

## 2. ATM Physical Layer

## Interfacce private User-Network

## Interfacce pubbliche User-Network

## Physical Layer: sottolivelli

## Sottolivello Transmission Convergence

### Sottolivello Physical Medium: esempio PDH E3

1

**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.

## Interfacce private User-Network

Frame format	Bit Rate (Mb/s)	Transmission Media
Cell Stream	25.6	UTP-3
STS-1	51.84	UTP-3
FDDI	100	MMF
STS-3c, STM-1	155.52	UTP-5, STP
STS-3c, STM-1	155.52	SMF, MMF, Coax Pair
Cell Stream	155.52	SMF, STP
STS-3c, STM-1	155.52	UTP-3
STS-12, STM-4	622.08	SMF, MMF

### Legenda:

SMF - Single Mode Fiber

MMF - Multimode Fiber

UTP - Unshielded Twisted Pair

STP - Shielded Twisted Pair

2



Durante l'evoluzione delle specifiche, si è riscontrato che, per quanto riguarda l'ATM, esistono alcune tecniche trasmissive che si adattano bene al trasferimento delle celle. Queste sono rappresentate nell'illustrazione sopra riportata e in quella della pagina successiva.

La connessione con un operatore pubblico ATM viene effettuata mediante un'interfaccia UNI (User Network Interface) pubblica.

Analogamente, la connessione in ambito privato tra utente e rete avverrà per mezzo dell'interfaccia UNI privata.

## Interfacce pubbliche User-Network

Frame format	Bit Rate (Mb/s)	Transmission Media
<b>DS1</b>	<b>1.544</b>	<b>TP</b>
<b>DS3</b>	<b>44.736</b>	<b>CP</b>
<b>STS-3c, STM-1</b>	<b>155.52</b>	<b>SMF</b>
<b>E1</b>	<b>2.048</b>	<b>TP, CP</b>
<b>E3</b>	<b>34.368</b>	<b>CP</b>
<b>J2</b>	<b>6.312</b>	<b>CP</b>
<b>NxT1</b>	<b>Nx1.544</b>	<b>TP</b>
<b>NxE1</b>	<b>Nx2.048</b>	<b>TP</b>

### Legenda:

SMF - Single Mode Fiber

TP - Twisted Pair

CP - CoaxPair

3

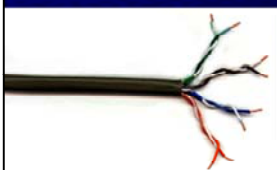


Dal punto di vista dell'interfaccia UNI pubblica, si trovano le tecniche trasmissive tipiche delle reti telefoniche. Per esempio il PDH DS1, DS3 ed il SONET in Nord America, il PDH E1 ed E3 in Europa, il PDH J2 in Giappone e naturalmente l'SDH in tutto il mondo.

Questo è dovuto al fatto che la tecnologia di trasferimento ATM si deve adattare alle preesistenti tecniche di trasporto degli operatori pubblici, ottimizzando così i costi.

E' bene notare che la disponibilità di banda è piuttosto costosa nelle reti pubbliche. Per l'accesso a reti pubbliche, di conseguenza, si utilizzano velocità più basse rispetto alle reti private.

## Cavi Twistati



### Standard EIA/TIA

(Electronic Industry Association/Telecomm. Industry Association)

## Cavi UTP Unshielded Twisted Pair

Categoria 1	Solo voce (doppino telefonico)
Categoria 2	Dati fino a 4 Mb/s (LocalTalk)
<b>Categoria 3</b>	<b>Dati fino a 10 Mb/s (Ethernet)</b>
Categoria 4	Data fino a 20 Mb/s (16 Mb/s Token Ring)
<b>Categoria 5</b>	<b>Data to 100 Mb/s (Fast Ethernet)</b>
Categoria 5e	Dati oltre 100 Mb/s (Gigabit Ethernet)

## Cavi STP Shielded Twisted Pair

- come gli UTP;
- minimizza le emissioni e le interferenze elettromagnetiche

4

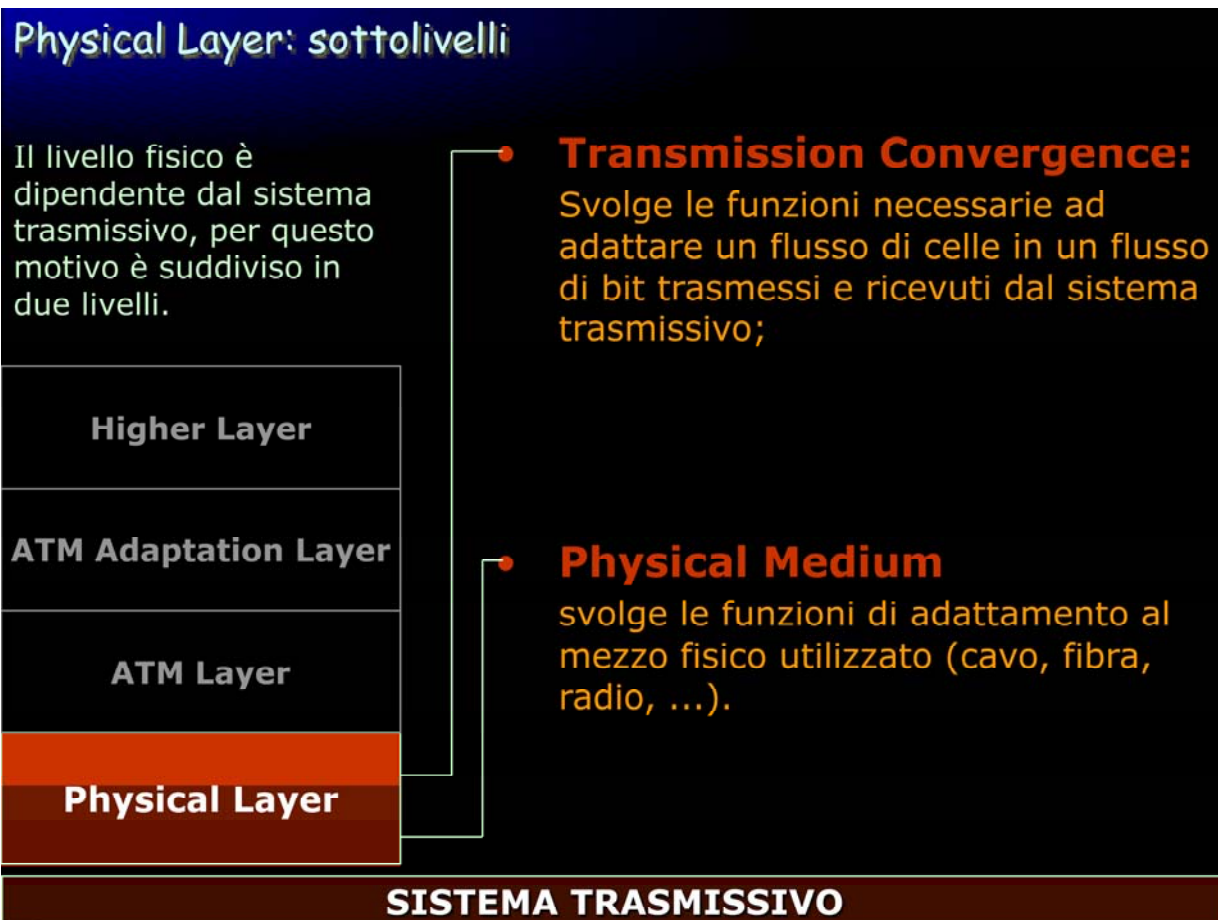
La qualità dei cavi UTP può variare dalle semplici esigenze della telefonia a quelle più evolute della trasmissione dei dati ad alta velocità.

Il cavo UTP è costituito da 4 coppie tra loro opportunamente attorcigliate (twisted) per minimizzare gli effetti delle interferenze di para e telediafonia.

L' EIA/TIA (Electronic Industry Association/Telecommunication Industry Association) ha stabilito degli standard mediante la classificazione in 5 categorie

La differenza fra le categorie consiste: nello spessore, nel passo di twist, naturalmente dal costo. La più utilizzata per le normali LAN Ethernet, 10BaseT è la categoria 3.

I cavi STP (schermati) furono introdotti dall'IBM nel cablaggio delle reti Token Ring. Non sono molto diffusi a causa del costo maggiore.

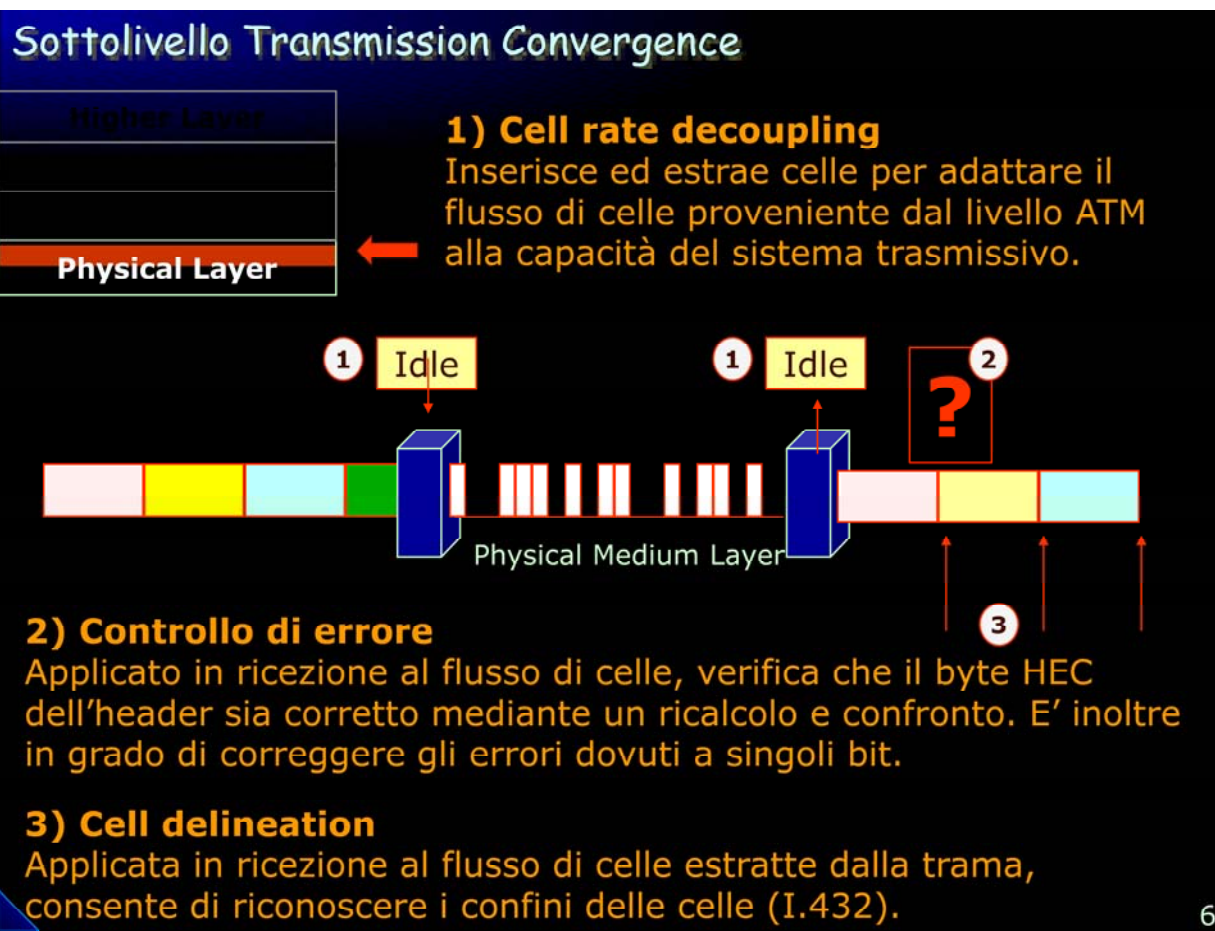


La cella è l'elemento più piccolo gestito da una rete ATM.

Perciò certe funzioni che riguardano i bit all'interno delle celle sono state attribuite allo strato fisico ed in particolar modo appartengono al sottolivello di convergenza di trasmissione (Transmission Convergence Sublayer - TCS).

Il TCS è in cima al sottolivello dipendente dal mezzo fisico (Physical Medium Dependent sublayer - PMD) che si preoccupa di fare la codifica dei bit, di rendere disponibile la connessione mediante i connettori opportuni, di verificare le proprietà della fibra ottica, ecc...





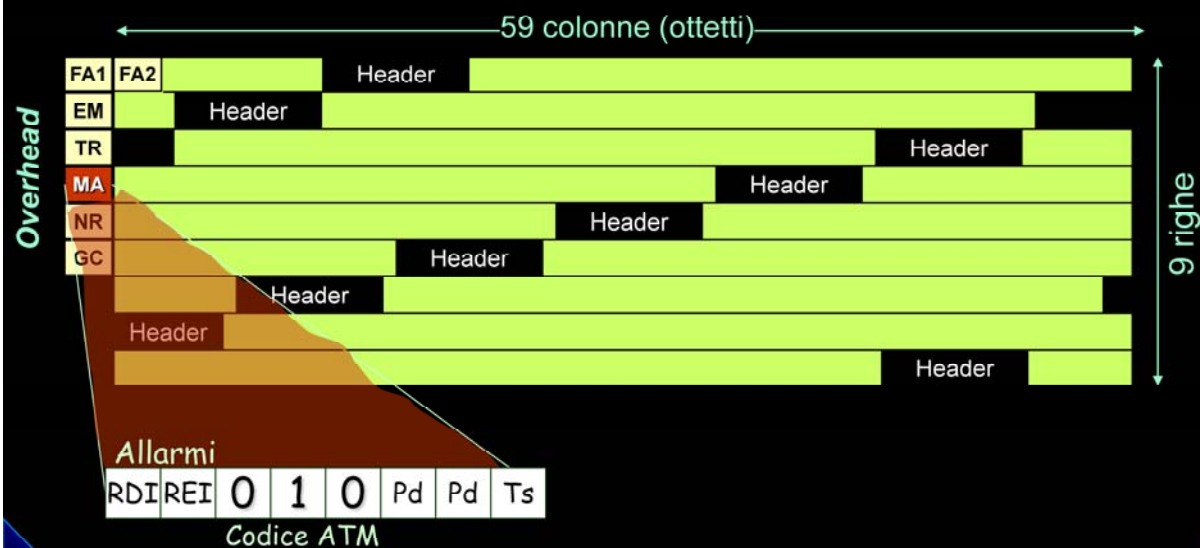
Una delle funzioni principali del sublayer di convergenza della trasmissione è il “cell delineation” che consiste nella ricerca dei confini delle celle in un flusso di bit. Il meccanismo di allineamento delle celle detto anche di sincronizzazione di cella viene fatto sul 5° byte dell'header in quanto è quello che riporta il risultato dell'algoritmo di checksum di tipo CRC-8. Per non perdere la sincronizzazione il trasmettitore in mancanza di celle utili introduce delle celle fittizie definite Idle. In questo modo il flusso di celle è sempre continuo. Il terminale ricevente dopo essersi sincronizzato sul flusso di celle entrante analizza l'header e per prima cosa scarta le celle Idle, poi commuta, o moltiplica le rimanenti.

Le modalità d'inserimento delle celle Idle è descritto nella raccomandazione I.432.

## Sottolivello Physical Medium: esempio PDH E3

La struttura di trama utilizzata è quella prevista dalla Racc. ITU-T G.832

Le celle ATM vengono mappate nei 530 ottetti che costituiscono il payload della trama a 34.368 Mb/s



Come visto in precedenza, la tecnica ATM ha la necessità di servirsi di un trasporto. Uno dei più utilizzati in Italia ed in Europa per le prime implementazioni fu la gerarchia plesiocrona di 3° livello (E3). La struttura di trama E3 (34 Mb/s) è descritta nella raccomandazione G.832.

Nel payload a livello di trasporto sono contenute esattamente 10 celle. La combinazione ATM su E3 permette di ottimizzare l'occupazione di banda in quanto non viene introdotto overhead aggiuntivo (se non quello intrinseco del livello di trasporto).

I campi dell'overhead di trasporto sono:

FA1/FA2: Frame Alignment signal, il suo valore è definito nella raccomandazione G.708. EM: Error Monitoring, BIP-8. In questo byte viene inserito il calcolo del Bip-8 su tutti i bit della trama precedente.

TR: Trail Trace. Questo byte viene utilizzato per trasmettere ripetitivamente l'identificatore del trail access point.

MA: Maintenance and Adaptation byte

Bit 1 (RDI)

Bit 2 (REI): viene settato a 1 e inviato verso il trasmettitore se si riscontrano dei blocchi di BIP-8 errati

Bits 3,4,5 (Payload type): 000=Unequipped; 001=Equipped, non-specific; 010=ATM; 011=SDH TU-12

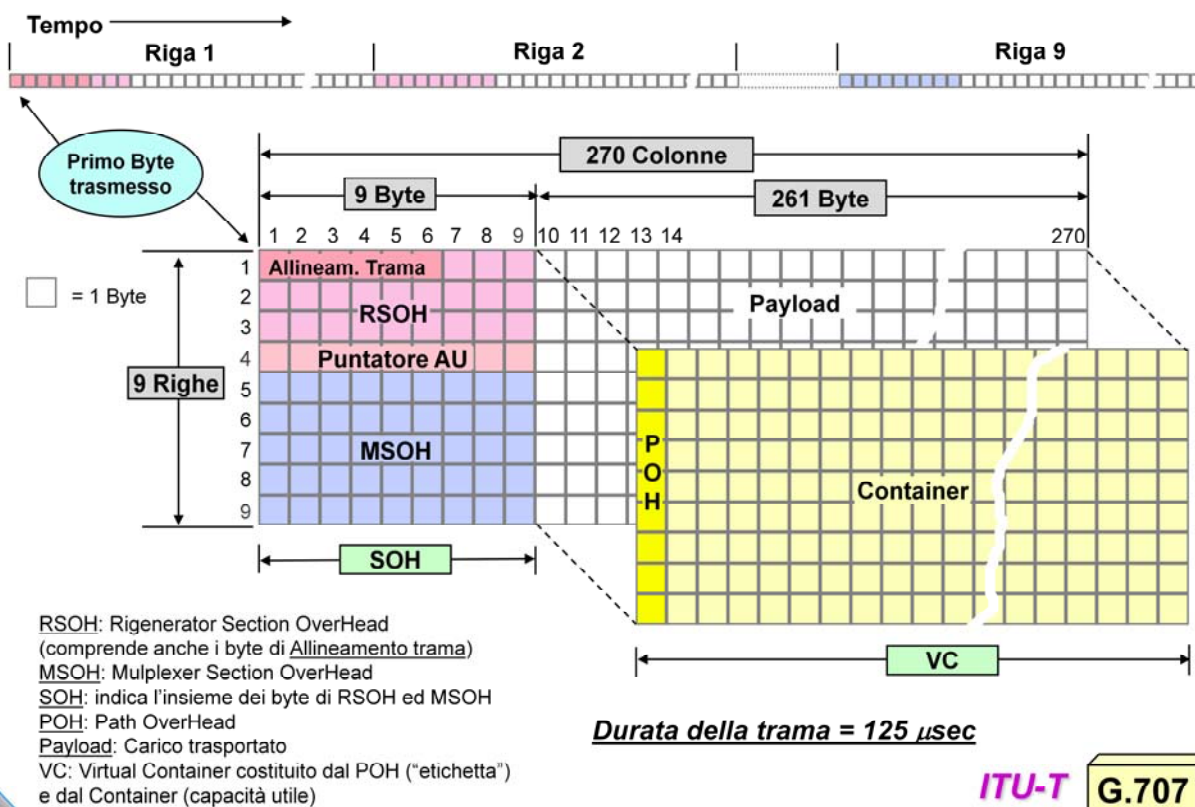
Bits 6-7 (Payload dependent (e.g. Tributary Unit multiframe indicator)

Bit 8 (Timing marker). Viene settato a 0 quando la sorgente del clock proviene dal PRC.

NR: Network Operator byte. Questo byte viene utilizzato dal Network operator per la gestione della rete.

GC: General purpose communications channel. Viene ad esempio utilizzato per fornire un canale fonico o dati per scopi di manutenzione.

## Struttura della Trama SDH (STM-1)



Il segnale STM-1 (STM-N), così come tutti i segnali numerici multipli, sono strutturati in trame trasmesse sequenzialmente.

A differenza della gerarchia plesiocrona però tutti i livelli gerarchici STM-N sono caratterizzati dall'aver la medesima durata del periodo di trama pari a 125 μSec.

Non è un caso che la durata della trama sia equivalente al periodo di campionamento utilizzato nella formazione dei segnali fonici PCM, ciò rende infatti possibile l'osservabilità diretta di flussi fino a 64Kb/s multiplati in modo sincrono.

Ogni trama è organizzata a sua volta in una sequenza ordinata di byte (ogni ottetto corrisponde quindi ad un canale a 64Kb/s) e può essere schematizzata come una matrice bidimensionale, i cui elementi sono byte. Tali byte vengono trasmessi scandendo la matrice riga dopo riga da sinistra a destra e dall'alto al basso. Anche all'interno del singolo byte si esegue la sequenza di trasmissione da sinistra verso destra (si trasmettono prima i bit più significativi).

All'interno della trama possono essere identificate tre aree principali:

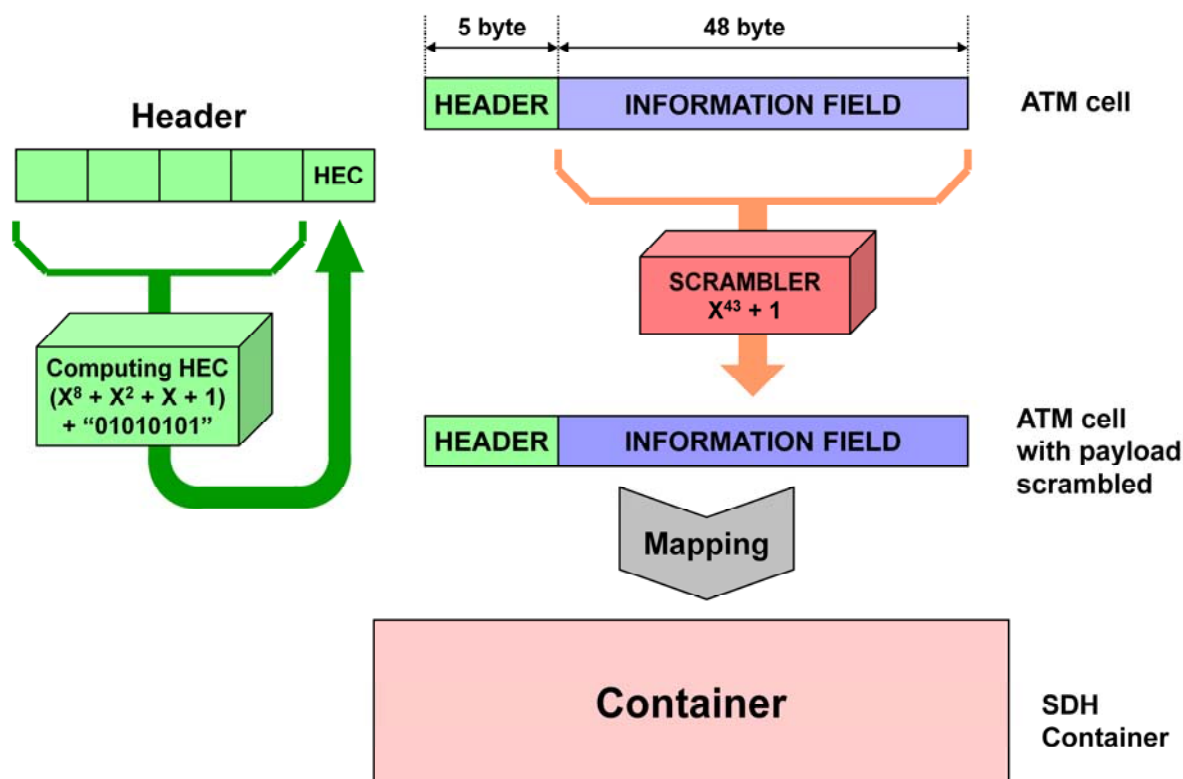
**Overhead di Sezione SOH**, suddivisa a sua volta in **RSOH** (Regenerator Section OverHead) e **MSOH** (Multiplexer Section OverHead) e dedicata a funzioni quali allineamento trama, monitoraggio degli errori e canali dati ausiliari

**Puntatore AU**, il quale individua la posizione di inizio dei dati sistemati entro il Payload

**Payload**, che rappresenta la capacità utile di trasporto del segnale STM-1 (POH + Container)



## Trasporto delle celle ATM nell'SDH



9



Il mapping delle celle ATM è eseguito allineando la struttura a byte delle celle con la struttura a byte dei Virtual Container. Poiché la capacità dei VC può non essere un multiplo intero della lunghezza della cella ATM (53 byte), è consentito alla cella di interpersi nel confine della trama del Container.

Il campo informativo della cella ATM (48 byte) viene sottoposto a scramble prima del mappaggio nel VC. L'operazione inversa, che segue la terminazione del percorso del VC, l'informazione della cella ATM viene sottoposta a descrambler prima di essere passata all' ATM layer. Per le operazioni di scrambler viene utilizzato un sistema autosincronizzante con un polinomio generatore  $X^{43} + 1$ .

Tali operazioni di scrambler sono operative per la durata del campo informativo delle celle. Durante i 5 byte dell'header l'operazione di scrambler viene sospesa, ma viene mantenuto lo stato dello scrambler (non viene resettato il circuito).

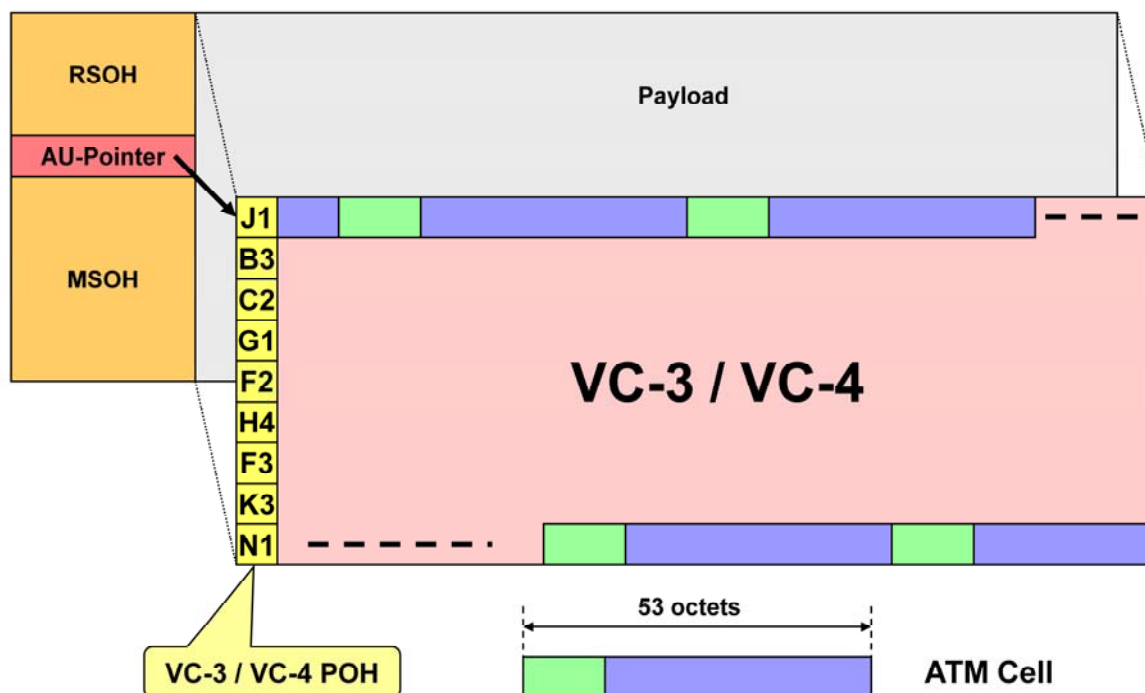
La prima cella trasmessa allo start-up sarà corrotta poiché al ricevitore il descrambler non risulterà ancora sincronizzato con lo scrambler del trasmettitore.

Lo scrambler del campo informativo delle celle si rende necessario per protezione contro falsi allineamenti (cell delineation) e simulazioni nel campo informativo della parola di allineamento dell'STM-N.

Quando il VC viene terminato, la cella deve essere recuperata. L'header della cella ATM contiene un campo Header Error Control (HEC) il quale può essere utilizzato, analogamente alla parola di allineamento, per ottenere il cell-delineation. Questo metodo utilizza la correlazione tra i bit dell'header da proteggere con l'HEC (32 bit) ed i bit di controllo dell' HEC (8 bit) inseriti nell'header dopo l'elaborazione effettuata mediante un codice ciclico con polinomio generatore  $g(X) = X^8 + X^2 + X + 1$ .

Il resto derivante dall'elaborazione viene sommato al pattern fisso "01010101" al fine di migliorare le prestazioni di cell delineation. Questo metodo è simile al recupero di allineamento trama convenzionale dove però la parola di allineamento non è fissa ma varia da una cella all'altra. [vedi anche racc. I.432]

## Mapping delle celle ATM nei VC-3 e VC-4



Per quanto riguarda il mapping delle celle nel VC-12 la modalità è analoga

10

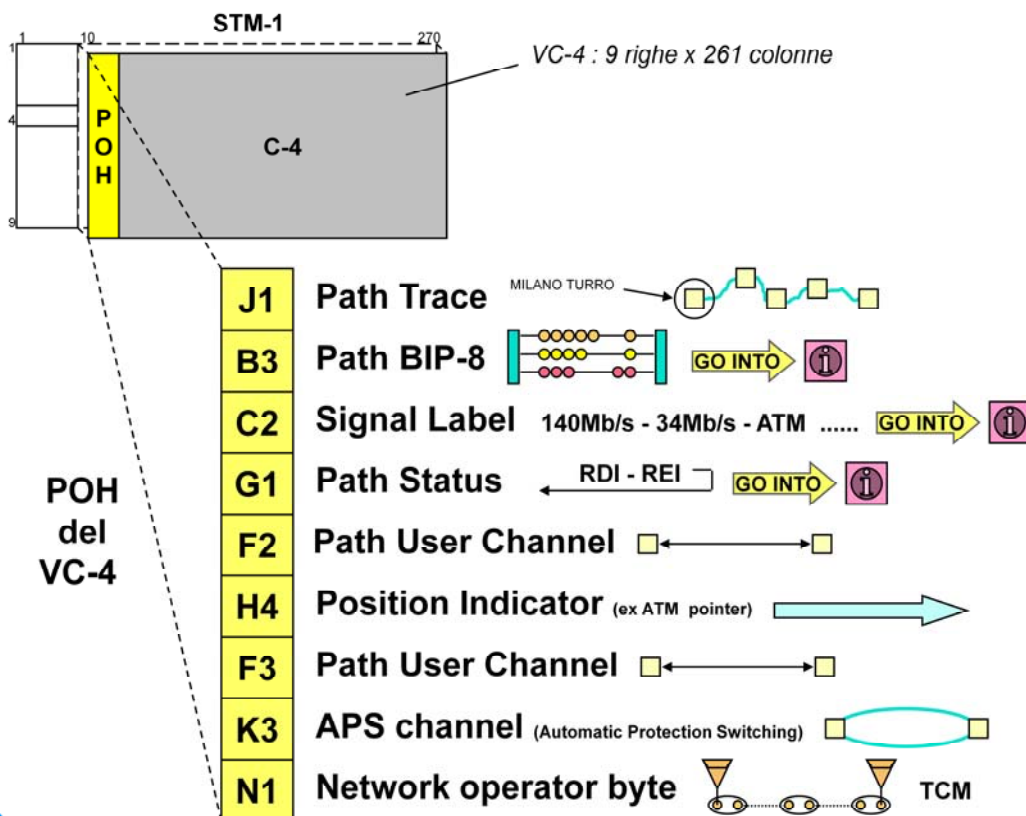


Il flusso di celle ATM viene mappato con i 53 byte della cella allineati con i byte del Container-3/Container-4. Il POH aggiunto al Container completa la struttura del VC-3/VC-4. Il bordo dei byte delle celle ATM risulta essere quindi allineato con il bordo dei byte del VC-3/VC-4.

Poiché la capacità del C-3/C-4 (756/2340 byte) non è un multiplo intero della lunghezza della cella (53 byte), può accadere che l'ultima cella disposta nel Container debba proseguire nel Container della trama successiva.

Il mapping di celle ATM nella struttura VC-12, organizzata in una multitrama di quattro trame, avviene con lo stesso criterio visto per il VC-3/VC-4.

## Descrizione del POH nel VC-4 [e VC-3]



11

**J1 - Path Trace.** J1 è il primo byte del Virtual Container e la sua posizione è indicata dal puntatore dell'AU (3 o 4) o del TU-3 associato. Viene utilizzato per trasmettere, in maniera ciclica, l'identificativo del punto di provenienza del path, in modo tale che il terminale ricevente possa verificare la continuità del collegamento col trasmettitore desiderato.

Nel dominio di un singolo operatore o in un network nazionale, questo identificatore del punto di accesso del path può essere utilizzato come una stringa di 64 caratteri oppure nel formato definito nella clausola 3/G.831. Tale clausola prevede una multitraccia di 16 ottetti di cui il primo contiene il codice di controllo CRC7 e i rimanenti 15 sono utilizzati per codificare l'identificativo di percorso in formato T.50 (international Reference Version).

**B3 - Path BIP-8.** Il byte B3, allocato in ogni VC-3 / VC-4, viene utilizzato per funzioni di monitoring degli errori. Questa funzione deve essere un codice Bit interleaved parity check 8 con parità pari. Il BIP-8 è calcolato su tutti i bit del VC precedente prima dello scrambling. Il BIP-8 così calcolato è posto nel byte B3 del VC corrente, prima dello scrambling.

**C2 - Signal Label.** Byte utilizzato per indicare il contenuto (140 Mb/s, 34 Mb/s in VC-3, ...) o lo stato di manutenzione del VC-3 / VC-4

**G1 - Path Status.** Trasmette a monte le informazioni sullo stato, REI (ex FERF) nel bit 5 e sulle prestazioni del percorso, RDI (ex FEDE) nei bit 1-4, relative alla direzione di trasmissione. I bit 6 e 7 sono riservati per usi opzionali mentre il bit 8 è spare.

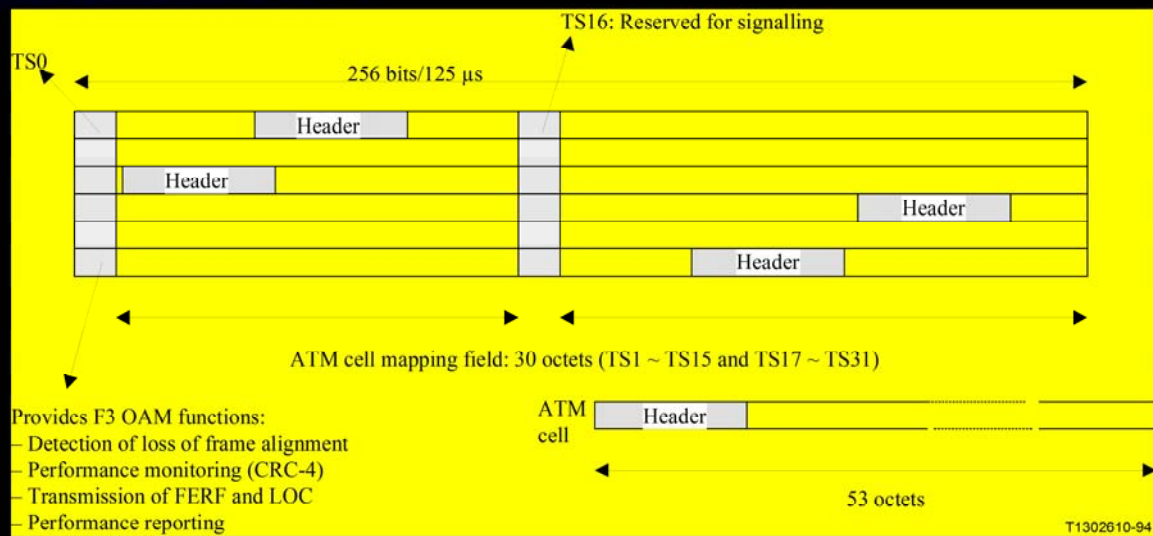
**F2, F3 - Path User Channel.** Canali disponibili per comunicazioni del gestore tra elementi costituenti il path e dipendono dal contenuto del payload

**H4 - Position Indicator.** Questo byte implementa un generico indicatore di posizione nel payload (es: multitraccia per VC-1 e VC-2, celle ATM, ..)

**K3 - Automatic Protection Switching (APS) Channel.** I bit 1 e 4 sono utilizzati per la segnalazione APS per la protezione del percorso a livello di VC-3 e VC-4

**N1 - Network operator byte.** Questo byte è riservato per consentire funzioni di monitoraggio della Tandem Connection (TCF). I dettagli relativi alle due possibili implementazioni sono specificate negli annessi C e D della G.707.

## G.804 - Frame structure for 2048 kbit/s used to transport ATM cells



The ATM cell is mapped into bits 9 to 128 and bits 137 to 256 (i.e. time slots 1 to 15 and time slots 17 to 31 described in Recommendation G.704) of the 2048 kbit/s frame with the octet structure of the cell aligned with the octet structure of the frame

## G.804 - Frame structure for 2048 kbit/s used to transport ATM cells

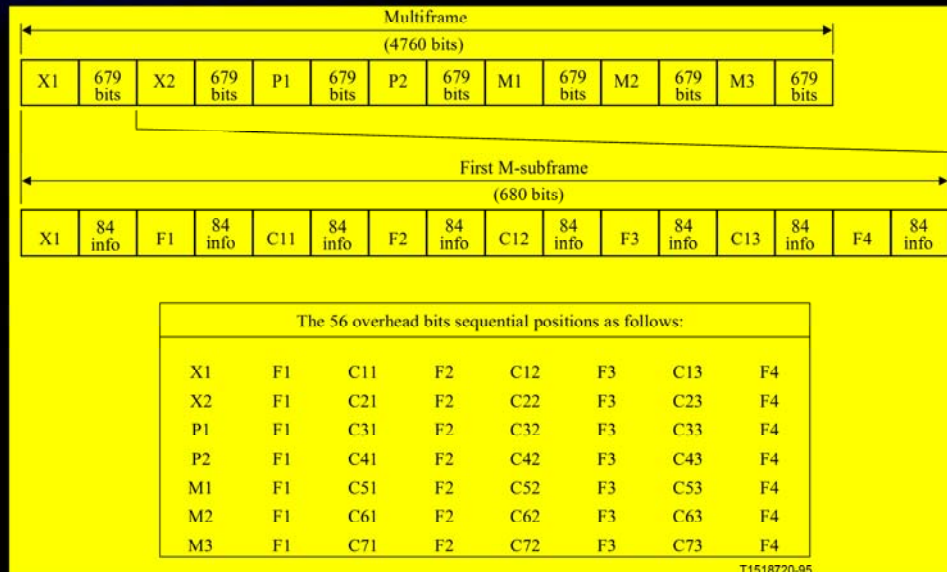
- The cell rate adaptation to the payload capacity of the frames is performed by the insertion of idle cells, as described in Recommendation I.432.1, when valid cells are not available from the ATM layer
- The ATM cell payload (48 bytes) shall be scrambled before mapping into the 2048 kbit/s signal. In the reverse operation, following termination of 2048 kbit/s signal, the ATM cell payload will be descrambled before being passed to the ATM layer. A self-synchronizing scrambler with the generator polynomial  $x^{43} + 1$ , as described in Recommendation I.432.1, shall be used. Cell payload field scrambling is required to provide security against false cell delineation and replication of the 2048 kbit/s frame alignment word

13





## G.704 - 44 736 kbit/s multiframe structure



The multiframe are divided into seven M-subframes each with 680 bits; each M-subframe is further divided into 8 blocks of 85 bits: 1 bit for overhead and 84 bits for payload. Thus, there are 56 overhead bits per multiframe



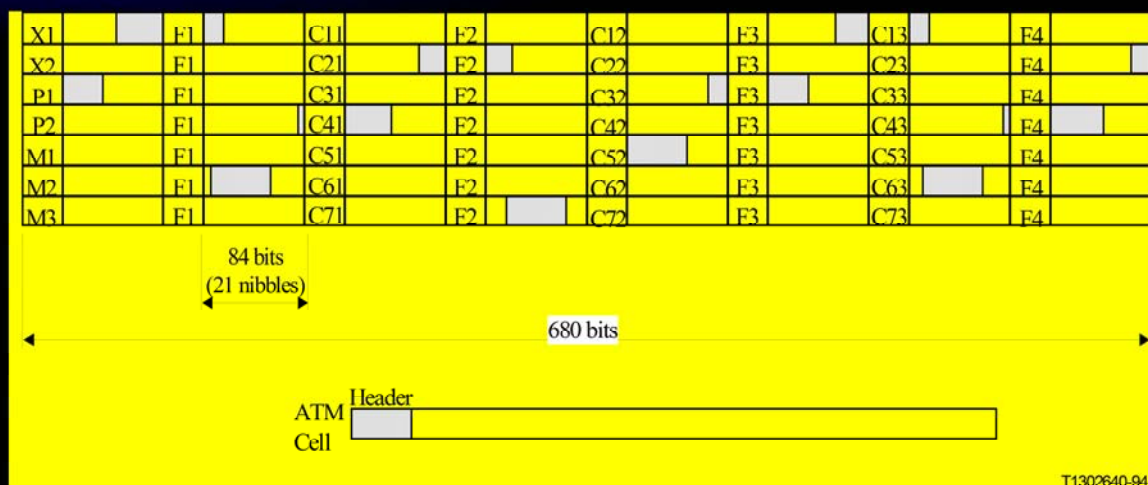
## Allocation of the multiframe overhead bits

- The overhead bits are the first bit of the eight 85-bit blocks in each of the seven M-subframes in a multiframe, as shown in Figure 2. The 56 overhead bits are: 2 X-bits, 2 P-bits, 3 M-bits, 28 F-bits, and 21 C-bits
- X1 and X2 are used to indicate received errored multiframes to the remote end (remote alarm indication "RAI" or "yellow" signal)
- P1 and P2 are used for performance monitoring
- The multiframe alignment signal 010 ( $M1 = 0$ ,  $M2 = 1$ ,  $M3 = 0$ ) is used to locate all seven M-subframes, within the multiframe
- The M-subframe alignment signal 1001 ( $F1 = 1$ ,  $F2 = 0$ ,  $F3 = 0$ ,  $F4 = 1$ ) is used to identify the overhead bit positions
- C-bits for C-bit Parity application

15



## G.804 - Frame structure for 44 736 kbit/s used to transport ATM cells



The ATM cells are mapped into the payload with the octet structure of the cells aligned with the nibble structure of the multiframe. The multiframe is organized such that 84 bits of payload follow every overhead bit. The 84 bits can be assumed to be organized into 21 consecutive nibbles. The ATM cell is placed such that the start of a cell always coincides with the start of a nibble. ATM cells may cross multiframe boundaries

