

4. ATM Adaptation Layer

Classificazione dei servizi ATM secondo l'ITU-T

Livello di adattamento ATM (AAL)

Principio del processo di formazione delle celle ATM

Formato del SAR PDU: AAL1, AAL2, AAL3/4, AAL5

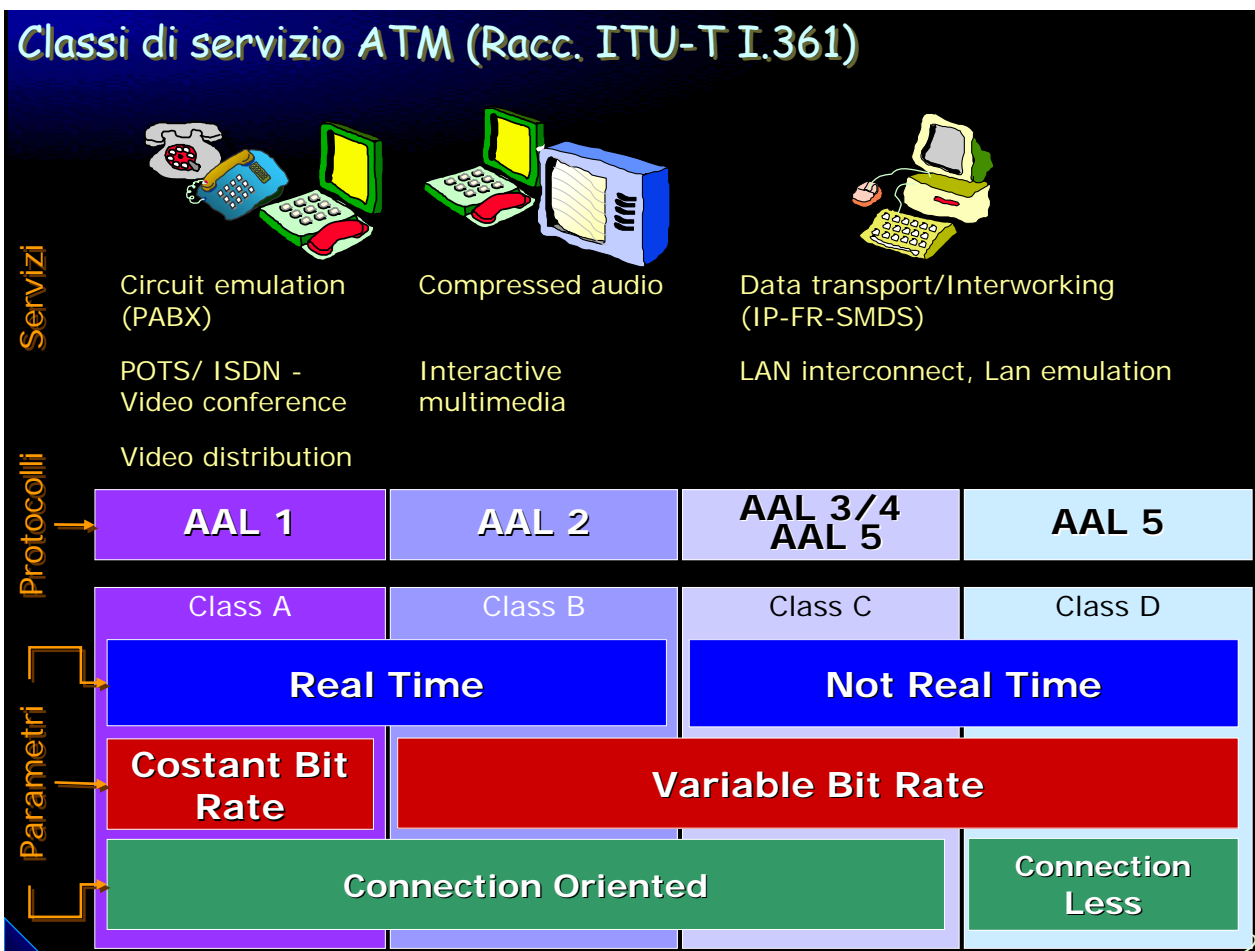
Quadro complessivo dei protocolli di adattamento

Riepilogo: sottolivelli e funzioni del PRM B-ISDN

1



Note:



I parametri che caratterizzano i servizi sono: temporizzazione end-to-end, bit rate e connection mode.

In base a questi parametri sono definite le 4 classi A, B, C e D.

La classe A comprende i servizi ATM che richiedono una connessione ad emulazione di circuito. Questa classe supporta le applicazioni multimediali di prima generazione che richiedono metodi e tecnologie di trasferimento del video e della fonia mediante connessione di circuito.

La Classe B è simile alla classe A, però prevede un bit rate variabile. E' particolarmente adatta alle nuove codifiche di compressione dei segnali video e voce. Il bit rate variabile consente di ottimizzare l'utilizzo delle risorse necessarie per la connessione, traendo vantaggio dalla natura a burst del traffico originale.

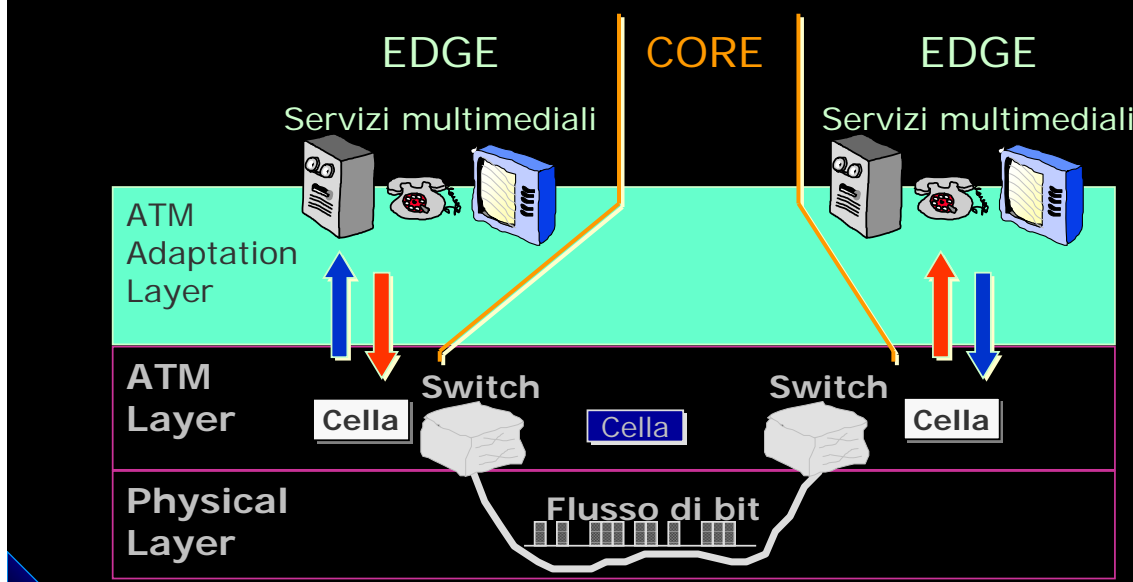
Le classi C e D sono orientate alla comunicazioni di dati, infatti non hanno nessuna temporizzazione end-to-end e prevedono un bit rate variabile. La classe D, a differenza della classe C, supporta i servizi connection-less.

I protocolli di adattamento per supportare tali classi di servizi sono catalogati mediante le sigle AAL1, AAL2, AAL3/4, AAL5. Il ruolo degli Strati di Adattamento di ATM (AAL) è quello di definire le modalità di trattamento dei dati contenuti nei payload delle celle.

Un meccanismo che processa i dati deve prevedere un approccio sistematico mediante la classificazione dei vari generi di servizi supportati dalla tecnica ATM. Esistono quindi particolari caratteristiche dei servizi utilizzati come elementi per la definizione dei protocolli di strato di adattamento. Si vedrà successivamente l'abbinamento tra servizio e protocollo AAL.

Livello di adattamento ATM (AAL)

Viene svolto dagli apparati terminali (EDGE);
 e' dipendente dal tipo di servizio;
 prepara il payload della cella ATM per il trasferimento.



3



L'utilizzo di ATM crea la necessità di un livello di adattamento che supporti protocolli di trasferimento dati non basati su ATM, quali ad esempio la voce PCM ed il protocollo IP. La voce PCM è un'applicazione che fornisce un flusso di bit a partire da un segnale fonico analogico e, per poterla impiegare su ATM, è necessario, in trasmissione, assemblare i bit PCM in celle e, in ricezione, estrarli dalle celle in modo tale da riprodurre un flusso costante di bit nel ricevitore. In un ambiente misto, in cui le reti basate su IP si interconnettono con reti ATM, un modo efficace per integrare i due tipi di reti consiste nel trasformare i pacchetti IP in celle ATM e viceversa; il che significa, di solito, che il trasmettitore segmenta i pacchetti IP in un certo numero di celle e il ricevitore ricostruisce i datagram a partire dalle celle ricevute. Se si permette l'utilizzo di IP su ATM, tutta l'infrastruttura IP esistente può continuare ad essere utilizzata su di una rete ATM.

Servizi AAL: la normativa ITU-T 1.362 elenca i seguenti esempi generici di servizi forniti dall'AAL:

- Gestione degli errori di trasmissione.
- Segmentazione e riassettaggio per permettere a blocchi di dati di grandi dimensioni di essere trasportati nel campo dati delle celle ATM.
- Gestione delle condizioni di celle perse o fuori sequenza.
- Controllo di flusso e di sincronizzazione.

Per minimizzare il numero dei diversi protocolli AAL che devono essere specificati per soddisfare una certa varietà di esigenze, l'ITU-T ha definito 4 categorie di servizio, che coprono un ampio spettro di requisiti. La classificazione si basa sulla necessità o meno di mantenere una relazione temporale tra la sorgente e la destinazione, sulla richiesta o meno di un tasso costante e sul fatto che il trasferimento sia orientato o meno alla connessione. Il sistema di classificazione non si trova più nella documentazione dell'ITU-T, ma questo concetto ha comunque guidato lo sviluppo dei protocolli AAL. In realtà, il livello AAL fornisce meccanismi per interfacciare un'ampia varietà di applicazioni a livello ATM e fornisce dei protocolli che sono costruiti sulla base delle capacità di gestione del traffico del livello ATM stesso. Di conseguenza, il progetto dei protocolli AAL deve essere legato alle classi di servizio discusse in seguito.

ATM Adaptation Layer (AAL) è quindi il processo di adattamento dei dati alla capacità del payload delle celle ATM.

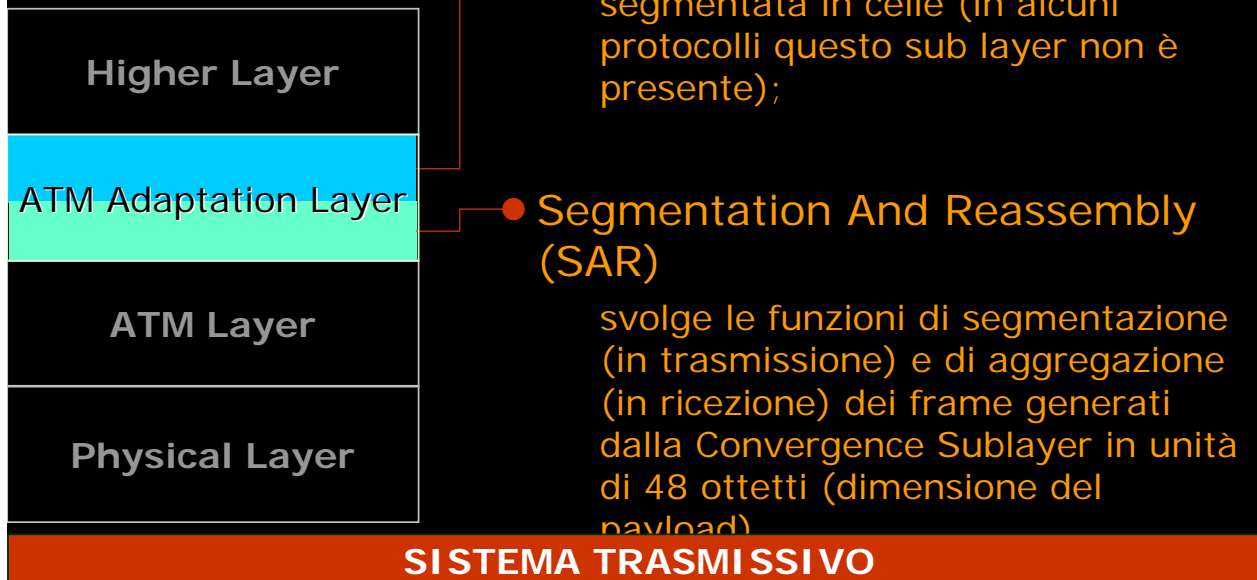
Tale operazione, essendo condizionata dalla natura del servizio, viene svolta dagli apparati terminali. Quando le celle accedono alla rete, i nodi ATM non si occupano del contenuto del payload, ma gestiscono il traffico operando direttamente sull'header. I controlli di errore svolti dai nodi di rete sono esclusivamente rivolti ai bit dell'header (circa il 10% del totale dei bit della cella), pertanto solo le estremità della connessione si accorgono di un eventuale errore sui bit del payload.

Questo aspetto è di particolare interesse per le comunicazioni dati che, come vedremo in seguito, porranno maggior attenzione al controllo degli errori. Si delinea pertanto un approccio definito "edge and core" dove l'utilizzo di mezzi trasmissivi a basso tasso d'errore, come i sistemi su fibra ottica, permettono ai nodi della rete (core) di utilizzare dei protocolli di comunicazione orientati allo smistamento del traffico, lasciando ai capi della rete (edge) il compito del controllo degli errori.

Con questa metodologia manca la possibilità di verificare in quale singolo collegamento vengano introdotti gli errori.

I due sottolivelli di AAL

Il livello di adattamento ATM è dipendente dal servizio, per questo motivo è suddiviso in due sottolivelli.



I protocolli AAL, dipendendo dal servizio, prevedono 2 sottolivelli: il primo adiacente all'Higher Layer (Convergence) ed il secondo adiacente all'ATM Layer (Segmentation and Reassembly).

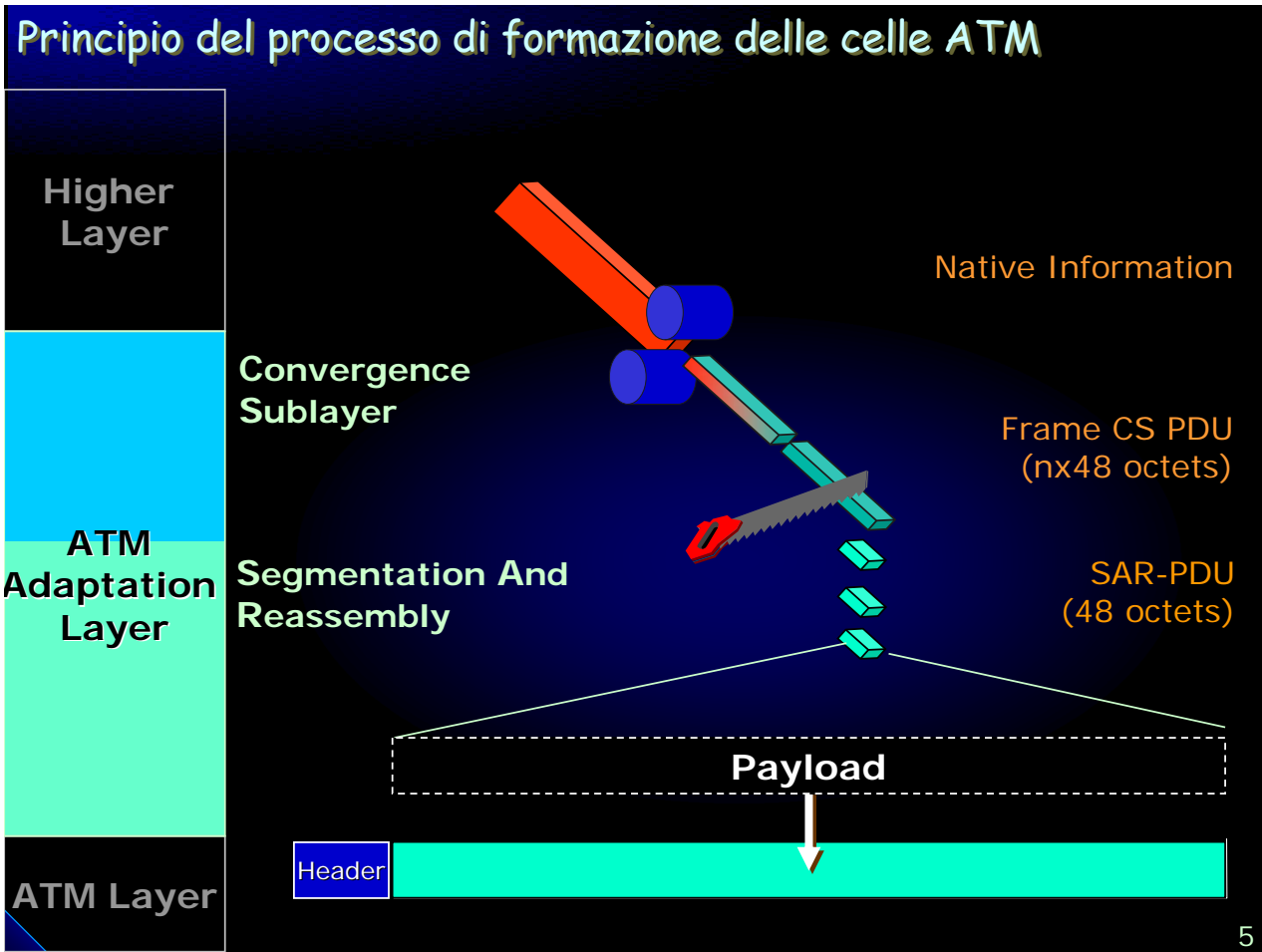
La metodologia adottata è quindi analoga a quella del Physical Layer, in cui è prevista una doppia stratificazione che tiene conto del mezzo fisico di trasporto.

Convergence Sublayer (CS):

formatta la Native Information in unità standard di dati di lunghezza variabile (frame). Tali unità si chiamano CS-PDU.

Segmentation And Reassembly sublayer (SAR):

converte i frame (Native Information o CS PDU) in unità standard di dati di lunghezza costante (che possono alloggiare nei payload delle celle ATM). Tali unità si chiamano SAR-PDU.



5

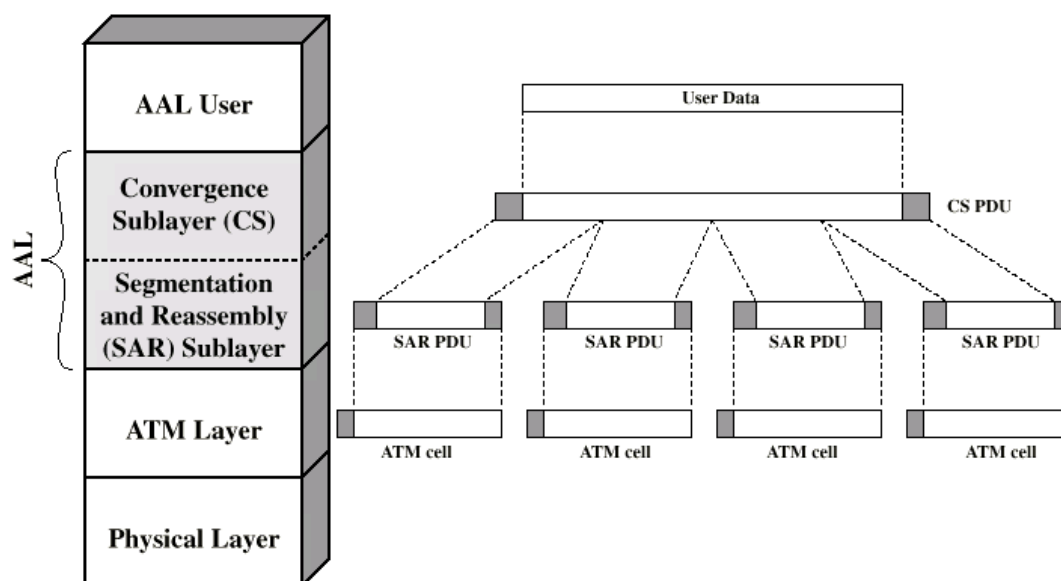


La figura rappresenta una schematizzazione generale del processo di formazione delle celle ATM esercitato dai protocolli AAL, articolato in due sottolivelli:

- Convergence Sublayer (CS);
- Segmentation And Reassembly (SAR).

In seguito verranno illustrati i formati dei SAR PDU e CS PDU relativi a tutti i protocolli AAL.

Protocolli AAL e corrispondenti PDU



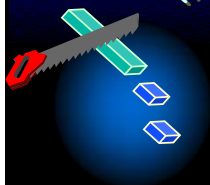
6



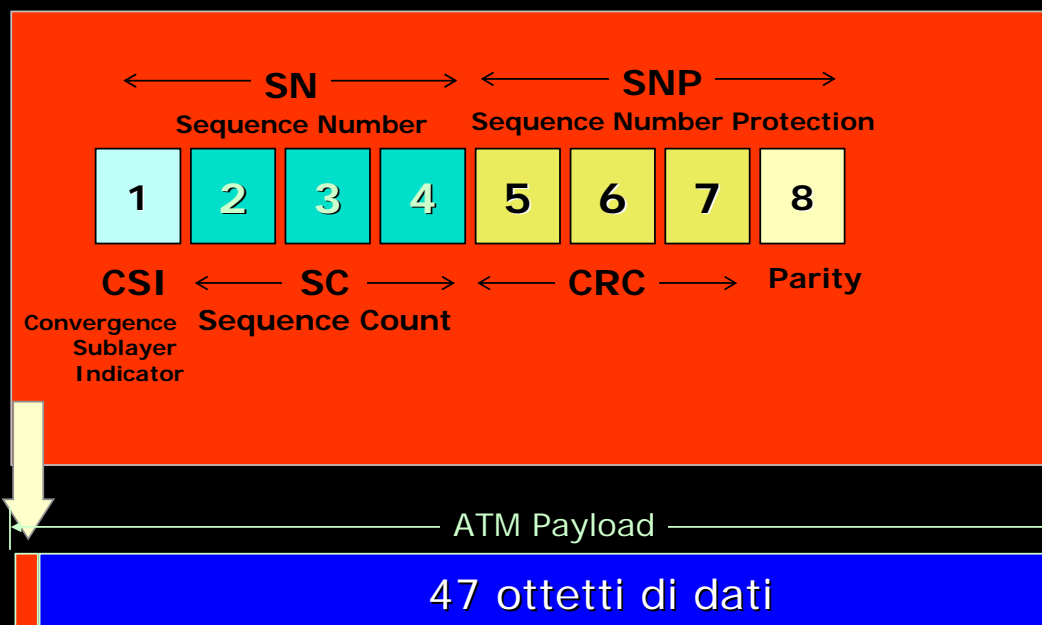
Il livello AAL è organizzato in due sottolivelli logici: il sottolivello di convergenza (Convergence Sublayer, CS) e quello di segmentazione e riassettaggio (Segmentation and Reassembly, SAR). Il primo di questi sottolivelli fornisce le funzioni necessarie a supportare applicazioni specifiche mediante l'impiego dell'AAL. Ogni utente dell'AAL si collega ad esso tramite un punto di accesso al servizio (Service Access Point, SAP), che è semplicemente l'indirizzo dell'applicazione, e pertanto il sottolivello dipende dal servizio. Il sottolivello relativo alla segmentazione ed al riassettaggio è responsabile della suddivisione delle informazioni ricevute dal CS nelle parti da inserire nelle celle in trasmissione, nonché del riassettaggio di queste informazioni all'altra estremità. Come è già stato visto, nel livello ATM ogni cella è formata da un'intestazione composta da 5 ottetti e da un campo dati da 48 byte; pertanto, il SAR deve suddividere le informazioni ricevute dal CS e tutte le proprie intestazioni e postamboli in blocchi da 48 ottetti. La figura rappresenta l'architettura protocollare generica dei protocolli ATM e AAL; in generale, un blocco dati del livello superiore è incapsulato in un'unica unità dati di protocollo (Protocol Data Unit, PDU), formata dai dati provenienti dal livello superiore e, talvolta, da un'intestazione e da un postambolo che contengono le informazioni del protocollo di livello CS. La PDU CS viene quindi consegnata al livello SAR e segmentata in un certo numero di blocchi, ognuno dei quali è incapsulato in una PDU SAR lunga 48 ottetti, che può comprendere, oltre al blocco di dati provenienti da CS, un'intestazione ed un postambolo. Infine, ogni PDU SAR costituisce il campo dati di una cella ATM. Inizialmente, l'ITU-T aveva definito 4 tipi di protocolli denominati Tipo 1, 2, 3 e 4 dove, in pratica, ogni Tipo è formato da due protocolli, uno relativo al sottolivello CS e l'altro al sottolivello SAR. Recentemente, i tipi 3 e 4 sono stati inglobati nel Tipo 3/4 ed è stato definito un nuovo Tipo, il 5. In ogni caso, un blocco dati del livello più alto è incapsulato in una unità dati di protocollo (PDU) del sottolivello CS, che, infatti, è considerato come la parte comune del sottolivello di convergenza (Common Part Convergence Sublayer, CPCS) e lascia aperta la possibilità di far svolgere al livello CS delle funzioni aggiuntive e specifiche. La PDU CPCS viene quindi trasmessa al livello SAR, che la suddivide in blocchi, ognuno dei quali è costruito per essere inserito in una PDU SAR avente una lunghezza totale di 48 ottetti, la quale, a sua volta, è costruita per essere inserita in un'unica cella ATM.

Nelle slide seguenti vengono mostrati i formati delle unità dati di protocollo a livello SAR.

AAL1: Segmentation And Reassembly (formato del SAR PDU)



Ottetto di controllo



④ Vedi libro ATM (Bellato-Setti) pag. 87

Per quanto riguarda il funzionamento del Tipo 1, si ha a che fare con sorgenti caratterizzate da un tasso di emissione di bit costante; in questo caso, il solo compito del protocollo SAR è di impacchettare i bit nelle celle in trasmissione e di compiere l'operazione inversa in ricezione.

AAL1 prevede una serie di funzioni che includono il rilevamento delle celle perse e fornisce un marcatempo che supporta un clock comune tra due sistemi terminali.

Di seguito si riporta una descrizione dei campi dell'ottetto di controllo:

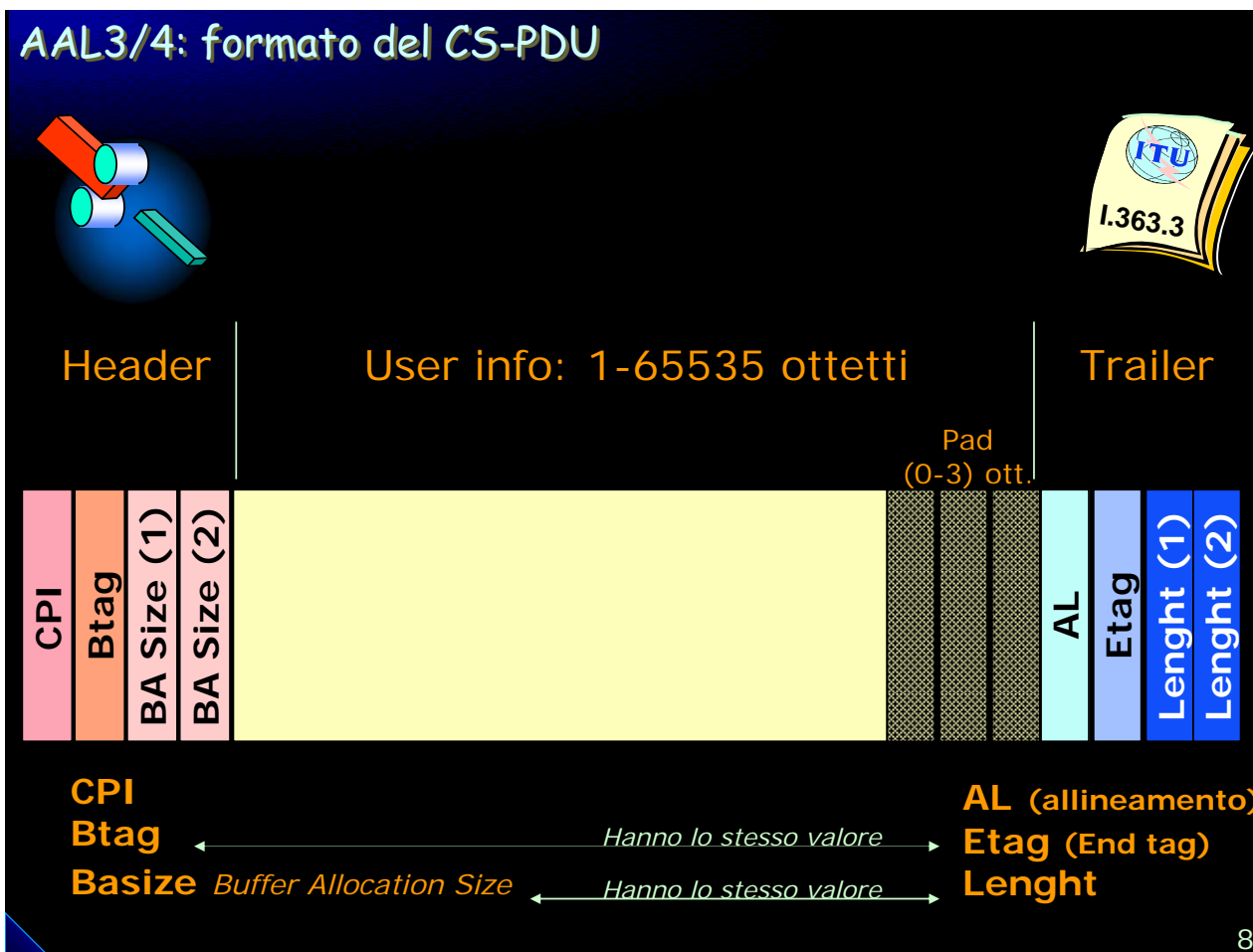
SN-sequence number: permette al ricevitore di determinare l'eventuale perdita di celle. Quando ciò si verifica, la temporizzazione del flusso dei dati viene opportunamente regolata alla ricezione.

SNP-sequence number protection.

CSI (Convergence Sublayer Indicator), usato per il residual Time Stamp (RTS) per clocking.

Il protocollo AAL1 non prevede funzioni di Convergence Sublayer.

Ad ogni blocco è associato un campo Sequence Number (SN, numero di sequenza), che permette di tener traccia delle PDU errate e scartate. Il campo SN è composto da 4 bit, di cui un bit di Convergence Sublayer Indication (CSI, indicazione di sottolivello di convergenza) e 3 bit di Sequence Count (SC, contatore dei numeri di sequenza). In trasmissione, il sottolivello CS fornisce al SAR un valore CSI da inserire nel campo SN, mentre in ricezione il sottolivello SAR consegna tale valore al CS. Il bit CSI è usato per trasmettere delle informazioni aggiuntive nel seguente modo. Il Sequence Count da 3 bit identifica una struttura di trama composta da 8 celle ATM consecutive, numerate da 0 a 7. I valori assunti dal CSI nelle celle 1, 3, 5 e 7 sono interpretati come un valore di temporizzazione a 4 bit, usato per fornire una misura della differenza tra le frequenze del riferimento temporale della rete e quelle del trasmettitore. Nelle celle aventi un numero di sequenza pari, il CSI può essere usato per la gestione della suddivisione in blocchi delle informazioni provenienti da un livello superiore; in particolare, se il bit CSI è impostato ad uno in una cella avente un numero di sequenza pari (0, 2, 4, 6), allora il primo ottetto del campo dati della PDU SAR è un puntatore che indica l'inizio del successivo blocco strutturato all'interno del campo dati della cella considerata e di quella successiva. In altre parole, la coppia di celle (0-1, 2-3, 4-5, 6-7) è considerata contenere un puntatore di 1 ottetto e un campo dati di 93 ottetti, e il puntatore indica dove è contenuto il primo ottetto del successivo blocco di dati nel relativo campo di 93 ottetti. Un valore pari a 93 è usato per indicare che la fine del campo dati da 93 ottetti coincide con quella di un blocco strutturato, mentre si usa valore fittizio, pari a 127, quando non è indicato alcun limite per la struttura. Il campo SC da 3 bit, come è stato appena visto, fornisce una struttura tramata di 8 celle, e fornisce anche un modo per rilevare celle perse o fuori ordine. Il campo Sequence Number Protection (SNP, protezione del numero di sequenza) è un codice di rilevazione e, talvolta, di correzione degli errori eventualmente presenti nel campo del numero di sequenza. Esso consiste in un controllo di ridondanza ciclico di 3 bit (CRC), calcolato sul campo SN da 4 bit, e in un bit di parità configurato in modo tale che la parità dell'intestazione SAR di 8 bit sia pari. Non è stata definita alcuna PDU CS per il Tipo 1, nel quale le funzioni del sottolivello del CS riguardano soprattutto la temporizzazione e la sincronizzazione e non richiedono nessuna intestazione separata.



Le specifiche iniziali dell'AAL di Tipo 3 e 4 erano molto simili per quanto concerneva il formato delle PDU e le funzionalità; di conseguenza l'ITU-T ha deciso di unire entrambe in una sola specifica di protocollo per i sottolivelli SAR e CS, conosciuta come Tipo 3/4. Per comprendere il funzionamento dei due sottolivelli dell'AAL Tipo 3/4, si possono analizzare le rispettive PDU. Le funzioni del CS-PDU richiedono 4 ottetti di header ed altrettanti di trailer. Lo scopo del livello CP-CS è quello di segnalare al destinatario che un blocco di dati è in arrivo sotto forma di segmenti e che deve essere allocato un buffer di memoria con una determinata dimensione per consentire il riassettaggio. Ciò permette al CPCS nel ricevitore di verificare che le PDU CPCS siano ricevute interamente nel modo corretto.

La PDU CPCS, mostrata in figura ha una intestazione composta da tre campi:

Common Part Indicator (CPI, indicatore di parte comune, 1 ottetto): viene utilizzato per interpretare l'unità di misura con cui si contano i campi successivi cioè indica come devono essere interpretati i restanti campi nell'intestazione della PDU CPCS, anche se in realtà è definita una sola interpretazione: un valore CPI pari a 0 indica che il campo BASize definisce la dimensione in ottetti richiesta per il buffer, e che il campo Lenght definisce la lunghezza in ottetti del campo dati della PDU CPCS. Altri utilizzi del CPI sono in fase di studio.

Beginning Tag (Btag, etichetta iniziale, 1 ottetto): identificatore del CS-PDU, il suo valore va da 0 a 255 in modo ciclico. Lo stesso valore viene inserito nel campo Etag posto nel trailer. Il mittente cambia il valore in ogni PDU CPCS successiva, permettendo al destinatario di associare correttamente ogni intestazione e postambolo alla propria PDU CPCS.

Buffer Allocation Size (BASize, dimensione da allocare per il buffer, 2 ottetti): esprime la lunghezza del campo User Info senza l'eventuale Pad. Con questo campo si informa il ricevitore della quantità di memoria necessaria per bufferizzare il CS-PDU. Ciò fornisce all'entità destinataria la dimensione massima del buffer richiesto per riassettrare le PDU CPCS. In caso di modalità a messaggio, il valore è pari alla lunghezza del campo dati della PDU CPCS; invece, nella modalità a flusso, il valore è maggiore o uguale alla lunghezza del campo dati delle PDU CPCS.

User Info: informazioni provenienti dai protocolli superiori.

La parte dati proveniente dal livello superiore immediatamente successivo è eventualmente riempito in modo fittizio, così che il postambolo abbia inizio in una posizione multipla di 32 bit.

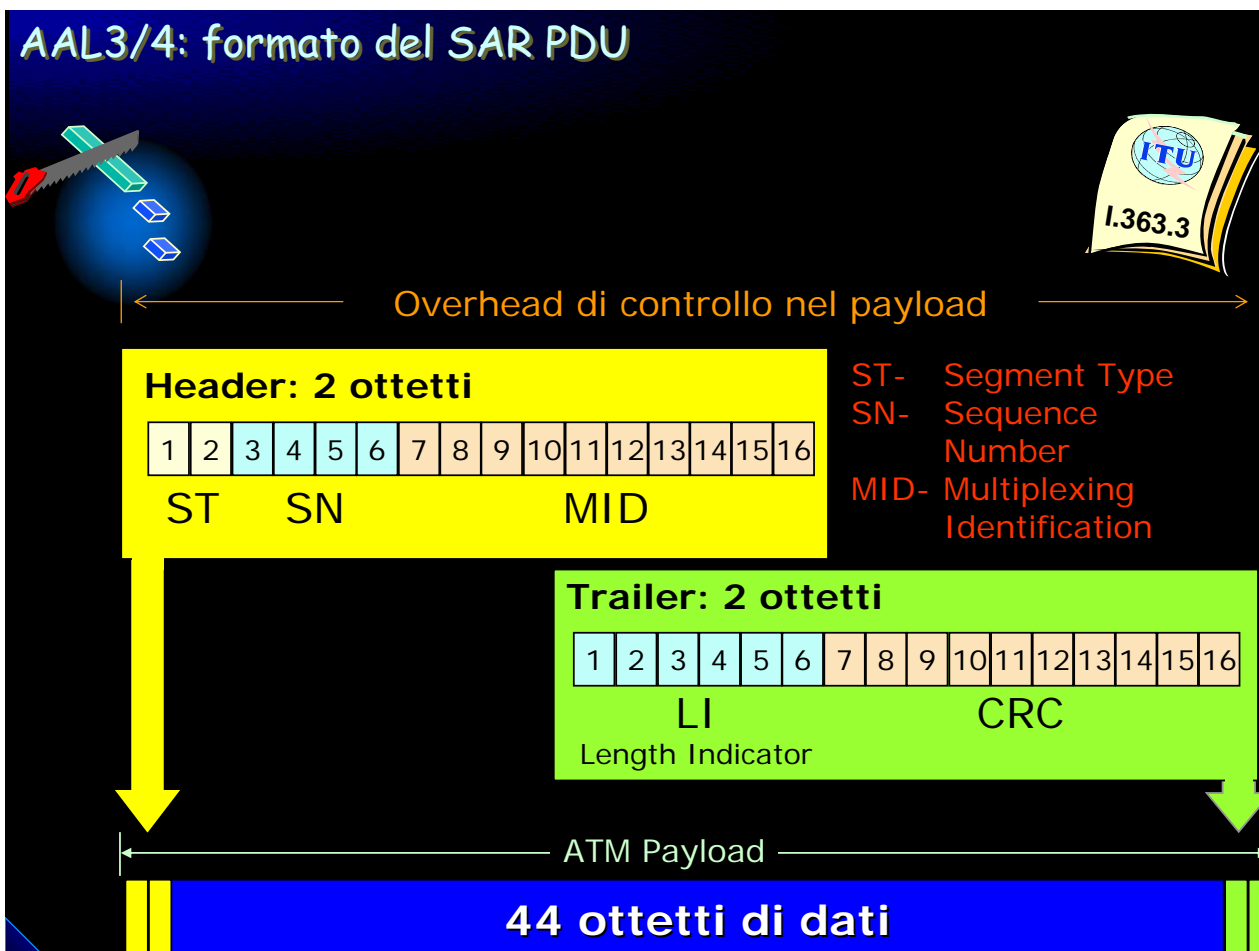
Pad: è un campo che può avere una lunghezza variabile da 0 a 3 byte con lo scopo di rendere il campo User Info multiplo di 4 byte.

Il postambolo delle PDU CPCS contiene i seguenti campi:

Alignment (AL, Allineamento, 1 ottetto): un ottetto di riempimento costituito da tutti bit 0 e utilizzato esclusivamente per raggiungere l'allineamento dei 32 bit nel trailer.

End Tag (Etag, Etichetta terminale, 1 ottetto): contiene lo stesso valore di Btag dell'intestazione.

Length (Lunghezza, 2 ottetti): lunghezza del campo dati delle PDU CPCS, deve avere lo stesso valore di BASize. Viene utilizzato dal ricevitore per avere conferma della quantità delle informazioni utili nel campo User Info.



La figura mostra il formato delle PDU SAR di Tipo 3/4. Le informazioni del livello immediatamente superiore, il CS, arrivano sotto forma di blocchi chiamati unità dati di servizio (SDU); ognuna di queste SDU viene trasmessa in una o più PDU SAR. A sua volta, ognuna delle PDU SAR è trasmessa, a turno, tramite una singola cella ATM.

Il protocollo AAL3/4 è ricco di funzioni per il controllo degli errori, anche nella fase di segmentazione. Questo va a scapito della capacità utile del payload che viene ridotta da 48 a 44 byte. Il payload della cella include due byte di header e due byte di trailer. Su ciascuna cella è presente un CRC per il controllo dei bit.

I campi d'intestazione delle PDU SAR sono utilizzati in trasmissione nel processo di segmentazione e, in ricezione, in quello di riassettaggio; in particolare questi campi comprendono:

Segment Type (ST, tipo di segmento): ci sono 4 tipi di PDU SAR. In particolare, si parla di un unico messaggio di sequenza (Single Sequence Message, SSM) quando la PDU SAR contiene una SDU SAR intera; invece, se quest'ultima è segmentata in due o più PDU SAR, la prima di queste rappresenta l'inizio del messaggio (Beginning Of Message, BOM), l'ultima rappresenta la fine (End Of Message, EOM) e ogni PDU SAR intermedia rappresenta la continuazione (Continuation Of Message, COM). Può assumere i valori: 00 (Continuation Of Message), 01 (End Of Message), 10 (Beginning Of Message), 11 (Single Segment Message).

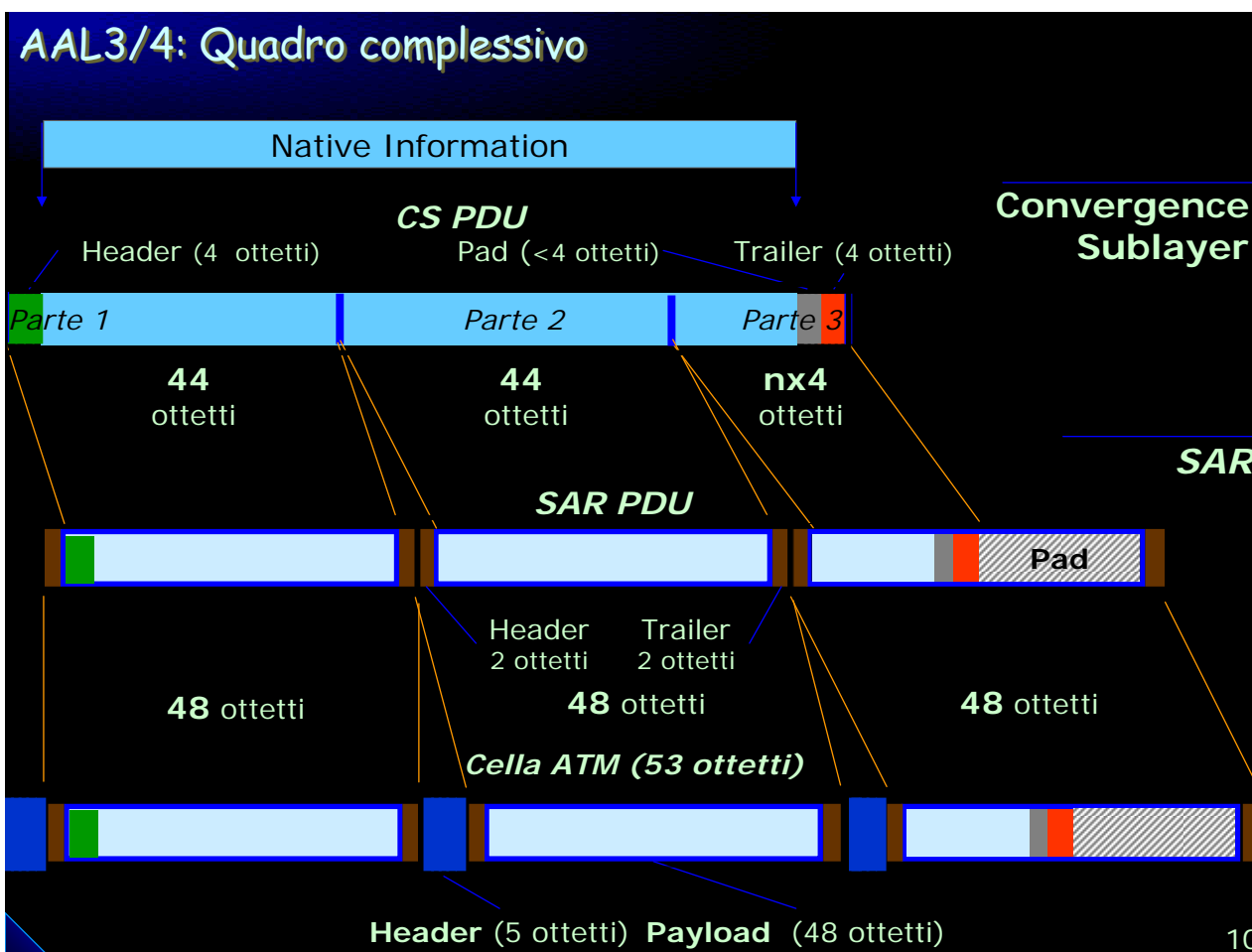
Sequence Number (SN, numero di sequenza): Numero progressivo della cella (Modulo 16). Viene utilizzato nel riassettaggio di una SDU SAR per verificare che tutte le PDU SAR siano state ricevute e concatenate in modo corretto. Per ogni SDU SAR, viene inserito un valore di numero di sequenza nel BOM, che è incrementato in ogni COM successivo e nell'EOM.

Multiplexing Identification (MID, identificazione di multiplexing) (10 bit): è un identificatore univoco associato all'insieme delle PDU SAR che trasportano una singola SDU SAR, e serve per garantire un riassettaggio corretto. Nelle applicazioni orientate alla connessione, questo campo permette il multiplexing di più connessioni SAR su una singola connessione ATM cioè permette di far condividere a diverse sorgenti di traffico una sola connessione virtuale. Se questa modalità non viene utilizzata, MID assume il valore 0.

Il postambolo o trailer delle PDU SAR contiene i seguenti campi:

Length Indicator (LI, indicatore di lunghezza): indica il numero di ottetti della SDU SAR che occupano l'unità di segmentazione della PDU SAR (cioè indica il numero di byte informativi che costituiscono in payload, max 44) e può assumere un valore compreso tra 4 e 44, a multipli di 4. Il valore sarà sempre pari a 44 per le PDU SAR di tipo BOM e COM, mentre può assumere un valore inferiore in una PDU SAR di tipo SSM, quando la SDU SAR corrispondente ha una lunghezza inferiore a 44 ottetti, ed in una SDU SAR di tipo EOM, se la SDU SAR corrispondente ha una lunghezza che non è multipla di 44 ottetti. In quest'ultimo caso è richiesto un riempimento fittizio della PDU. In questo modo il ricevitore è in grado di scartare l'eventuale Pad introdotto in un tipo di segmento EOM o SSM.

CRC (Cyclic Redundancy Check): è un CRC da 10 bit calcolato su tutto il SAR-PDU; esercita un controllo di ridondanza ciclica CRC-10 utilizzando il polinomio generatore: $1+x+x^4+x^5+x^9+x^{10}$.



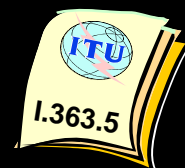
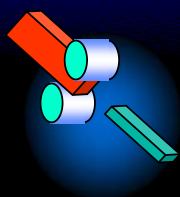
I tipi di servizio forniti dall'AAL di Tipo 3/4 possono essere caratterizzati tramite due aspetti:

1. Il servizio può essere orientato o meno alla connessione; nel primo caso ogni blocco dati fornito al livello SAR (unità di servizio dati SAR o SDU, Service Data Unit, SAR) viene trattato indipendentemente, mentre nel secondo caso è possibile definire connessioni logiche SAR multiple su una singola connessione ATM.
2. Il servizio può essere effettuato con una modalità orientata al messaggio o al flusso. Nel primo caso si trasmette dati tramati ed ogni singolo blocco dati proveniente dal livello sopra all'AAL viene trasmesso in una o più celle. Per esempio, tutti i protocolli e le applicazioni OSI rientrano in questa categoria; in particolare il LAP-D o il Frame Relay dovrebbero usare una modalità orientata al messaggio. Il servizio con modalità orientata al flusso supporta il trasferimento di dati continui a bassa velocità, che necessitano di ritardi contenuti; in questo caso, i dati sono presentati all'AAL in blocchi di dimensione fissa, che può essere anche limitata ad un solo byte, ognuno dei quali è trasmesso in una cella.

L'AAL di Tipo 3/4 effettua il trasferimento dei dati, ricevendo dei blocchi di dati dal livello immediatamente superiore e trasmettendoli ad un utente AAL di destinazione. Poiché il livello ATM limita il trasferimento dati a 48 ottetti per cella, il livello AAL deve offrire almeno una funzione di segmentazione e di riassettaggio. In tale contesto, il metodo adottato dall'AAL Tipo 3/4 è il seguente: un blocco di dati provenienti da un livello superiore, come una PDU, è incapsulato in una PDU del sottolivello CPCS, che viene poi consegnata al sottolivello SAR, da cui viene diviso in blocchi di dimensione massima pari a 44 ottetti. Ogni blocco può essere inserito in una PDU SAR che, includendo un'intestazione ed un postambolo, risulta avere una lunghezza totale di 48 ottetti e si inserisce perfettamente nel campo dati di una singola cella ATM.

Una caratteristica peculiare dell'AAL 3/4 consiste nel fatto che questo può moltiplicare diversi flussi dati sulla stessa connessione virtuale ATM (VCI/VPI). Con il servizio orientato alla connessione, ad ogni collegamento logico tra gli utenti AAL viene assegnato lo stesso valore MID; così il traffico delle celle, proveniente da diverse connessioni AAL, fino a 210, può essere moltiplicato ed interallacciato su una singola connessione logica AAL. Con un servizio non orientato alla connessione, il campo MID può essere utilizzato per trasmettere un identificatore univoco associato ad ogni utente, così che anche il traffico di diversi utenti dell'AAL possa essere moltiplicato.

AAL5: formato del CS PDU



User info: max 65535 ottetti

Pad
(0-47)
ott.

CPCS-UU

CPI

Lenght (1)

Lenght (2)

CRC 32 (1)

CRC 32 (2)

CRC 32 (3)

CRC 32 (4)

Trailer

CPCS-UU: Contiene informazioni end-to-end non processati dalla rete

CPI (Common Part Indicator): allineamento del trailer a 64 bit (tutti zero), altri utilizzi sono ancora in fase di studio.

Lenght: lunghezza del PDU senza Pad, utilizzato alla ricezione per l'individuazione delle celle da scartare (pad).

CRC 32: controllo di ridondanza ciclica sul CS PDU

11



Il protocollo AAL5 è stato introdotto più di recente per offrire uno strumento di trasporto efficiente ai protocolli di livello superiore orientati alla connessione. Se si ipotizza che il livello superiore si prenda cura della gestione della connessione e che il livello ATM introduca una quantità ridotta di errori, allora la maggior parte dei campi delle PDU SAR di Tipo 3/4 e delle PDU CPCS non sono necessari. Per esempio, con il servizio orientato alla connessione, il campo MID è inutile. Il multiplexing a livello di cella può essere realizzato tramite i VCI/VPI, mentre è il livello superiore che deve sopportare il multiplexing dei messaggi.

Il Tipo 5 è stato introdotto per:

- Ridurre l'elaborazione indotta dal protocollo.
- Ridurre l'overhead di trasmissione.
- Assicurare l'adattabilità ai protocolli di trasporto esistenti.

Per comprendere il funzionamento del Tipo 5, si può cominciare a considerare il livello CPCS. Il trailer della PDU CPCS comprende i seguenti campi:

CPCS User-to-User Indication (CPCS-UU, indicatore CPCS utente-utente, 1 ottetto): Utilizzato per trasferire informazioni tra gli utenti in modo trasparente.

Common Part Indicator (CPI, indicatore di parte comune, 1 ottetto): Indica come devono essere interpretati i restanti campi del postambolo delle PDU CPCS, anche se attualmente è stata definita solo una interpretazione possibile.

Length (lunghezza, 2 ottetti): Lunghezza del campo dati delle PDU CPCS.

CRC (4 ottetti): Utilizzato per rilevare gli errori sui bit nelle PDU CPCS.

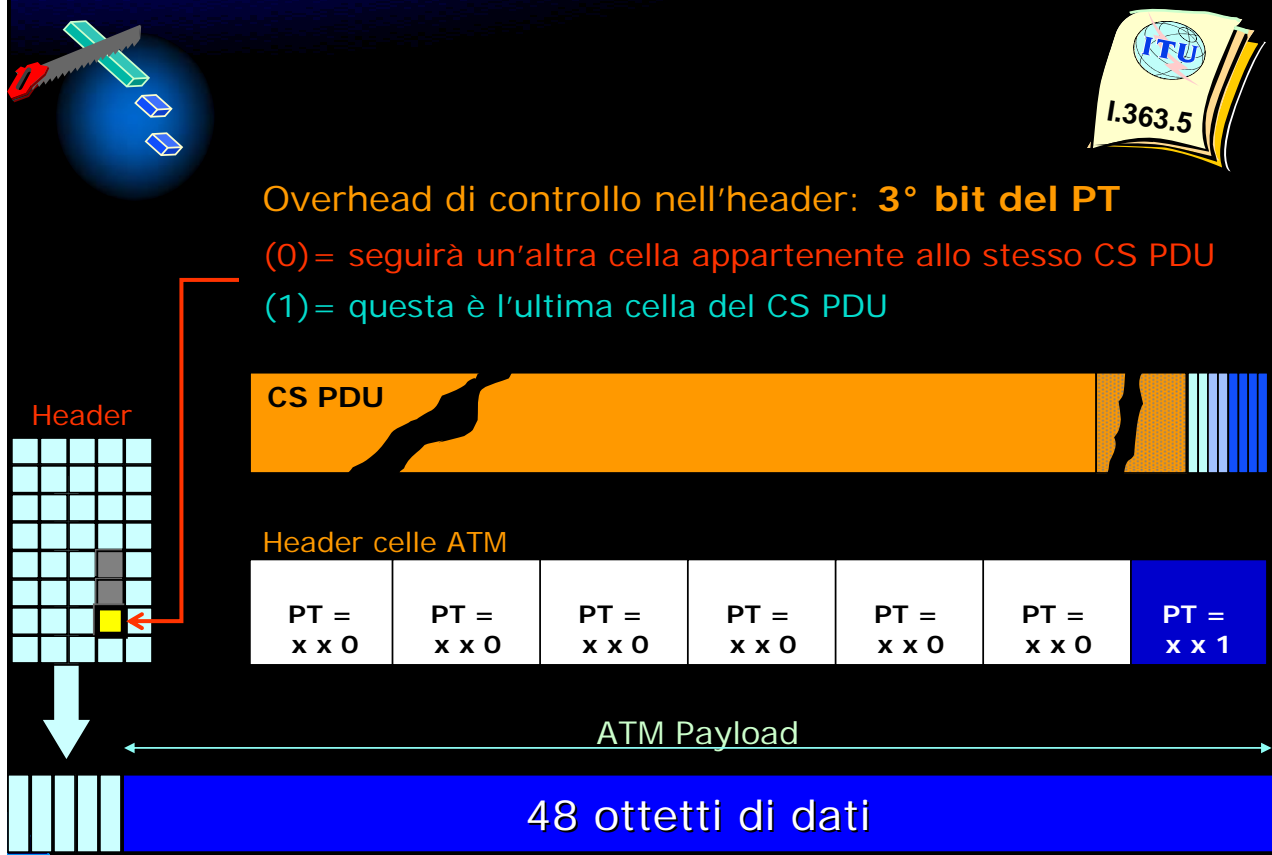
Un CRC da 32 bit protegge l'intera PDU CPCS, mentre per l'AAL tipo 3/4 è previsto un CRC da 32 bit per ogni PDU SAR. Si osservi che il CRC del Tipo 5 fornisce una efficace protezione contro gli errori sul bit. Inoltre ha questo CRC da 32 bit permette una rilevazione efficace di celle fuori ordine, evento che potrebbe presentarsi in seguito a condizioni di errore derivanti da situazioni di guasto nella rete.

Il campo dati del livello immediatamente superiore viene eventualmente completato in modo fittizio (pad, imbottitura) così che l'intera PDU CPCS sia un multiplo intero di 48 ottetti.

Si noti che l'opzione associata al BASize è stata eliminata e, quando si ritiene necessario preallocare a destinazione un buffer per il riassemblaggio, tale informazione deve essere trasmessa dal livello superiore. Infatti, molti protocolli di livello superiore impostano o negoziano una dimensione massima per ogni PDU, e tale informazione può essere utilizzata dal destinatario per allocare eventuali buffer.

Per determinare l'inizio e la fine nella fase di reassembly delle celle appartenenti ad un VPI/VCI ci si avvale del terzo bit del campo PT (Payload Type) dell'header. Un VPI/VCI può supportare informazioni native provenienti da una sola sorgente. Su una stessa connessione virtuale non possono essere intervallate comunicazioni multiple.

AAL5: formato del SAR PDU



La PDU SAR consiste semplicemente di un campo dati da 48 ottetti, che trasporta una porzione della PDU CS. Si noti che la mancanza di un'intestazione di protocollo comporta diverse implicazioni:

Non essendo presente un numero di sequenza, il destinatario deve presumere che tutte le PDU SAR arrivino nell'ordine giusto per il riassettaggio ed il campo CRC della PDU CPCS deve verificare che ciò sia realmente avvenuto.

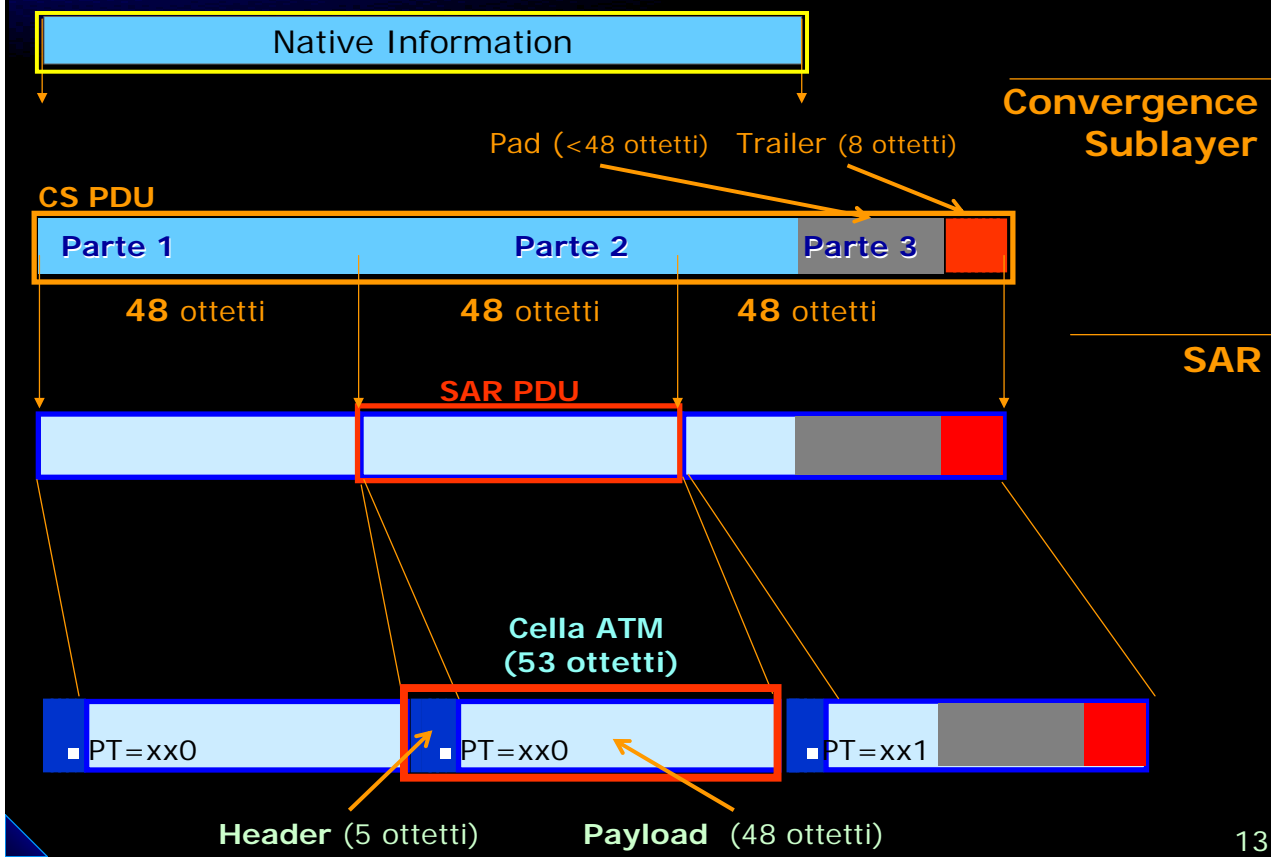
La mancanza del campo MID significa che non è possibile interlacciare celle di diverse PDU CPCS; quindi, ogni PDU SAR successiva trasporta una parte della PDU CS corrente o il primo segmento di quella seguente. Per distinguere questi due casi viene utilizzato il bit identificatore di tipo di SDU ATM presente nel campo Payload Type (PT) dell'intestazione della cella ATM. Una PDU CPCS consiste in zero o più PDU SAR consecutive aventi il bit identificatore del tipo di SDU posto a 0, seguite immediatamente da una PDU SAR con tale bit posto a 1.

La mancanza di un campo LI significa che non c'è modo, per l'entità SAR, di distinguere tra gli ottetti PDU CPCS e quelli di riempimento dell'ultima PDU SAR. Quindi, non c'è modo per l'entità SAR di trovare il postambolo della PDU CPCS dell'ultima PDU SAR. Per evitare questo problema, è necessario che il campo dati di ogni PDU CPCS sia riempito in modo tale che l'ultimo bit del postambolo di tale unità costituisca l'ultimo bit della PDU SAR finale.

Il payload è completamente disponibile per i dati provenienti dal CS PDU del convergence sublayer. Il processo di Segmentation (SAR) non introduce overhead.

Il controllo dei "confini" del CS PDU viene affidato al terzo bit del campo PT dell'header. In questo modo il protocollo AAL5 condiziona anche l'header della cella che è di competenza del livello ATM.

AAL5: Quadro complessivo

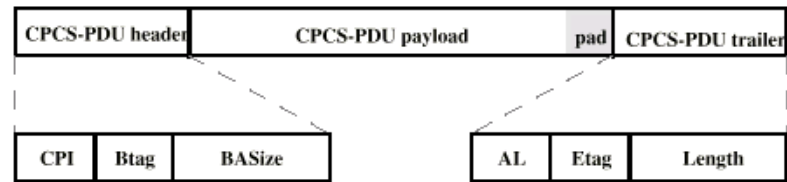


13



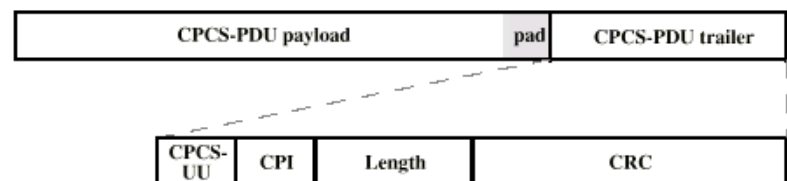
Note:

CPCS PDUs



CPI = common part indicator (1 octet)
 Btag = beginning tag (1 octet)
 BASize = buffer allocation size (2 octets)
 AL = alignment (1 octet)
 Etag = end tag (1 octet)
 Length = length of CPCS-PDU payload (2 octets)

(a) AAL Type 3/4



CPCS-UU = CPCS user-to-user indication (1 octet)
 CPI = common part indicator (1 octet)
 Length = length of CPCS-PDU payload (2 octets)
 CRC = cyclic redundancy check (4 octets)

(b) AAL Type 5



La presente figura e la successiva mostrano i formati delle PDU CPCS e delle PDU SAR del Tipo 5. Confrontando l'intestazioni del Tipo 5 con quella del Tipo 3/4 si può ricavare quanta informazione viene aggiunta in ciascun Tipo:

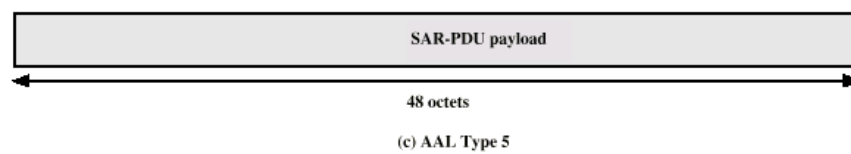
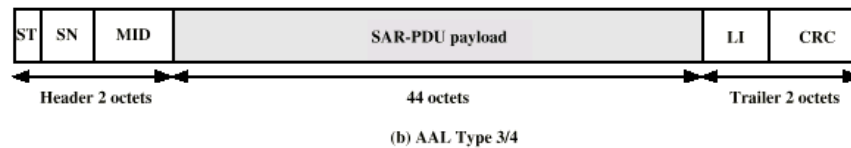
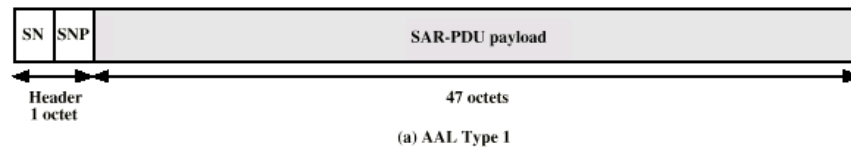
Tipo 3/4

8 ottetti per ogni SDU AAL
 4 ottetti per ogni cella ATM

Tipo 5

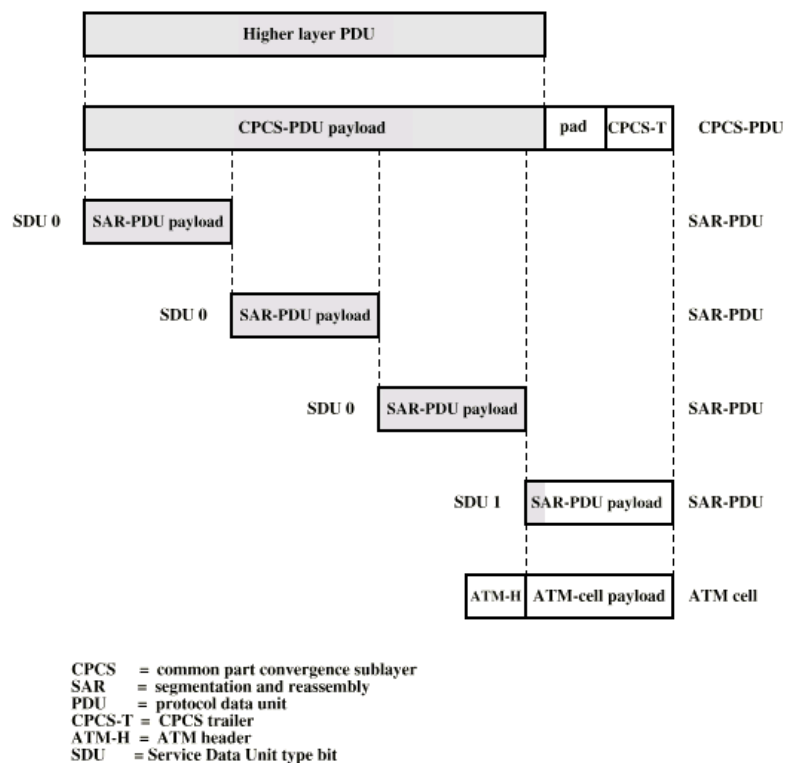
8 ottetti per ogni SDU AAL
 0 ottetti per ogni cella ATM

Segmentation and Reassembly PDU



SN = sequence number (4 bits)
 SNP = sequence number protection (4 bits)
 ST = segment type (2 bits)
 MID = multiplexing identification (10 bits)
 LI = length indication (6 bits)
 CRC = cyclic redundancy check (10 bits)

Example AAL 5 Transmission



La figura mostra un esempio di trasmissioni AAL di tipo 5; in particolare, le PDU CPCS, comprensive di intestazione e del postambolo, sono divise in blocchi di 48 ottetti, ognuno dei quali è trasmesso in un'unica cella ATM.

Riepilogo: sottolivelli e funzioni del PRM B-ISDN

| Livelli | Sotto livelli | Funzioni |
|--|-----------------------------|-----------------------------|
| ATM Adaptation Layer I.363.1, I.363.3, I.363.5 | Convergence Sublayer | Convergence |
| | Segmentation And Reassembly | Segmentation And Reassembly |
| ATM Layer I.361 | | Generic Flow Control |
| | | Cell Header Gener/Extract |
| | | Cell VPI/VCI Translation |
| | | Cell (DE) MUX |
| Physical Layer I.432 | Transmission Convergence | Cell Rate Decoupling |
| | | HEC Generation/Verification |
| | | Cell Delineation |
| | | Tx Frame Adaptation |
| | | Tx Frame Gener. Recovery |
| | Physical Medium | Bit Timing |
| | | Physical Medium |
| SISTEMA TRASMISSIVO | | |

Note: