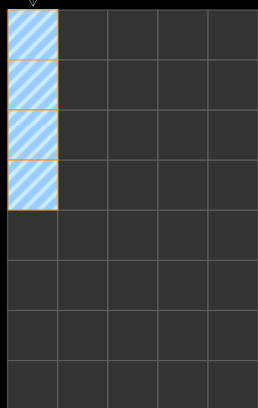
Controllo ed eventuale correzione di un singolo bit dell'header mediante la verifica dell'ottetto HEC (ultimo ottetto dell'header).

📖 Vedi libro ATM (Bellato-Setti) pag.58

Controllo generico del flusso GFC per interfacce UNI

GFC

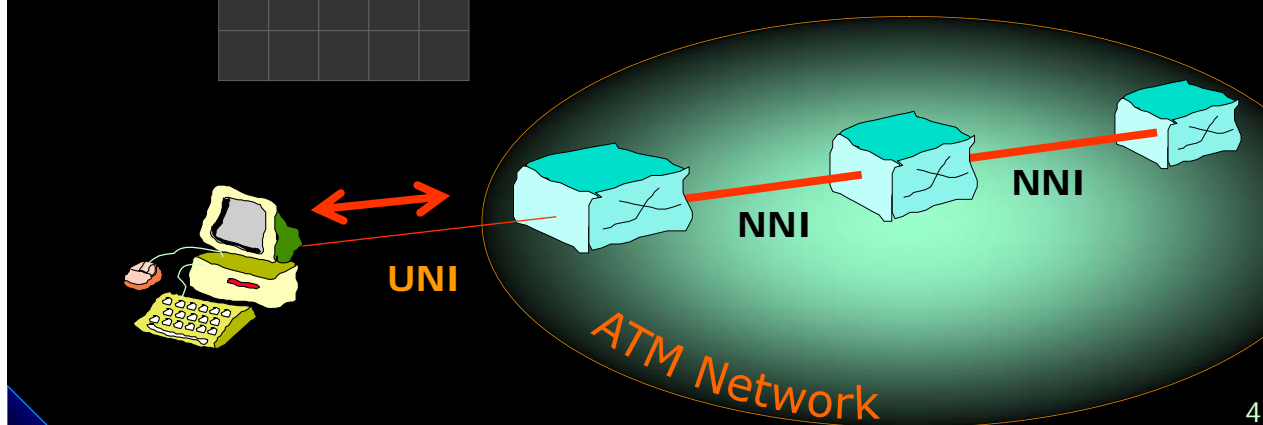
Generic Flow Control
(4 bits).
UNI only



Non è attualmente definito
(default = 0000)

Potenzialità:

- attivazione di accessi multipli;
- condivisione di mezzi fisici della rete ATM con apparati locali di accesso;
- ...



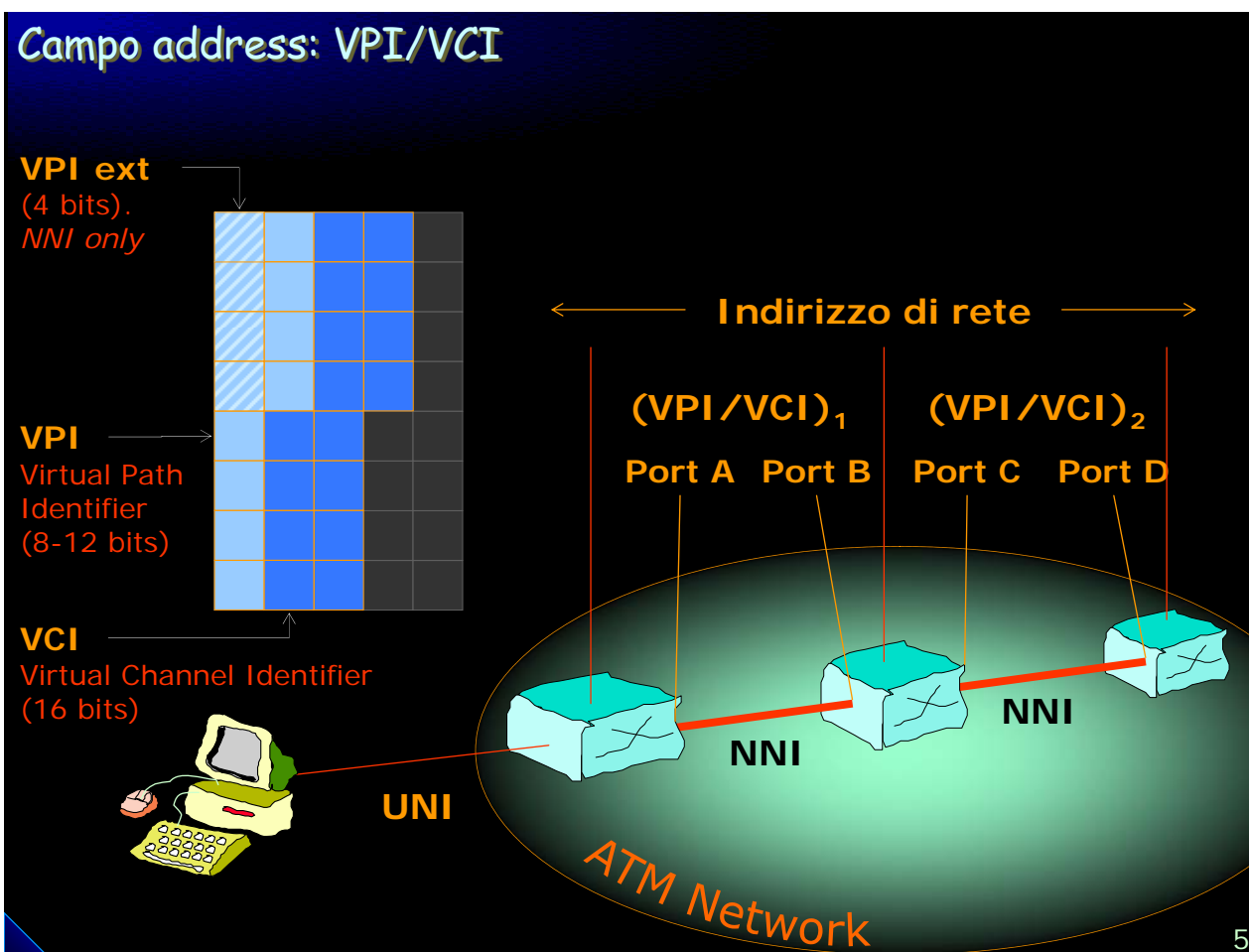
4



Il campo GFC, definito solamente sull'interfaccia tra utente e rete UNI, occupa i primi quattro bit dell'header.

Il campo GFC non è attualmente definito, ed è settato a 0. I suoi potenziali utilizzi riguardano il controllo del flusso, l'attivazione di accessi multipli oppure la condivisione di mezzi fisici della rete ATM con apparati locali di accesso.

📖 Vedi libro ATM (Bellato-Setti) pag. 62



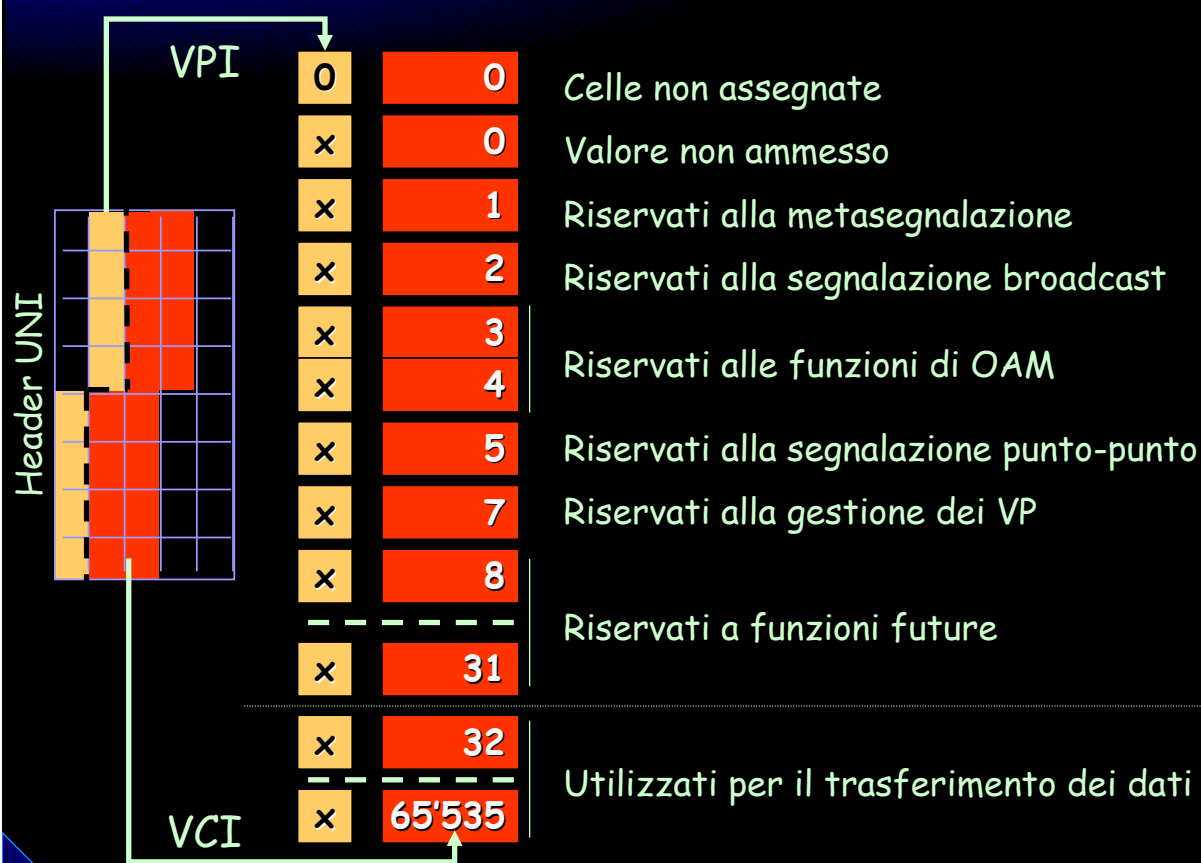
I campi VPI e VCI occupano la quasi totalità dell'header. VPI/VCI rappresentano l'indirizzo locale del circuito virtuale che appartiene ad una connessione virtuale end-to-end.

La coppia VPI/VCI è pertanto da intendersi come un indirizzo di livello data link, pertanto con validità legata all'interfaccia locale tra due nodi. La cella ATM non è dotata di informazioni relative alla destinazione finale, ma solo relative al successivo "hop". Questo comporta che la tecnica ATM necessita di una fase di set up (on demand da parte del cliente o su base semipermanente con un sistema di gestione).

Nella fase di set up o di configurazione da sistema di gestione viene definito il percorso che le celle dovranno fare. All'interno dei nodi verranno date le corrispondenze fra le coppie VPI/VCI di ingresso e le coppie VPI/VCI d'uscita.

📖 Vedi libro ATM (Bellato-Setti) pag.63

Valori preassegnati dei campi di routing (Racc. ITU-T I.361)



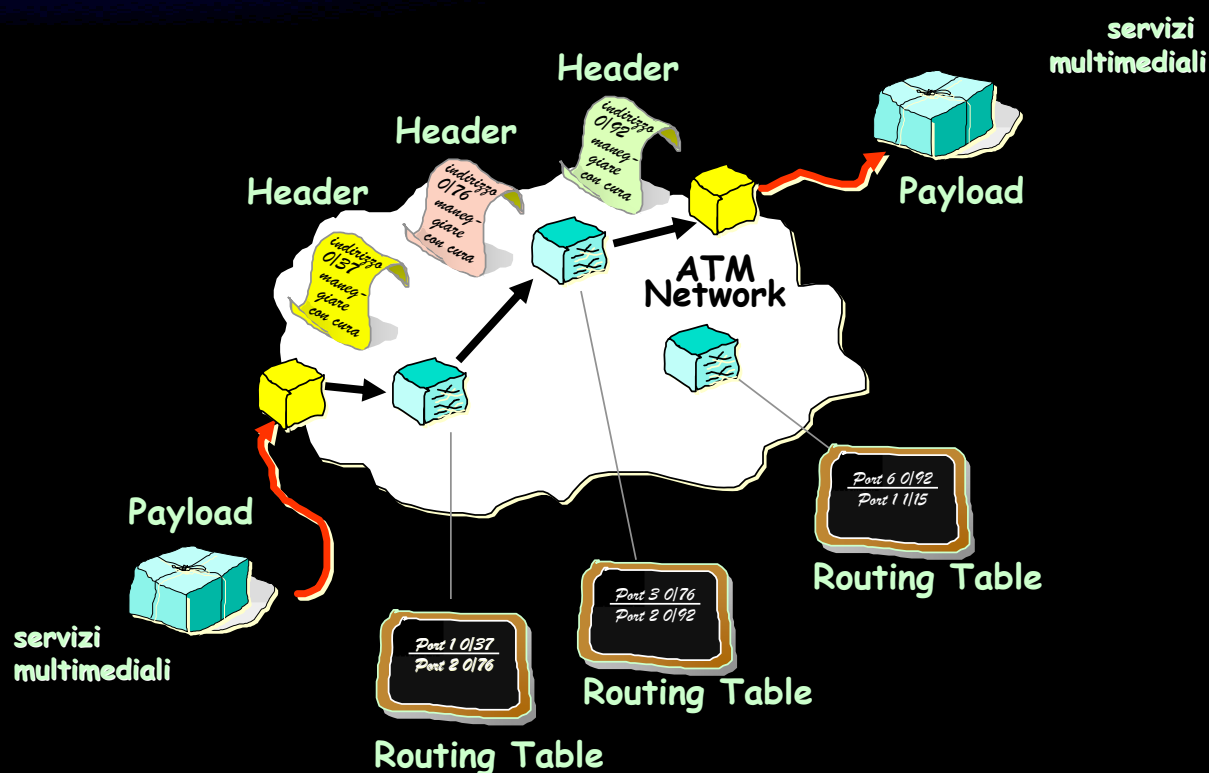
6



Lo switch delle celle viene svolto dai nodi analizzando il contenuto dei campi VPI/VCI. In base al valore in essi riportato, il nodo instrada le celle in base alle indicazioni della tabella di routing. Il significato dei valori VPI/VCI è locale all'interno di un link, infatti il nodo dopo aver letto il loro valore lo modifica. Esistono però dei valori di VPI/VCI universali che vengono interpretati da tutti i nodi in maniera univoca. Tali valori servono per gestire la rete e sono di servizio al trasferimento dei dati. Tali valori, definiti preassegnati, relativamente all'interfaccia UNI, sono riportati in figura.

📖 Vedi libro ATM (Bellato-Setti) pag. 65

Connessioni virtuali (Virtual Connections)



7

Dopo aver stabilito la dimensione della cella, bisogna pensare a come trasferirla da un capo all'altro della rete.

I bit che servono a tale scopo sono quelli presenti nell'header contenuti nel campo VPI/VCI. Dentro un nodo di commutazione ATM (ATM switch) c'è una "routing table" che associa un VPI/VCI e un numero del port in ingresso con un altro numero del port e VPI/VCI in uscita.

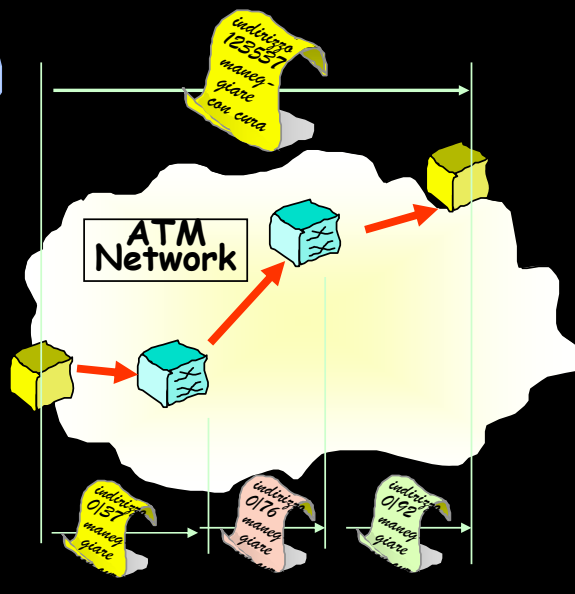
Quando una cella entra nel nodo, viene sottoposta al controllo del valore del VPI/VCI presente sull'header e viene processata come nel seguente esempio:

- supponiamo che il VPI/VCI entrante sia 0/37; poiché la cella è entrata sul port 1, il nodo guarda tale port d'ingresso e scopre, consultando la routing table, che la cella deve uscire sul port 2. Il nodo quindi commuta fisicamente la cella sul port d'uscita ed inoltre cambia l'indirizzo VPI/VCI (sempre seguendo le indicazioni della routing table) ad esempio con il valore 0/76.

In conclusione la cella, attraverso il nodo di commutazione, viene instradata su un altro portante fisico e subisce la modifica del valore VPI/VCI. Chiaramente, le informazioni contenute nel payload restano le stesse.

Connessioni virtuali: modalità di indirizzamento dei dati

E' meglio indirizzare una connessione con un unico "valore" end-to-end oppure mediante l'identificazione segmentata dei suoi collegamenti parziali tra i nodi di commutazione?



Unico indirizzo End-to-end: Non idoneo ad una rete globale!

Con questa tecnica servono molti bit per l'indirizzamento con conseguente perdita di efficienza

Indirizzo segmentato: Grande flessibilità!

Possibilità di realizzare molte connessioni combinando opportunamente gli indirizzi dei collegamenti parziali

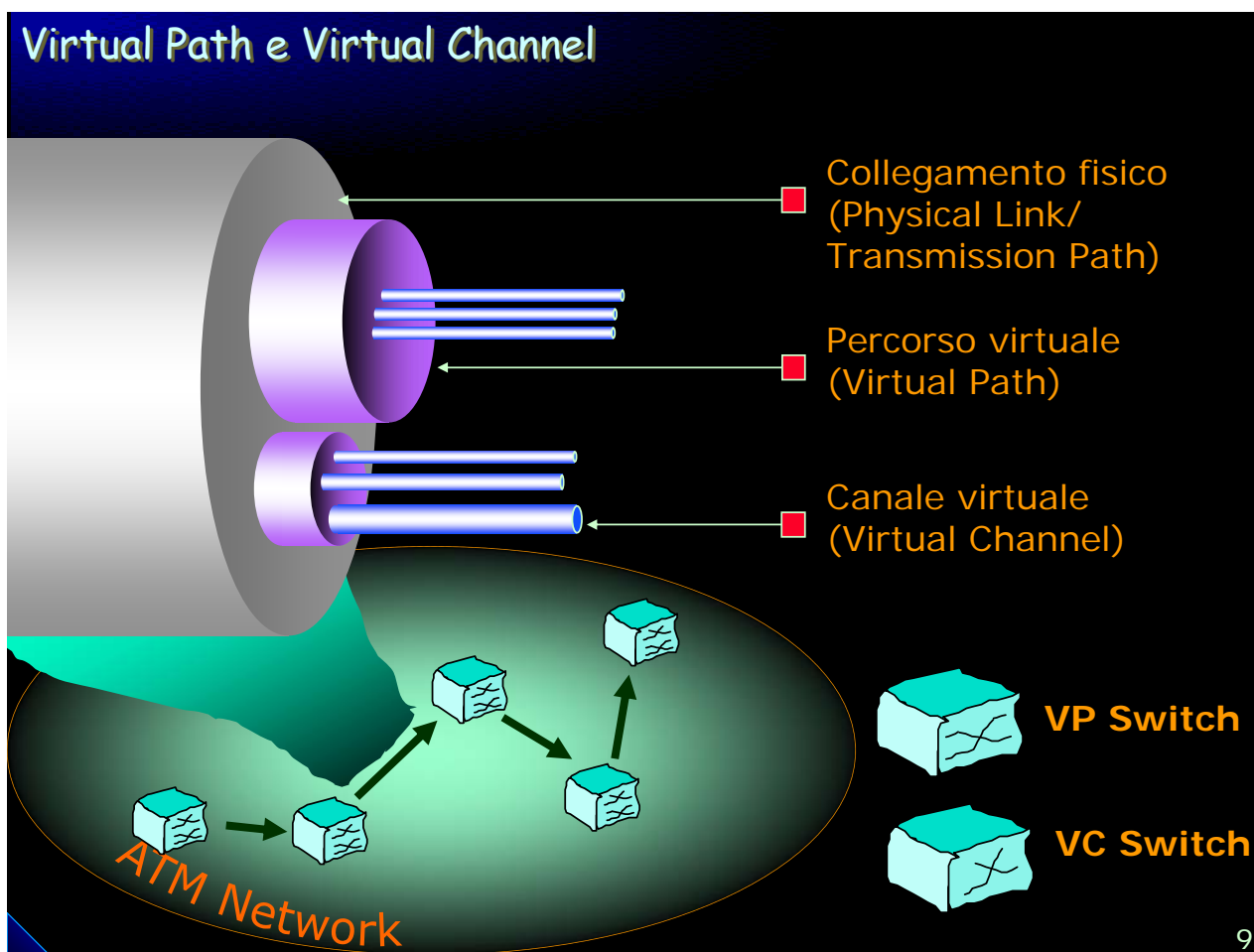
Il valore VPI/VCI viene cambiato per due ragioni.

La prima riguarda la quantità di connessioni disponibili; infatti se i valori fossero unici, ci sarebbero solo circa 17 milioni di possibilità che, con l'attuale crescita delle reti, non sarebbero abbastanza per una rete a carattere globale.

La seconda ragione riguarda l'amministrazione di valori unici attraverso una grande rete. Per esempio, come si potrebbe garantire che a Cefalù, il collegamento nuovo che si sta attivando utilizzi un valore unico comparato a tutti gli altri collegamenti attivi nel mondo?

È interessante notare che queste considerazioni coinvolgono anche il mondo di Internet dove è disponibile un numero limitato degli indirizzi di TCP/IP. Se il campo di indirizzo fosse della dimensione sufficiente per servire univocamente tutti gli utenti della rete, l'overhead della cella diverrebbe inaccettabile.

Di conseguenza, il valore di VPI/VC1 è significativo solo nel contesto dell'interfaccia data. La combinazione dei valori di VPI/VC1 permette così alla rete di associare una cella ad un collegamento.



9



Il trasferimento dei dati ATM è basato sull'instaurazione di connessioni virtuali. Le celle ATM appartenenti ad una stessa connessione seguono lo stesso percorso che viene realizzato mediante l'interconnessione di link logici attraverso gli switch. Esistono due tipologie di link logici: i Virtual Channel e i Virtual Path; in funzione di questo gli switch possono operare la commutazione del Virtual Channel oppure la commutazione del Virtual Path. Tali dispositivi prenderanno rispettivamente il nome di Virtual Channel Switch e di Virtual Path Switch.

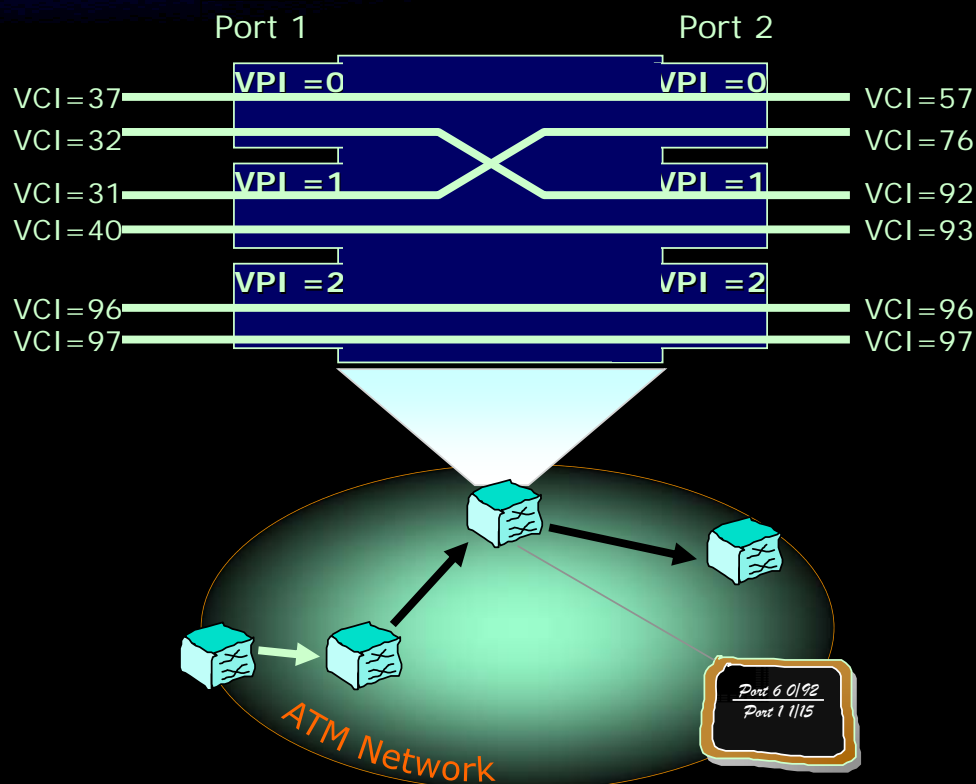
Perché ci sono due campi?

Ci sono due modi diversi per connettersi con una rete ATM, mediante Virtual Channel e mediante Virtual Path.

Consideriamo una connessione tra 2 terminali in una rete ATM: sarebbe interessante acquisire un fascio di connessioni in modo da attivare e disattivare i canali virtuali tra gli estremi senza coinvolgere l'operatore di rete. Questa è l'idea di un Virtual Path.

Se consideriamo solo la commutazione di Virtual Path il campo di VP può cambiare, ma l'intero fascio di Virtual Channel viene trasportato attraverso la rete come un'unica entità. Se si aggiungesse un ulteriore canale, dovrebbero essere coordinati solo gli apparati terminali. Questo tipo di servizio è stato chiamato Servizio di Virtual Path.

Esempio di traslazione di indirizzi VPI/VCI



10



Dobbiamo immaginare l'indicatore di Virtual Path (VPI) come un fascio di canali virtuali. Il VPI è costituito da 8 bit (si vedrà che può anche avere 12 bit), così su un'interfaccia data, si possono avere 256 fasci diversi.

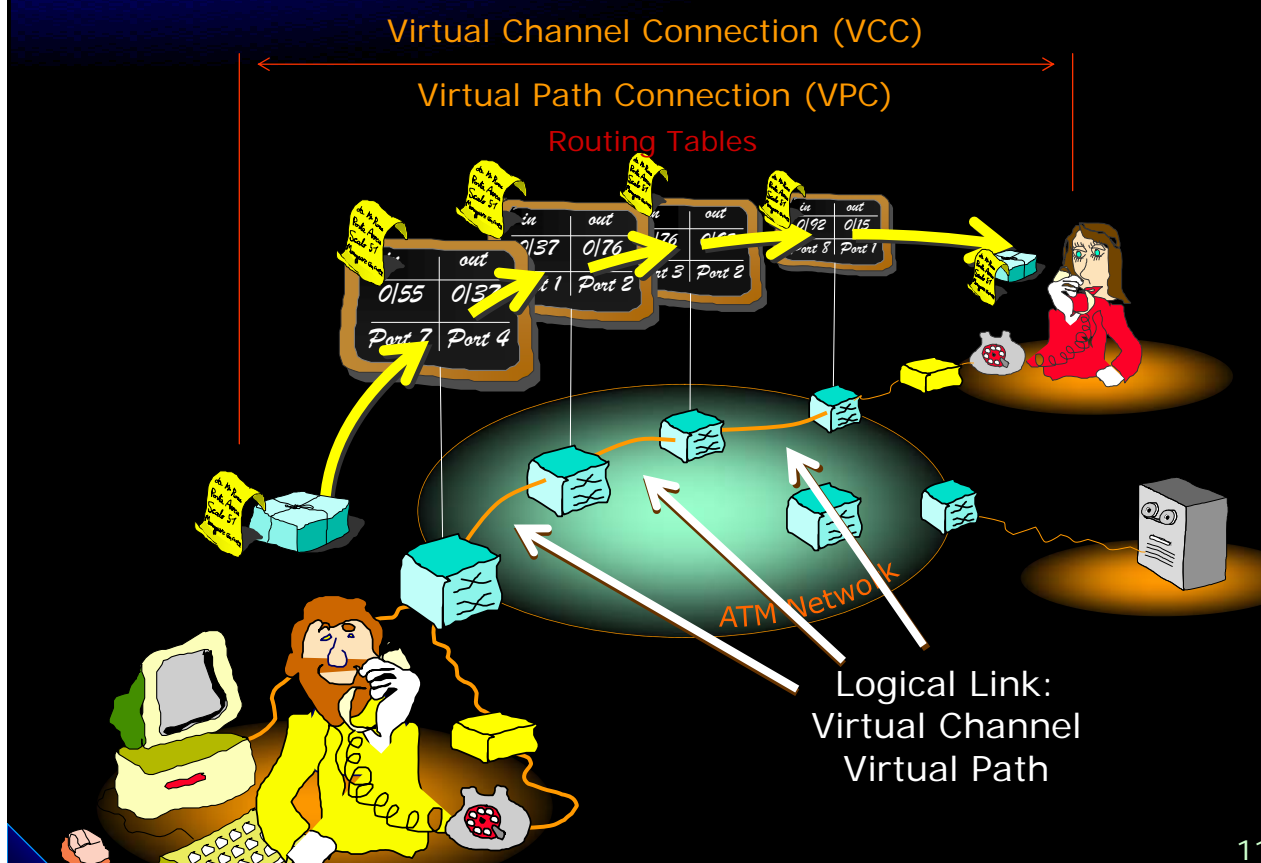
Dentro un nodo di commutazione ATM (ATM switch) c'è una "routing table" che associa un VPI/VCI e un numero del port in ingresso con un altro numero del port e VPI/VCI in uscita.

Quando una cella entra nel nodo, viene sottoposta al controllo del valore del VPI/VCI presente sull'header e viene processata come nel seguente esempio:

- supponiamo che il VPI/VCI entrante sia 0/37; poiché la cella è entrata sul port 1, il nodo guarda tale port d'ingresso e scopre, consultando la routing table, che la cella deve uscire sul port 2. Il nodo quindi commuta fisicamente la cella sul port d'uscita ed inoltre cambia l'indirizzo VPI/VCI (sempre seguendo le indicazioni della routing table) ad esempio con il valore 0/76.

In conclusione la cella, attraverso il nodo di commutazione, viene instradata su un altro portante fisico e subisce la modifica del valore VPI/VCI. Chiaramente, le informazioni contenute nel payload restano le stesse.

Connessioni virtuali



11



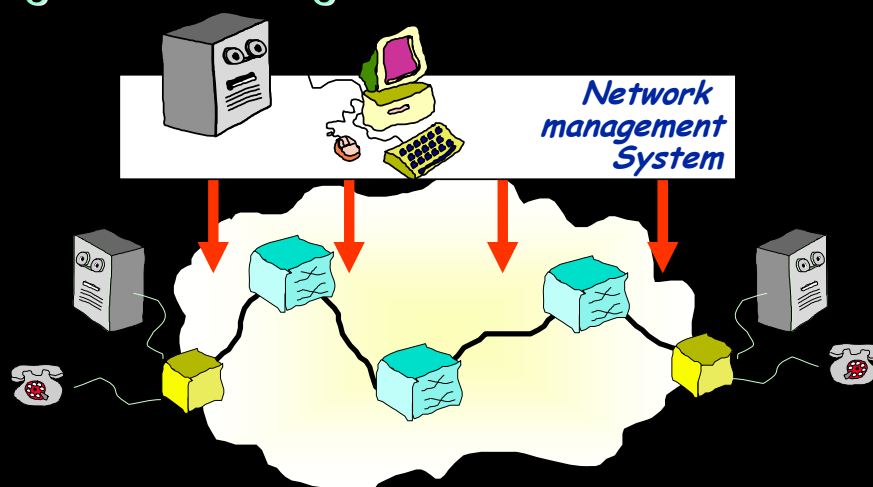
La connessione è quel percorso logico che mette in comunicazione gli utenti finali.

Nell'ATM possiamo distinguere le connessioni in Virtual Channel Connection (VCC) e in Virtual Path Connection (VPC).

I VCC sono concatenazioni di Virtual Channel consecutivi, mentre i VPC sono concatenazioni di Virtual Path consecutivi. I VPC possono contenere diversi VCC.

Connessioni virtuali permanenti (PVC)

- Tempi di attivazione lunghi (con l'intervento del gestore di rete attraverso il sistema di gestione);
- Utile per connessioni che rimangono attive per molto tempo (giorni, settimane, ...);
- Gli indirizzi VPI/VCI sulle routing table presenti sui terminali e sugli switch vengono attribuite dal sistema di gestione.



12

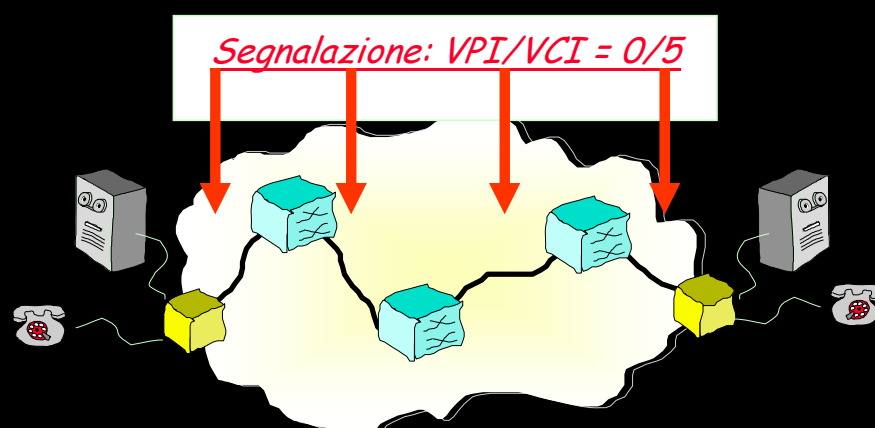
Come si stabilisce una connessione attraverso una rete?

La tecnica Permanent Virtual Connection (PVC) richiede un processo che coinvolge operativamente il gestore di rete il quale, mediante un sistema di gestione, aggiorna le routing table degli elementi di rete (valori di VCI/VPI e le loro traslazioni).

Questo tipo di connessione si adatta molto bene nei casi di linee private in cui, ad esempio, due terminali rimangono connessi per tempi molto lunghi.

Connessioni virtuali commutate (SVC)

- Tempi di attivazione immediati mediante le procedure (automatiche) di segnalazione
- Permette di raggiungere qualsiasi utente abbonato
- Gli switch e i terminali si scambiano le informazioni di segnalazione utilizzando il canale predefinito VPI/VCI=0/5



13

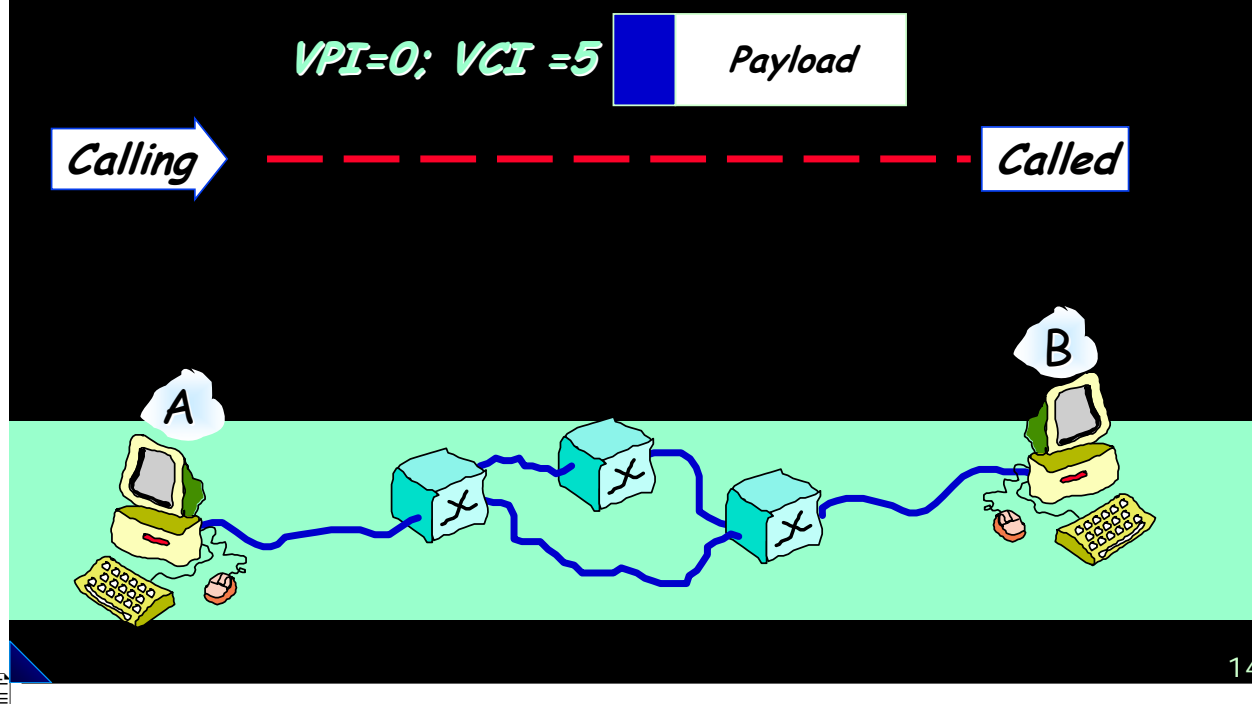
Una seconda tecnica per stabilire una connessione attraverso una rete è la connessione virtuale commutata (SVC). Questo permette di attivare e disattivare dinamicamente le connessioni tra due o più terminali.

Gli SVC richiedono l'attivazione di una connessione predefinita (identificata da VPI-0/VCI-5) usata dal protocollo di segnalazione.

Un protocollo di segnalazione viene utilizzato sfruttando la connessione VPI-0/VCI5 per comunicare con lo switch le informazioni che permettono di attivare, mantenere, modificare o disattivare una connessione.

Attualmente il servizio commutato non è ancora disponibile. In alcuni casi per il trasferimento delle informazioni di segnalazione non si utilizza la connessione VPI-0/VCI-5.

Set Up di una chiamata: signalling cell

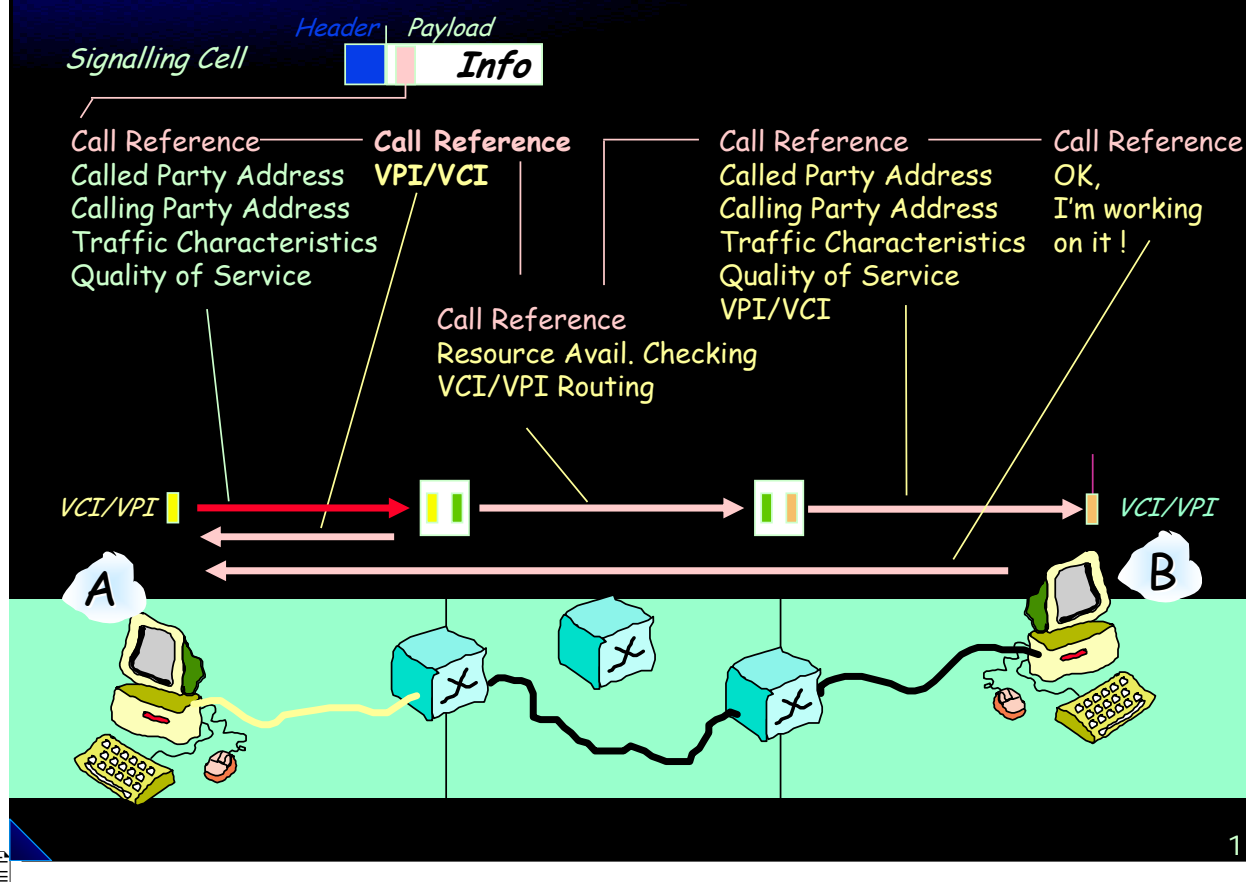


Di seguito vengono esaminate le fasi della procedura di set up di una chiamata di una connessione commutata (SVC).

Supponiamo che "A" voglia comunicare con "B". Inizialmente, un messaggio viene trasferito sul canale di segnalazione. Questo viene chiamato "messaggio di set up" e contiene informazioni come l'indirizzo del chiamante, le caratteristiche del traffico, la qualità di servizio richiesto, ecc... Il canale di segnalazione VPI-0/VCI-5 gestisce simultaneamente molte connessioni commutate, corrispondenti a vari stage di processo.

A questo punto, il primo nodo di rete riconosce una potenziale connessione e gli assegna un valore di VPI/VCI impegnando le risorse. La connessione non si può ancora utilizzare.

Procedura e informazioni scambiate nel set up



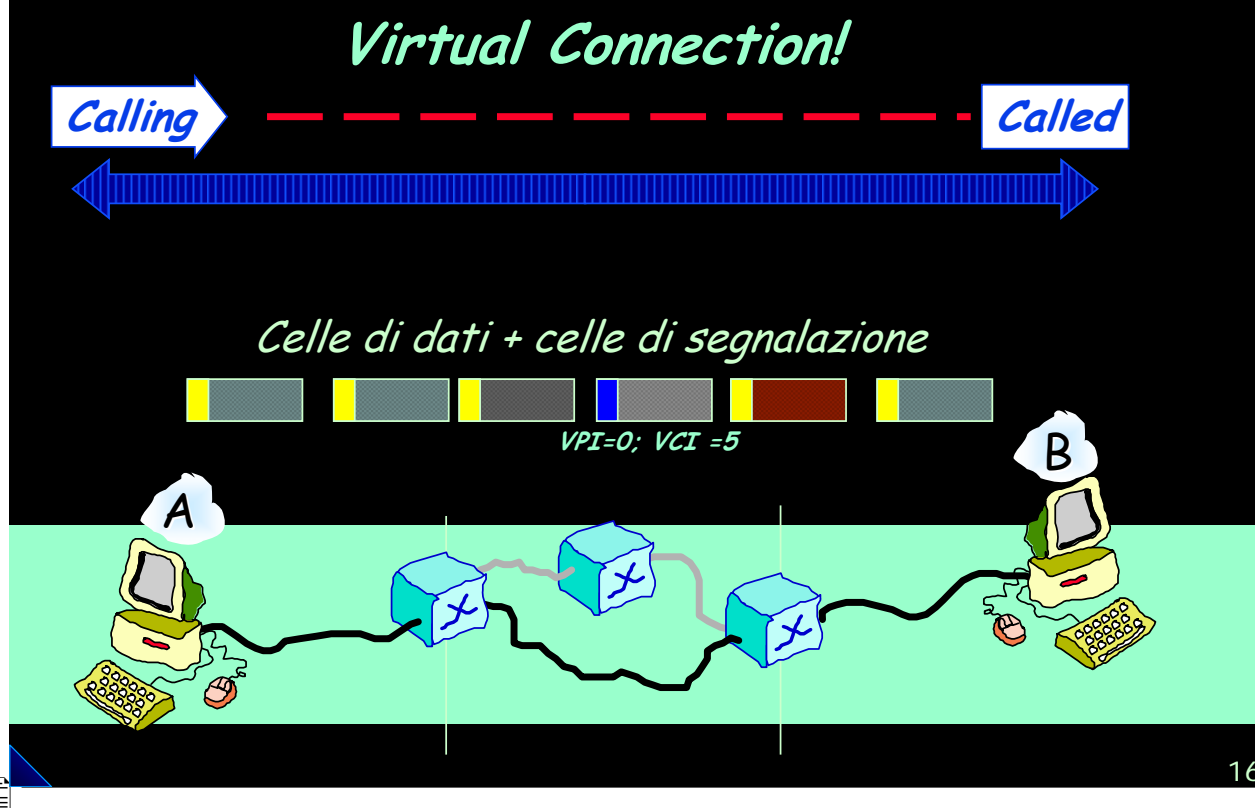
15

La rete controlla le proprie risorse, cerca i percorsi tentando di attivare una connessione fino alla destinazione richiesta.

Un messaggio giunge al terminale di destinazione indicando una chiamata entrante (include le informazioni sulle caratteristiche del traffico, ecc.). Il terminale chiamato potrebbe essere un gateway di una rete ATM privata, deve quindi fare alcuni controlli sulle eventuali risorse che gestisce e dedurre se può realizzare la connessione con la destinazione ultima.

Presumendo che il collegamento possa essere stabilito, segue un messaggio di accettazione della connessione da parte dal terminale chiamato alla rete, e...

Realizzazione della connessione virtuale



... il messaggio di accettazione della connessione viene inviato attraverso la rete al terminale chiamante ("OK la connessione è stata accettata! puoi cominciare ora ad usarla per comunicare").

L'attivazione della connessione coinvolge l'attivazione di un trail di routing table delle connessioni negli switch della rete ATM. Chiaramente, se per una qualsiasi ragione il collegamento non viene attivato, la rete deve resettare le routing table impegnate. Questa è una delle difficoltà della realizzazione di connessioni commutate.

Significato dei bit del campo Payload Type (PT)



A) Il payload contiene dei dati utili al gestore della rete?

B) E' avvenuta una congestione del traffico?

C) E' questa l'ultima cella di un flusso informativo processato dal protocollo AAL5?

Risposte

- A** [0] No! il payload contiene delle informazioni dell'utente;
 [1] Si! il payload contiene dei dati per la gestione e manutenzione, questa cella viene definita OAM.
- B** [0] No! non si è verificata nessuna congestione durante il controllo del traffico;
 [1] Si! si è verificata congestione.
- C** [0] No! esistono altre celle a seguire che compongono un flusso informativo processato dal protocollo AAL5;
 [1] Si! questa è l'ultima cella della successione.

17



Il payload type identifier è composto da 3 bit.

Il primo è usato per discriminare se il contenuto del payload contiene dati dell'utilizzatore del servizio oppure informazioni per l'esercizio e la manutenzione della rete che interessano esclusivamente il gestore.

Se il payload contiene dati dell'utilizzatore, il secondo bit viene chiamato Indicatore di Congestione Diretta Esplicita (EFCI) e viene settato quando una cella attraversa un punto nella rete in cui c'è congestione.

Infine, ancora nel caso di payload contenente i dati dell'utilizzatore, il terzo bit è trasferito in modo trasparente dalla rete. Attualmente, viene usato dai protocolli dello Strato di Adattamento ATM AAL5.

Tipologie di celle in funzione del Payload Type

- | | |
|-------|--|
| 0 0 0 | User data cell, congestion not experienced.
ATM user-to-ATM-user indication = 0 |
| 0 0 1 | User data cell, congestion not experienced.
ATM-user-to-ATM-user indication = 1 |
| 0 1 0 | User data cell, congestion experienced.
ATM-user-to-ATM-user indication = 0 |
| 0 1 1 | User data cell, congestion experienced.
ATM-user-to-ATM-user indication = 1 |
| 1 0 0 | OAM F5 segment associated cell |
| 1 0 1 | OAM F5 end-to-end associated cell |
| 1 1 0 | Resource management cell |
| 1 1 1 | Reserved for future VC functions |

18



Note:

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Problemi di traffico

Quando si verificano condizioni di congestione del traffico, la soluzione consiste nell'eliminazione di alcune celle.

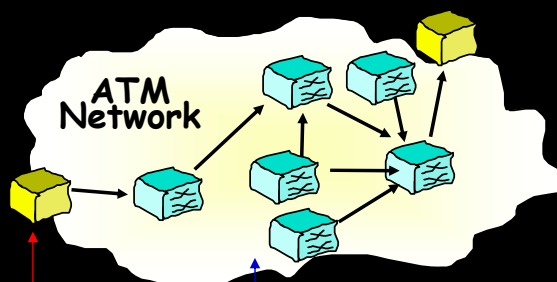
L'header della cella ATM contiene un bit (CLP) che determina la priorità della cella:

CLP = 0: Cella ad alta priorità

CLP = 1: Cella a bassa priorità

CLP può essere settato:

- dal terminale d'utente;
- dalla rete mediante controlli di:
 - qualità del servizio commissionato per VP e VC;
 - violazione dei termini di contratto del traffico.



19

Lo scopo del bit Cell Loss Priority (CLP) è quello di informare il nodo di rete che le celle con il CLP settato a 1, in caso di congestione del traffico, possono essere scartate.

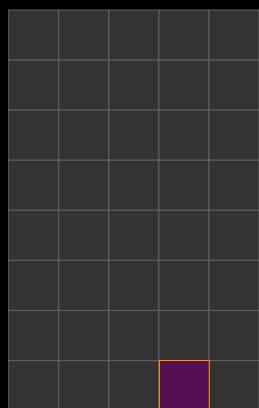
Chi ha il compito di settare tale bit?

Innanzitutto il terminale dell'utente. Se per esempio, si sta usando un servizio di rete con tariffa bassa, alcune celle possono venire premarcate come celle che si possono scartare.

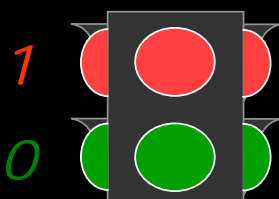
Il Cell Loss Priority può essere usato anche per attribuire una priorità a tipi diversi di traffico, oltre che per limitare l'utilizzo "abusivo" del servizio commissionato.

Il compito più importante è assegnato alla rete ATM: essa infatti deve gestire il traffico (Traffic Management) controllando che i "contratti" stipulati all'atto della connessione vengano rispettati.

Significato del bit CLP (Cell Loss Priority)



Cella soggetta ad eliminazione in caso di congestione del traffico



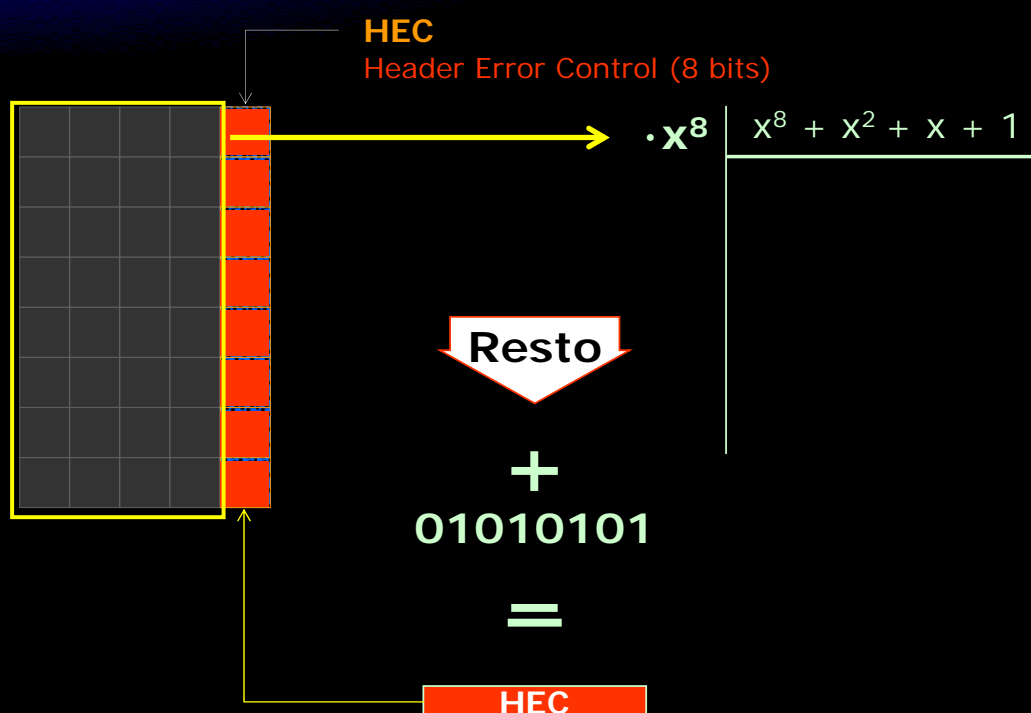
Cella non soggetta ad eliminazione in caso di congestione del traffico

20



Come precedentemente affermato, lo scopo del bit CLP settato a 1 è quello di informare i nodi della rete di un eventuale possibilità di scartare la cella qualora vi sia una congestione.

Calcolo dell'HEC



21



Gli ultimi otto bit dell'header servono per il controllo di errore (Header Error Check) come previsto nella raccomandazione I.432.

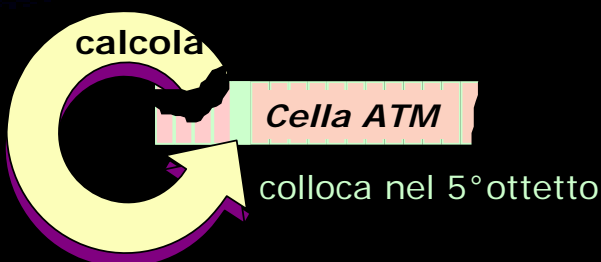
L'algoritmo HEC esercita sui primi 4 byte dell'header un controllo di ridondanza ciclica.

La figura illustra il principio con cui opera.

Controllo di Errore sull'header (HEC)

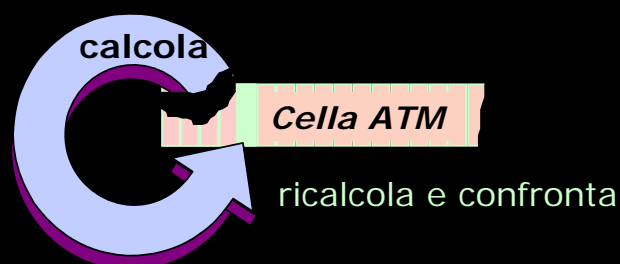
Trasmissione:

Esegue l'algoritmo sui primi 4 ottetti e scrive sul 5° ottetto il risultato.



Ricezione:

Esegue l'algoritmo sui primi 4 ottetti, legge il 5° ottetto, confronta i valori e ...



Prende i seguenti provvedimenti:

nessuno

Cella ATM

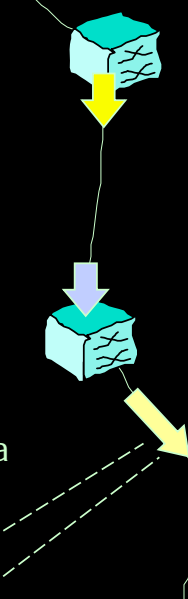
corregge

Cella ATM

scarta

~~Cella ATM~~

ATM Network



22

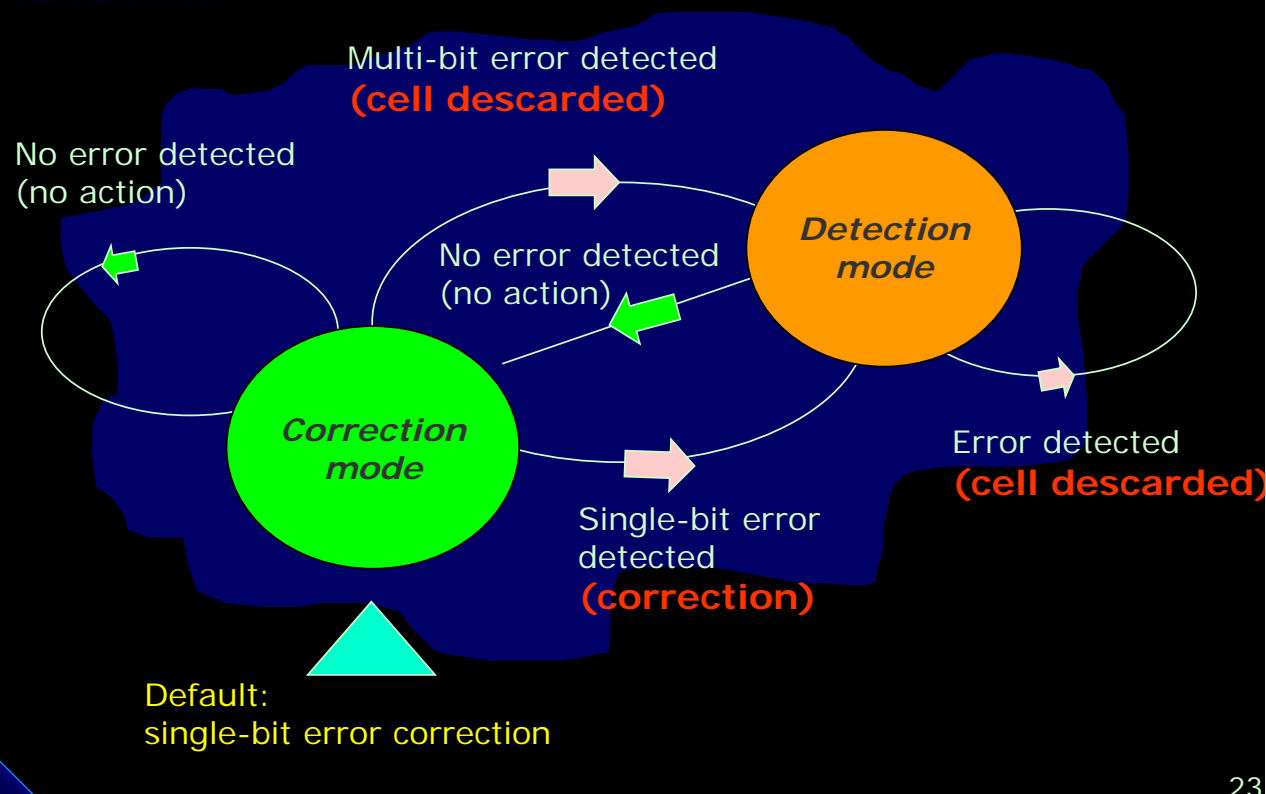


L'HEC viene applicato in ogni nodo di rete ATM per verificare la correttezza dell'header della cella (non tutta la cella, ma solo l'header che corrisponde a circa il 10% dei bit trasmessi).

L'HEC è necessario soprattutto per controllare i valori VPI/VCI per evitare che una loro eventuale variazione trasferisca la cella in un luogo sbagliato.

L'HEC viene usato anche per delineare i confini della cella quando viene trasportata sul mezzo fisico (questa funzione è dipendente dal tipo di tecnica trasmissiva e quindi appartiene allo strato Physical Layer).

Diagramma a stati di rilevazione/correzione degli errori dell'HEC



23



Il controllo HEC, che avviene mediante il confronto fra i bit dell'HEC calcolati e quelli inviati dal nodo adiacente, prevede l'utilizzo di uno dei due seguenti metodi (detection mode):

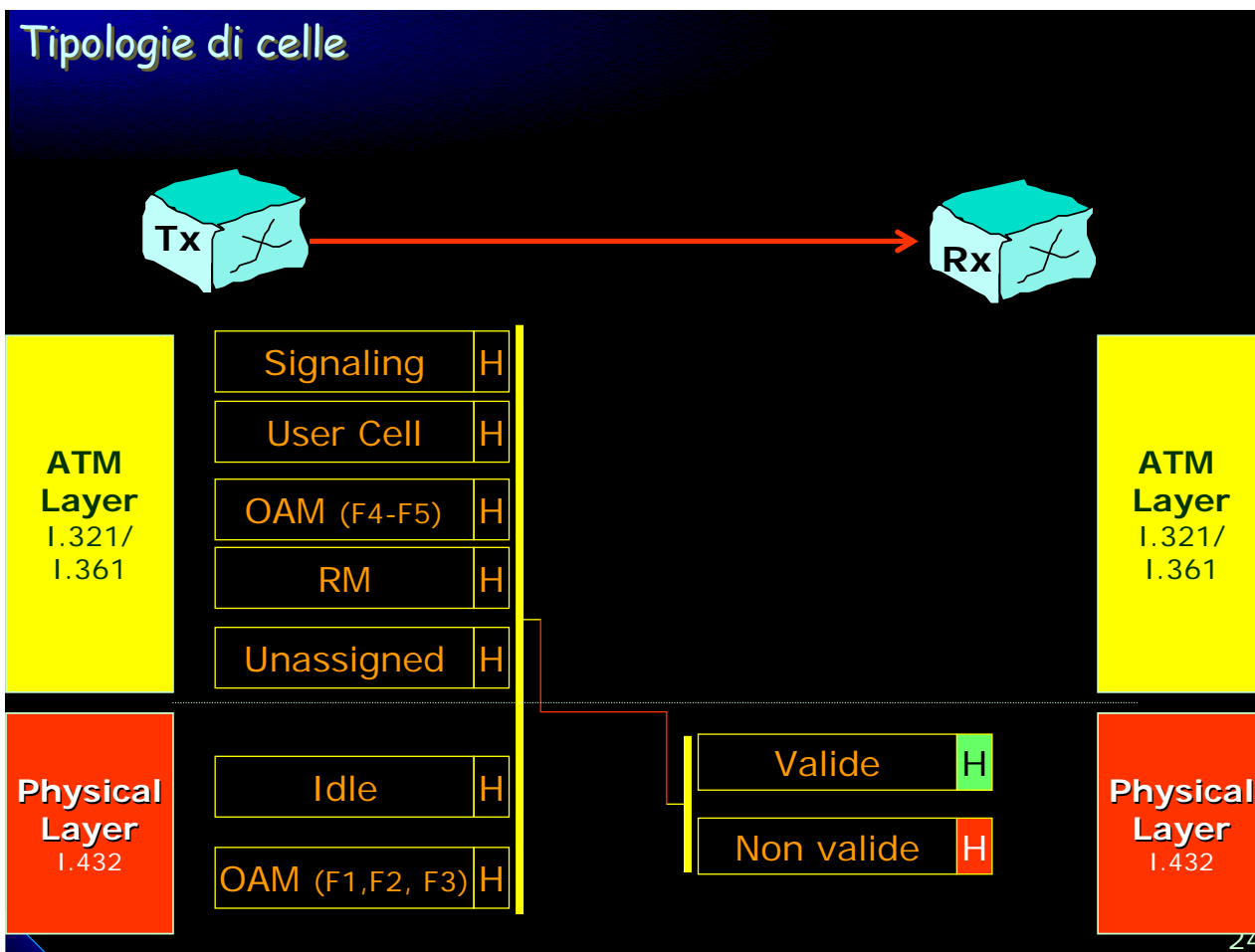
- 1) scarto della cella in caso di errore;
- 2) correzione dell'errore purché esso sia causato dalla variazione di un solo bit.

La scelta del metodo da utilizzare è condizionata dal mezzo trasmissivo.

In una fibra ottica, visto che tipicamente gli errori sono isolati, ha senso utilizzare la correzione di errore di un singolo bit. Non si può dire altrettanto dei portanti in rame dove gli errori avvengono tipicamente a burst.

Nel caso in cui si utilizzi la correzione di errore di un singolo bit, vi è il rischio che un errore multiplo sia interpretato come un errore singolo, con eventuale riduzione della capacità del sistema di scoprirli.

L'HEC della stessa cella varia in ogni nodo a causa dell'attribuzione di nuovi identificatori VPI/VC1.



24



L'ATM prevede una serie di celle dedicate al trasferimento delle informazioni ed alla gestione delle connessioni, sia in fase di instaurazione che in fase di mantenimento.

La differenza fra le celle dipende dalle combinazioni assegnate dei valori VPI/VCI e del Payload Type come visto in precedenza.

Si possono distinguere:

celle assegnate per l'utilizzo dell'utente (user cell);

celle assegnate per la manutenzione a livello ATM (OAM F4, F5);

celle non assegnate a livello ATM (unassigned) - hanno la funzione di riempire in modo fittizio i momenti di assenza di informazione durante la multiplexazione statistica. I nodi quando ricevono queste celle, identificate con tutti i bit dell'header posti a 0, le scartano;

celle di Resource Management per la gestione delle risorse a livello ATM nei servizi ABR;

celle di segnalazione per l'instaurazione della connessione su base chiamata;

celle riempitive a livello fisico (idle) - servono per garantire la continuità delle celle a livello trasmissivo. Anche in questo caso i nodi eliminano queste celle;

celle di manutenzione a livello fisico (OAM F3, F4, F5) - sono scarsamente utilizzate in quanto il servizio di trasporto ha già i suoi meccanismi di gestione (ad esempio SDH).

L'insieme delle celle sopra elencate quando vengono ricevute devono essere verificate con il meccanismo dell'HEC il quale le dichiara valide o non valide. Successivamente solo su quelle valide vengono analizzati i campi dell'header e successivamente classificate. Quelle non valide vengono scartate.