

CAPITOLO SETTIMO

CDN e ISDN

1. Collegamenti Diretti Numerici (CDN)

E' una rete numerica sincrona a quattro fili che consente le trasmissioni dati half-duplex e full-duplex su linee dedicate per collegare direttamente tra loro due utenti.

La rete CDN è completamente integrata in quella telefonica e quindi utilizza tutte le risorse disponibili per il collegamento tra le diverse centrali telefoniche.

I contratti urbani e settoriali sono relativi alle velocità di 9.6Kbps, 19.2Kbps, 64Kbps e 2048Kbps; quelli interurbani si possono stipulare per le velocità di 2.4Kbps, 4.8Kbps, 9.6Kbps, 19.2Kbps, 64Kbps, 128Kbps, 256Kbps, 384Kbps, 512Kbps, 768Kbps, 2048Kbps.

la Telecom, oltre al CDN, offre un altro tipo di collegamento diretto per la trasmissione dati, quello analogico, ormai poco utilizzato, che va sotto il nome di CDA (Collegamenti Diretti Analogici).

Il CDA utilizza 4 fili a "qualità speciale" e consente la velocità di trasmissione a 9.6Kbps sia in ambito urbano che interurbano.

Le tariffe del CDN e del CDA non sono a tempo e dipendono solamente dalla massima velocità richiesta dal contratto e dalla lunghezza del circuito telefonico tra l'utente chiamante e chiamato.

A titolo orientativo, il costo mensile, IVA esclusa, di un CDN urbano a 64Kbps con distanza entro 5Km., è di £.640.000.

Le tariffe del CDN e del CDA subiranno un drastico ridimensionamento, dal 35 al 60% , già dal 1998 e ciò consentirà uno ulteriore sviluppo della comunicazione numerica soprattutto per le piccole e medie imprese.

Gli utenti che si vogliono avvalere del CDN devono stipulare un contratto particolare con la TELECOM.

Il terminale è collegato alla rete attraverso un particolare dispositivo DCE di comunicazione che consente la codifica dei dati, la decodifica, la temporizzazione, ecc.

La velocità di utente può essere scelta tra i seguenti valori: 600, 2400, 4800, 9600, 48Kbps e le corrispondenti velocità di linea valgono: 800, 3200, 6400, 12800, 64Kbps.

La trasmissione avviene in banda base utilizzando il codice bifase differenziale.

Il DCE inserisce, nei dati da trasmettere, alcuni bit di servizio:

- F (framing = bit di trama) Sincronismo del formato;
- S (status = bit di stato) Indica se i bit significativi contengono i dati o segnalazioni.

Si riportano, in fig. 1, le strutture dei formati a 8 (6+2) e 10 (8+2) bit approvate dal CCITT.

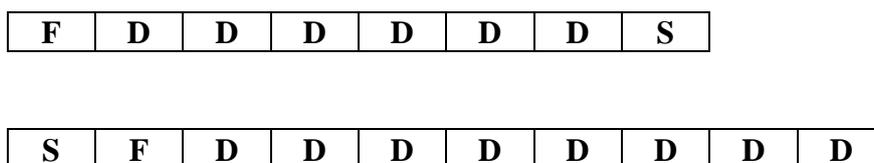


Fig.1 Formato dei dati a 8 e 10 bit approvato dal CCITT.

Poiché il formato dei dati che viaggiano in linea presenta due bit supplementari rispetto al formato dei dati che viaggia nella tratta DCE-DTE, la velocità in linea è più elevata rispetto a quella utente. Infatti le velocità di linea precedentemente indicate risultano pari a 8/6 di quelle di utente supponendo di utilizzare il formato dei dati a 8 bit, detto formato 6+2.

L'interfaccia utilizzata è la X.21 di cui si riporta, nella tabella 1, la descrizione delle linee.

Tabella 1. Linee dello standard X.21.

Linea	Descrizione	DTE → DCE	DCE → DTE
G	Massa elettrica		
Ga	Ritorno comune	X	
T	Trasmissione	X	
R	Ricezione		X
C	Controllo	X	
I	Indicazione		X
S	Temporizzazione di bit (Tx e Rx)		X
B	Temporizzazione di byte		X

Questo tipo di interfaccia non è facilmente disponibile per cui è stata approvata la raccomandazione X.21 bis che, per velocità inferiori a 20Kbps, coincide col V.28 del CCITT che utilizza un connettore a 25 pin. Per velocità superiori l'interfaccia è compatibile con l'avviso V.35 del CCITT che prevede l'utilizzo di un connettore a 34 pin. Si mostra nella tabella 2 la descrizione delle linee X.21bis.

Tabella 2. Linee dello standard X.21 bis.

Linea	Descrizione
C102	Massa dei segnali
C103	Dati in trasmissione
C104	Dati in ricezione
C105	Richiesta di trasmissione
C106	Pronto a trasmettere
C107	DCE pronto
C108/2	DTE pronto
C109	Rivelatore di portante
C114	Base dei tempi di trasmissione
C115	Base dei tempi di ricezione
C140	Prova di loop remota
C141	Prova di loop locale
C142	Indicatore di prova in atto

L'apparato di terminazione presente presso l'utente è denominato DCE; vi sono due tipi di DCE:

- DCE-1 per velocità fino a 9600bps;
- DCE-2 per velocità di 48000bps.

Ultimamente sono stati realizzati nuovi dispositivi DCE-2 contraddistinti dalla sigla AV (Alta Velocità) che consentono le seguenti velocità: 14.4, 19.2, 48 e 64Kbps.

Il DCE è costituito da due canali complementari: uno per la trasmissione ed uno per la ricezione.

Il canale per la trasmissione contiene un circuito *formatore di involuppo* ed un circuito per la *codifica di linea* che inserisce i bit S e F; entrambi i circuiti sono sincronizzati da un circuito temporizzatore.

Il canale per la ricezione presenta un circuito per l'*equalizzazione* dell'ampiezza del segnale, un circuito per la *decodifica* di linea, che consente la sincronizzazione al circuito temporizzatore, e da un *estrattore di involuppo*.

I dati che il DCE scambia con il DTE vengono trasformati nelle opportune ampiezze grazie al circuito *adattatore elettrico del livello* presente nel DCE (fig.2).

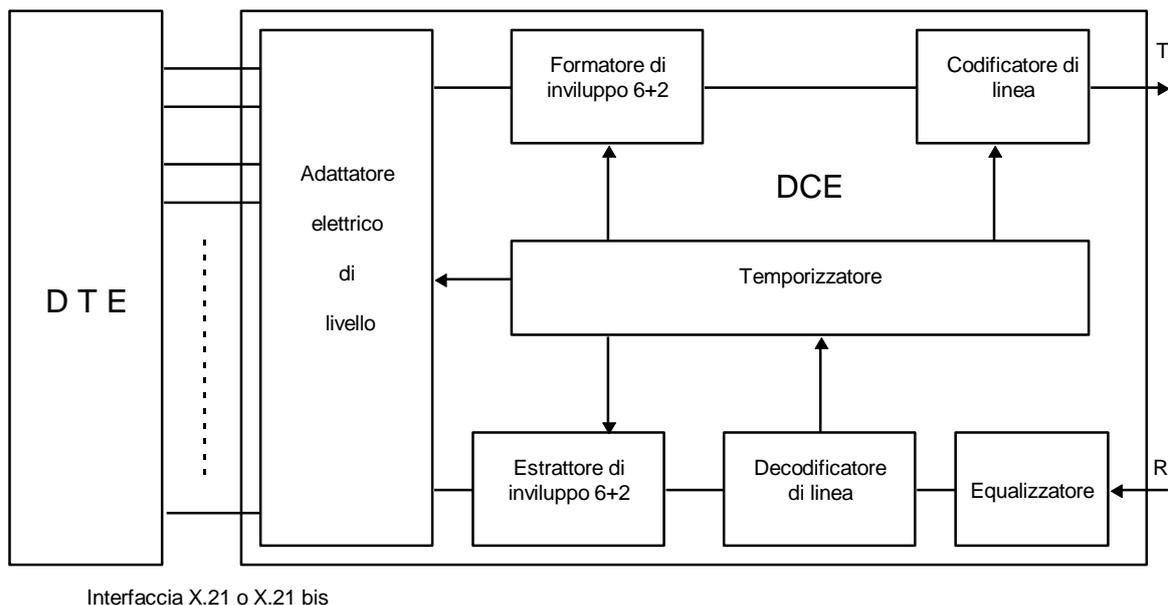


Fig.2 Schema a blocchi del DCE per CDN.

1.1. SMUX

Lo SMUX (submultiplicatore) è un dispositivo in grado di moltiplicare più canali numerici a bassa velocità con formato 6+2 in un unico flusso numerico a 64Kbps che può diventare uno dei 30 canali utenti del flusso primario PCM a 2.048Mbps.

Lo SMUX consente vari tipi di multiplazione. Si riportano, a titolo d'esempio, alcune suddivisioni dei flussi a 64Kbps:

- 20 canali da 3.2 Kbps;
- 5 canali da 12.8 Kbps;
- 12 canali da 3.2Kbps + 2 canali da 12.8Kbps;
- 8 canali da 3.2Kbps + 3 canali da 12.8 Kbps.

Si riporta in fig.3 il simbolo dello SMUX che multipla 8 canali da 3.2Kbps + 3 canali da 12.8Kbps.

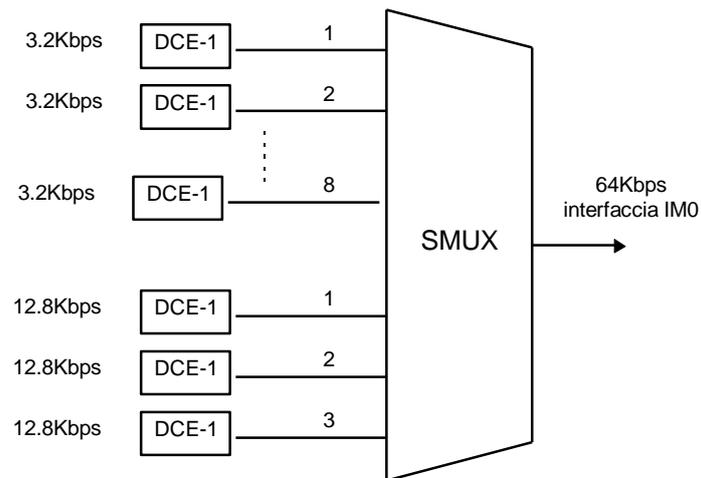


Fig.3 Simbolo dello SMUX e tipico impiego.

Lo SMUX può trovarsi presso l'utente o nella centrale telefonica di appartenenza dell'utente.

Nel primo caso l'utente ha stipulato un contratto con la TELECOM a 64Kbps e può utilizzare più terminali con diverse velocità.

Nel secondo caso l'utente può utilizzare un solo terminale. Se la velocità convenuta è bassa lo SMUX presso la centrale telefonica può moltiplicare anche due o più utenti.

Uno dei vantaggi dell'uso dello SMUX nella rete numerica CDN è la possibilità, da parte dell'utente, di suddividere la banda lorda di 72Kbps (nei nuovi apparati) o di 19.2Kbps (a seconda del contratto stipulato col gestore della CDN che attualmente è la TELECOM) in più flussi di utente, ciascuno, ovviamente, a velocità inferiore.

Le velocità di linea permesse sono: 800, 3200, 6400, 12800bps.

Si mostra, in fig.4, un tipico impiego del CDN e degli SMUX.

La somma delle velocità dei terminali attestati allo SMUX1 e SMUX2 è di 64Kbps (se è stata richiesta una linea a tale velocità).

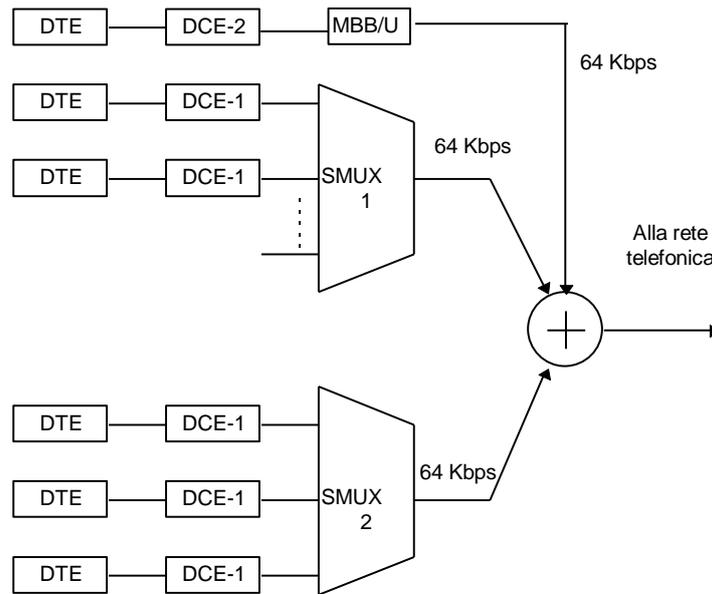


Fig.4 Esempio di collegamento a 64Kbps alla rete CDN: il primo è direttamente connesso alla rete, il secondo ed il terzo utilizzano più terminali ma necessitano di uno smux.

1.2. Modem di centrale per la CDN

Nelle centrali telefoniche si trovano due tipi di modem che gestiscono collegamenti CDN:

1. modem utente-centrale, indicato col termine MBB/U;
2. modem di collegamento tra centrali, indicato col termine MBB/C (Modem in Banda Base/Centrale);

Il primo modem, utilizzato dagli utenti che impiegano l'interfaccia DCE-2, si trova nella centrale dell'utente ed ha il compito di trasformare il segnale di linea proveniente dal DCE-2 sotto forma di codice bifase differenziale in formato numerico a 64Kbps in modo da poter eventualmente essere immesso nella rete numerica PCM.

Vi sono nuovi modem MBB/AV che consentono di ricevere segnali ad alta velocità fino a 64Kbps.

Il modem MBB/C si utilizza quando i due utenti da collegare appartengono a centrali telefoniche differenti e poste a breve distanza. In tal modo i dati non entrano nel flusso PCM.

Il supporto fisico è costituito da un doppino telefonico bilanciato per ogni verso di trasmissione.

La sincronizzazione di tali modem richiede l'impiego di un ulteriore bit al formato 6+2 che, così, diventa 6+3. La velocità di linea passa a 72Kbps.

Poiché la rete telefonica è, oramai, quasi dappertutto di tipo numerica, appare abbastanza logico realizzare la trasmissione dati senza passare attraverso la modulazione con portante analogica.

Qualsiasi sia il contratto stipulato dall'utente, a 14.4Kbps o 64Kbps, la velocità di cifra lorda per i nuovi DCE è costante e vale 72Kbps ed utilizza la codifica AMI.

Il CDN a bassa velocità è utilizzata dalla rete Bancomat e nella rete degli sportelli automatici del gioco del lotto.

2. Generalità sull'ISDN

Al giorno d'oggi la trasmissione delle informazioni foniche, di dati e di immagini avviene in forma numerica.

Nella telefonia tradizionale la voce è trasformata in un segnale elettrico analogico e le moderne centrali telefoniche trasformano il segnale analogico in segnale digitale con la tecnica PCM (Pulse Code Modulation).

La standardizzazione a livello mondiale delle *tecniche* di trasmissione numerica consente una integrazione di numerosi *servizi* come voce, dati e immagini sugli stessi circuiti di rete a cui un utente accede tramite un'unica connessione.

L'ITU (International Telecommunications Union) ha definito lo standard ISDN (Integrated Service Digital Network), caratterizzato dall'integrazione numerica sia nelle tecniche che nei servizi.

Gli utenti del servizio ISDN possono gestire differenti tipi di informazioni numeriche attraverso interfacce standard.

I principali servizi ISDN sono:

- telefonia;
- videotelefonia;
- trasmissione dati;
- fax;
- telex.

Attualmente ISDN è attiva in Italia in tutte le principali reti urbane: circa 800 località.

Già oggi sono disponibili collegamenti con:

Australia, Austria, Belgio, Brasile, Canada, Danimarca, Filippine, Finlandia, Francia, Germania, Giappone (KDD, ITJ), Hong Kong, Irlanda, Israele, Norvegia, Nuova Zelanda, Olanda, Portogallo, Regno Unito (BT), Spagna, Svezia, Svizzera, Singapore, Sudafrica, USA (AT&T, MCI e SPRINT).

I servizi offerti nell'ambito del servizio ISDN consentono la telefonia con servizi supplementari avanzati, trasmissione dati a commutazione di circuito fino a 64 Kbit/secondo, trasmissione dati a commutazione di pacchetto, videotelefonia, facsimile veloce di gruppo 4.

In un futuro imminente la rete ISDN sarà modificata in una struttura a larga banda denominata B-ISDN (Broadband-ISDN) che consentirà una maggior affidabilità e flessibilità per la fornitura di nuovi servizi.

Successivamente, inoltre, si avrà il servizio ISDN in banda larghissima (Wideband ISDN).

Il motivo dell'attuazione dell'ISDN in varie fasi sta nel fatto che tutti gli uffici e le abitazioni dovranno essere dotate di linee di comunicazioni digitali ad elevata velocità. Il doppio telefonico attualmente consente l'attuazione della ISDN a banda stretta (narrowband ISDN). Il cavo coassiale, recentemente installato presso gli utenti della maggior parte del territorio italiano, consentirà l'attuazione della B-ISDN con la possibilità di usufruire della videotelefonia senza particolari limitazioni.

Le attuali centrali telefoniche ISDN attuano la commutazione elettronica per cui se il collegamento tra centrali è in fibra ottica si dovrà necessariamente operare la trasformazione opto-elettronica e viceversa con conseguente calo di velocità. Solo

quando saranno realizzate le centrali di commutazione ottica sarà possibile attuare pienamente la larga e larghissima banda.

Attualmente il gestore delle telecomunicazioni offre due tipi di accesso ad ISDN su rete di distribuzione in rame:

1. accesso base con flussi numerici a 144Kbps;
2. accesso primario con flussi numerici a 2Mbps.

In fig.5 si riportano le configurazioni di accesso ISDN per l'interfaccia utente-rete raccomandata dall'ITU.

I punti di riferimento per l'interfaccia utente-rete vengono denominati R, S e T.

Con TE si indica il terminale ISDN, con NT (Network Termination) la terminazione di rete e con TA (Terminal Adapter) si indica un adattatore di terminale necessario per interfacciare dispositivi non rispondenti agli standard ISDN.

La terminazione di rete NT può essere di due tipi:

- NT1 terminazione trasmissiva della linea d'utente;
- NT2 come NT1 più le funzioni di commutazione.

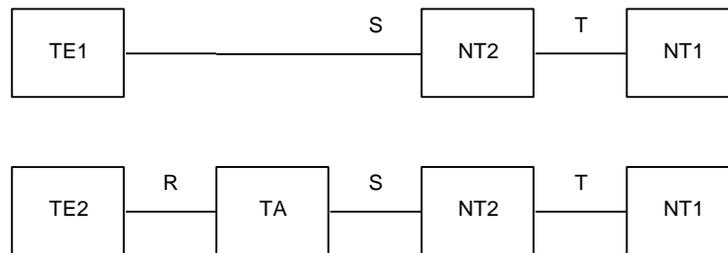


Fig.5. - Configurazioni d'accesso ISDN.

3. Raccomandazioni dell'ITU

L'ITU ha emanato delle raccomandazioni raccolte nella serie I per l'interfaccia utente-rete e nella serie G per la sezione e il sistema di accesso.

- I.412 descrive la configurazione di riferimento dell'ISDN;
- I.430 descrive le caratteristiche elettriche e funzionali dell'interfaccia utente-rete per l'accesso base a 144Kbps (due canali B a 64Kbps ed uno D per le segnalazioni a 16Kbps);
- I.431 descrive le caratteristiche elettriche e funzionali dell'interfaccia utente-rete per l'accesso primario a 2Mbps (trenta canali B a 64Kbps ed un canale D a 64Kbps per le segnalazioni);
- G.960 descrive la manutenzione e le procedure di attivazione e disattivazione dell'accesso base ISDN;
- G.962 descrive la manutenzione e la gestione degli allarmi dell'accesso primario ISDN;

- G.961 descrive la realizzazione di un sistema trasmissivo su coppie simmetriche in rame. La raccomandazione fa riferimento al sistema di linea americano 2B1Q, senz'altro il più importante perché prodotto su singolo chip da numerosi costruttori ed adottato da molti gestori di reti, e al sistema di linea tedesco 4B3T.

In campo europeo le norme relative all'ISDN sono emanate dall'ETSI (European Telecommunications Standard Institute) ed hanno un valore vincolante nei confronti dei costruttori di apparati per telecomunicazioni. Per questo motivo tali norme sono, spesso, un elenco di modifiche rispetto alle raccomandazioni ITU.

4. L'accesso d'utente

Per accesso d'utente si intende l'interfaccia tra l'utente e la rete ISDN; esso impiega due coppie di doppini bilanciati in rame di diametro intorno a 0.6mm.

Le caratteristiche dei cavi da utilizzare variano in funzione del tipo di accesso richiesto dall'utente. L'accesso primario, richiedendo una maggiore larghezza di banda rispetto all'accesso base, prevede l'uso di cavi con caratteristiche più spinte rispetto a quelli necessari per l'impiego nell'accesso base.

Nella tabella 3 si mostrano alcuni parametri indicativi dei cavi utilizzati tra la rete ISDN e l'utente.

Tabella 3. Principali parametri caratteristici dei cavi ISDN

Frequenza	1KHz	100KHz
Resistenza in DC	$\leq 130\Omega$	$\leq 130\Omega$
Resistenza in AC	127 Ω /Km.	167 Ω /Km.
Capacità	74nF/Km.	66nF/Km.
Induttanza	0.72mH/Km.	0.68mH/Km.
Perdita	150K Ω /Km.	130K Ω /Km.
Angolo di perdita	0.4	0.3

4.1. Accesso base

L'accesso base è caratterizzato da un traffico limitato ed è, quindi, adatto ad utenze singole come le utenze domestiche e commerciali di piccole dimensioni.

Esso utilizza tre canali logici bidirezionali così suddivisi:

- 2 canali indipendenti per il trasporto delle informazioni, denominati canali B (Basic rate), ciascuno a 64Kbps. Su un canale B è possibile trasmettere fonia tradizionale, fonia ad alta qualità, dati numerici, fax di classe 4, videolento. Il motivo che in origine ha indotto a realizzare canali a 64Kbps dipende dalla larghezza lorda della banda del segnale analogico telefonico che vale 4KHz. La conversione analogico/digitale trasforma il segnale telefonico in uno numerico a 8 bit. Campionando, secondo il teorema di Shannon, a 8KHz si generano 64000 bit al secondo.
- 1 canale di servizio per il controllo della comunicazione, denominato canale D, funzionante a 16Kbps. Il canale D contiene le segnalazioni relative ai due canali B che trasportano le informazioni. Il protocollo utilizzato è il LAPD (Link Access Protocol on D channel). Le informazioni di controllo occupano una banda molto

limitata rispetto ai 16Kbps disponibili per cui è possibile trasmettere nel canale D dati a bassa velocità.

L'accesso base è indicato anche con la sigla 2B+D. La velocità complessiva risulta: $64+64+16 = 144\text{Kbps}$.

Per particolari esigenze di sincronizzazione alla rete telefonica, conviene che la velocità di linea sia un multiplo di 64Kbps per cui il canale D viene integrato di ulteriori 48Kbps e quindi la velocità per l'accesso base è di 192Kbps.

Il tipo di utente con accesso base può essere:

Mononumero. L'utente è caratterizzato da un unico numero d'abbonato e può disporre di un terminale principale più eventuali terminali addizionali.

Multinumero. L'utente è caratterizzato da un insieme di 8 numeri di abbonato consecutivi. Anche in questo caso l'utente dispone di più terminali ognuno dei quali è raggiungibile componendo uno specifico numero telefonico. Questa prestazione risulta efficiente quando la chiamata è relativa a terminali abilitati a svolgere funzioni non previste dal servizio ISDN (es. telefono tradizionale non ISDN).

Multilinea. L'utente è servito da un insieme di linee numeriche, inferiore a 10, ognuna delle quali è identificata da un numero d'abbonato ed è solo entrante o solo uscente.

4.2. Accesso primario

L'accesso primario è consigliabile agli utenti che abbiano un volume di traffico elevato per la presenza di centralini, reti locali, ecc.

Esso utilizza trentuno canali logici bidirezionali così suddivisi:

- 30 canali B a 64Kbps di trasporto delle informazioni del tutto simili a quelli descritti nell'accesso base.
- 1 canale D a 64Kbps di servizio per il controllo della comunicazione.

L'accesso primario è indicato anche con la sigla 30B+D. La velocità complessiva risulta: $30 \cdot 64 + 64 = 1984 \text{ Kbps}$.

Anche in questo caso, per poter sincronizzare il segnale ISDN nel flusso PCM a 2048Kbps della rete telefonica numerica, si aggiunge un canale a 64Kbps non utilizzato. In tal modo si raggiunge la velocità di: $1984 + 64 = 2048\text{Kbps}$.

I canali B possono essere raggruppati per ottenere dei servizi particolari come fax veloce, videoconferenze.

4.3. Canali H

Accanto ai canali B per la trasmissione delle informazioni a 64Kbps, sono stati definiti altri canali a velocità superiore denominati canali H (High rate).

Canale H0: E' utilizzato per informazioni sonore ad alta qualità che impegnano una banda di frequenza fino a 16KHz. La velocità di trasmissione è a 384Kbps.

Canale H1: E' utilizzato per la trasmissione di segnali video.

Per l'America del Nord il canale è denominato H11 con velocità a 1536Kbps (corrispondente a 24 canali a 64Kbps).

Per l'Europa il canale è denominato H12 con velocità 1920Kbps (corrispondente a 30 canali a 64Kbps).

5. Funzioni svolte all'interfaccia S

L'interfaccia S deve svolgere un certo numero di funzioni per assicurare la compatibilità tra i terminali TE e le terminazioni di rete NT (vedi fig.5).

Queste funzioni sono realizzate al livello fisico, cioè al livello 1 del modello ISO/OSI.

Temporizzazione di bit: Estrazione del segnale di clock all'interno del segnale di linea.

Temporizzazione di byte: Clock a 8KHz, frequenza di campionamento per la conversione A/D della voce

Allineamento di trama: I canali nella trama sono multiplati a divisione di tempo. Per poter estrarre i vari canali è necessario conoscere l'inizio della trama attraverso un segnale che si preleva, a sua volta, dalla trama stessa.

TE sconnesso dall'interfaccia S: Un terminale TE è individuato da indirizzi generati dalla centrale telefonica. Questi indirizzi consentono lo scambio di informazioni sul canale D tra il terminale e la centrale. Quando il TE si sconnette dall'interfaccia S gli indirizzi summenzionati non possono essere riutilizzati impedendo, così, la duplicazione degli stessi che provocherebbe disturbi sulle comunicazioni di altri TE presenti sullo stesso bus passivo.

6. Struttura della trama per l'accesso base

Nel caso dell'accesso base la trama numerica tra il terminale TE e la terminazione di rete NT ha una durata di 250µs e comprende 48 bit appartenenti ai due canali B di dati, al canale D delle segnalazioni più bit necessari per la sincronizzazione e il controllo.

La struttura della trama in una direzione è diversa da quella relativa alla direzione opposta.

Il numero di trame n_t trasmesse in un secondo vale:

$$n_t = \frac{1}{250 \cdot 10^{-6}} = 4000$$

Il numero di bit trasmessi in un secondo, e quindi la velocità di linea v_1 , vale:

$$v_1 = n_t \cdot 48 = 4000 \cdot 48 = 192 \text{ Kbps}$$

I 48 bit di ciascuna trama sono:

- 16 bit del canale B_1 con frequenza di cifra $n_t \cdot 16 = 4000 \cdot 16 = 64 \text{ Kbps}$;
- 16 bit del canale B_2 con frequenza di cifra $n_t \cdot 16 = 4000 \cdot 16 = 64 \text{ Kbps}$;
- 4 bit del canale D con frequenza di cifra $n_t \cdot 4 = 4000 \cdot 4 = 16 \text{ Kbps}$;
- 12 bit di sincronismo e controlli.

In fig.6 si mostrano le trame nei due versi di trasmissione nel caso di accesso base.

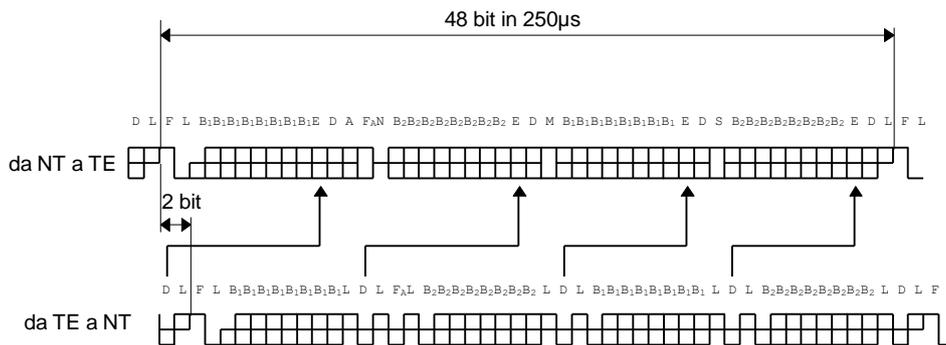


Fig.6. - Trama di accesso base.

I bit inseriti nella trama hanno le seguenti definizioni:

F: bit di inizio trama ed allineamento;

L: bit di bilanciamento della componente continua (eliminata dai trasformatori);

D: bit del canale D;

B: bit del canale B; B_1 bit del canale 1, B_2 bit del canale 2;

E: bit di eco per il canale D;

A: bit di attivazione/disattivazione del TE;

F_A : bit ausiliario per l'allineamento in condizioni di riposo;

N: bit complementare a F_A ;

M: bit di allineamento della multitrama;

S: bit disponibile per future applicazioni.

Il codice di linea impiegato tra il terminale TE e la terminazione di rete NT è l'AMI modificato. Tale codice rappresenta lo 0 attraverso impulsi alternati positivi e negativi e rappresenta il livello logico 1 attraverso l'assenza di impulsi.

Nella fig.6 si è utilizzato il seguente simbolismo:

impulso positivo o negativo per rappresentare lo 0 e assenza di impulso per rappresentare il livello logico 1.

In particolare si possono presentare le situazioni mostrate in fig.7.

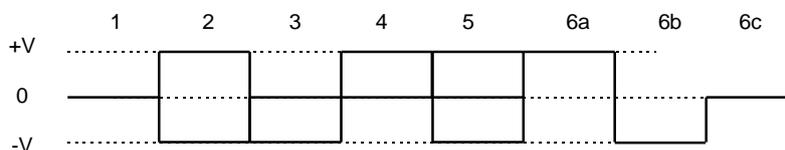


Fig.7. - Rappresentazione dei livelli logici nel codice AMI.

- 1 bit 1;
- 2 bit 0: non è noto a priori la polarità dell'impulso;
- 3 bit 1 o bit 0 con impulso negativo;
- 4 bit 1 o bit 0 con impulso positivo;
- 5 bit 1 o bit 0; di quest'ultimo bit non è noto a priori la polarità dell'impulso;
- 6 sequenza 001 partendo dall'impulso positivo (6a: bit 0, 6b: bit 0, 6c: bit 1).

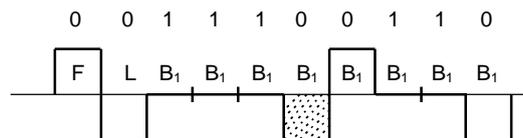
Il codice AMI modificato prevede una violazione nella polarità tra il bit L e il primo bit di valore 0 nella sequenza dei bit del canale B₁.

In pratica il primo bit B₁=0 viene trasmesso con la stessa polarità di L e non con polarità opposta come prevede il codice AMI.

Ad esempio, se i primi 8 bit della sequenza del canale B1 hanno i seguenti valori:

1 1 1 0 0 1 1 0

si ha la tempificazione mostrata in fig.8.

Fig.8. - Tempificazione della porzione di trama FLB₁B₁B₁B₁B₁B₁B₁.

Nel diagramma di tempificazione si è supposto di partire con F=L=0. L'impulso indicato a linee tratteggiate indica la violazione dell'inversione di polarità prevista dal codice AMI.

6.1. Trama per l'accesso primario

La trama dell'accesso primario ha una durata di 125μs, contiene 256 bit e coincide con la trama PCM a 2.048Mbps.

I 256 bit sono così suddivisi:

- 240 bit relativi ai 30 canali B;
- 8 bit relativi al canale D;
- 8 bit relativi al sincronismo e ai controlli.

I 256 bit sono suddivisi in 32 byte, detti *slot time* (da T₀ a T₃₁). T₀ viene impiegato per usi particolari, T₁₆ per la trasmissione delle segnalazioni (canale D), T₁...T₁₅ e T₁₇...T₃₁ sono utilizzati per la trasmissione delle informazioni (canali B e canali H ad alta velocità).

Il codice di linea è l'HDB3. Valgono tutte le considerazioni della trama PCM esaminata nel relativo capitolo.

7. Tipi di connessione

La rete di commutazione ISDN prevede due tipi di connessione:

- a commutazione di circuito;
- a commutazione di pacchetto.

Per ciascuna di esse sono previste le modalità minima e massima.

Nella commutazione di circuito in *modalità minima* il canale di segnalazione D non viene interpretato dalla rete ISDN mentre il canale informativo B viene trasmesso a 64kbps come una pura connessione fisica. E' il terminale d'utente che si cura delle funzioni di controllo della chiamata.

Nella *modalità massima* il terminale d'utente invia sul canale D tutte le informazioni relative alla chiamata e la rete ISDN le gestisce curando l'eventuale adattamento di velocità e conversioni di formato.

La gestione del canale B nella commutazione di pacchetto avviene in due fasi distinte: nella prima si attiva la commutazione di circuito tra l'utente chiamante e il suo gestore di pacchetti. Nella seconda fase si attiva la commutazione di pacchetto tra il gestore di pacchetti dell'utente chiamante e quello dell'utente chiamato.

La commutazione di pacchetto del canale D avviene all'interno dello stesso canale.

Nella modalità minima le procedure di canalizzazione virtuale previste nella commutazione di pacchetto sono gestite dalla stessa rete a commutazione di pacchetto.

Nella modalità massima è la rete ISDN che si cura della gestione dell'intero processo di comunicazione.

8. Protocolli di ISDN

I protocolli impiegati nella rete ISDN sono sostanzialmente quelli previsti dal modello ISO/OSI.

Si ricorda che il modello ISO/OSI è organizzato in sette strati: lo strato più alto, il livello 7, è quello applicativo che si interfaccia direttamente all'utente; lo strato più basso, il livello 1, è quello fisico che genera i segnali elettrici e di controllo necessari per la trasmissione in accordo allo standard di interfaccia utilizzato (V.24 - V.28, ecc.).

Ogni strato intermedio comunica solo con i due strati adiacenti. In una trasmissione, inoltre, non è detto che siano coinvolti tutti e sette i livelli del modello ISO/OSI.

Ad esempio, nel collegamento tra centrali telefoniche, gli strati interessati sono solo i 3 più bassi.

Si mostra, in fig.9, la comunicazione tra due utenti secondo il modello ISO/OSI.

Gli utenti si scambiano informazioni al livello applicativo, i segnali elettrici transitano secondo il livello fisico e le centrali di commutazione li elaborano fino al livello di rete.

In caso di trasmissione dall'utente 1 all'utente 2, l'informazione dell'utente 1, (suono, immagine, dati numerici, ecc.) è inizialmente al livello 7, quello applicativo. Le varie interfacce lo fanno 'scendere' di livello fino a quello fisico. Il segnale elettrico viaggia fino alla centrale di commutazione 1 che ha il compito di elaborare i dati fino al livello 3, quello di rete. Successivamente i dati sono inviati alla centrale di commutazione 2: qui i dati scendono di livello e vengono trasmessi al terminale di utente che li elabora fino a raggiungere il livello più alto, quello applicativo, che rappresenta la ricezione delle informazioni da parte dell'utente 2.

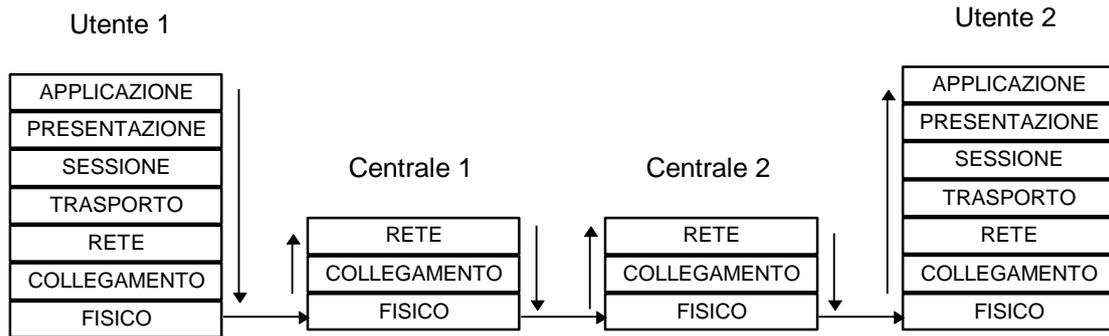


Fig.9. - Comunicazione tra l'utente 1 e l'utente 2 secondo il modello ISO/OSI.

I tre livelli gestiti dalla rete ISDN, in particolare svolgono le seguenti funzioni:

- Il livello fisico cura la trasmissione bidirezionale tra i due utenti;
- Il livello di collegamento assicura il corretto trasferimento delle informazioni in quanto gestisce il protocollo del canale D. Tale protocollo prende il nome di LAPD (Link Access Protocol on D channel).
- Il livello di rete si occupa delle segnalazioni di rete scambiate sul canale D.

8.1. Protocollo di collegamento (LAPD)

Si occupa del trasferimento dei messaggi di controllo tra l'utente e la rete attraverso il canale D.

Il sistema di commutazione locale della rete ISDN estrae dal canale D le informazioni ri assemblandole in un formato standard composto dai seguenti campi:

- Flag di inizio: byte 01111110 che identifica l'inizio del frame. E' utilizzato per la sincronizzazione.
- Flag di fine: identico al precedente. Identifica la fine del frame.
- Indirizzo: 2 byte. E' utilizzato dal livello 3 per l'instradamento. Il primo byte, denominato SAPI (Service Access Point Identifier), indica a quale entità di rete è diretto il servizio (0=informazioni di segnalazione, 16=dati a pacchetto, 63=trama per scopi gestionali, ecc.). Il secondo byte, denominato TEI (Terminal End-point Identifier) individua il terminale logico a cui è diretta l'informazione.
- Controllo: E' un byte che identifica il tipo di frame (informativo o supervisione), codifica l'ordine sequenziale dei frame e le informazioni circa la ritrasmissione in caso di errore in fase di ricezione.
- Informazione: E' un campo costituito da un numero variabile di bit che rappresenta l'informazione strutturata a pacchetto che viaggia nel canale D.
- Sequenza di controllo: 2 byte utilizzati per la verifica della correttezza del contenuto del frame.

8.2. Gestione della chiamata attraverso il canale D

I protocolli di rete possono gestire le trasmissioni dati a commutazione di pacchetto sul canale D e sui canali B. Possono altresì gestire i collegamenti a commutazione di circuito per le trasmissioni a pacchetto sui canali B.

L'accesso all'interfaccia S da parte di un terminale avviene con la *tecnica a contesa* esaminata nel capitolo relativo alle reti locali. Il canale D delle segnalazioni è unico ed è condiviso da vari terminali. Il terminale monitorizza il canale D inviando dei bit sul canale e leggendoli successivamente. Se i bit trasmessi sono identici a quelli ricevuti vuol dire che il canale è libero ed è libero anche l'accesso all'interfaccia S.

Se contemporaneamente un altro terminale sta compiendo la stessa operazione si ha collisione ed i bit ricevuti non coincidono con quelli trasmessi: il canale è impegnato. Il terminale rinuncia temporaneamente all'accesso per un intervallo di tempo breve e pseudocasuale per poi riprovare.

Il terminale che accede al canale emette un messaggio di predisposizione di cui si mostra la struttura in fig.10.

DISCRIMINATORE DI PROTOCOLLO	RIFERIMENTO DELLA CHIAMATA	TIPO DI MESSAGGIO	INDICAZIONI AGGIUNTIVE
------------------------------------	----------------------------------	-------------------------	---------------------------

Fig.10. - Struttura della trama del protocollo di rete.

Il primo campo consente di riconoscere se i messaggi provengono dalla rete ISDN o da altri tipi di rete.

Il riferimento della chiamata individua il messaggio che contiene una richiesta di collegamento.

Il terzo campo contiene le informazioni riferite ai messaggi elencati nella tabella 4.

Il campo delle indicazioni aggiuntive non è obbligatorio e, se presente, contiene le informazioni relative allo stato del collegamento, al tipo di canale utilizzato per la trasmissione dati, al numero dell'utente chiamante e chiamato, ecc.

Tabella 4. Tipi di messaggio

Messaggio	Denominazione	Commento
Formazione del collegamento	SETUP Attivazione	Invio di un messaggio di attivazione.
Formazione del collegamento	CALL PROC Abilitazione del collegamento	La rete incomincia la procedura di costituzione del collegamento.
Formazione del collegamento	SETUP ACK Riconoscimento dell'attivazione	Inizia la procedura di attivazione ma servono altre informazioni per procedere oltre.
Formazione del collegamento	CONN Connessione	L'utente chiamato ha accettato il collegamento.
Disattivazione del collegamento	DISC Disattivazione	Invito a disconnettere un canale attivo.
Disattivazione del collegamento	REL Rilascio	Chiamante e chiamato devono disconnettere il canale.
Disattivazione del collegamento	REL COM Rilascio completo	Un canale è stato rilasciato e la sua attivazione avverrà con ritardo per una nuova attivazione.
Altro tipo di messaggio	INFO Trama informativa	Vengono fornite indicazioni utili per la formazione del collegamento.
Altro tipo di messaggio	STAT ENQ Richiesta di informazioni di stato	Vengono richieste informazioni sullo stato del collegamento.

8.3. Protocollo di rete

La comunicazione tra le centrali telefoniche di transito della rete ISDN avviene secondo il protocollo SS N.7 del CCITT denominato “sistema di segnalazione su canale comune” già sviluppato nel capitolo ottavo.

9. Tecniche di trasmissione

Il successo della rete ISDN dipende dalla possibilità di utilizzare la rete telefonica in rame già esistente senza dover far ricorso a massicce modifiche.

Le caratteristiche fisiche ed elettriche della linea rivestono un ruolo fondamentale e sono:

- attenuazione;
- diafonia;
- impedenza;
- sbilanciamento longitudinale o di modo comune.

Il *diametro* dei doppini utilizzati va da 0.4mm per brevi collegamenti a 0.6mm ed oltre per collegamenti più lunghi.

Per valutare la massima distanza coperta da un accesso base ISDN senza rigeneratori intermedi si deve tener conto che non è tollerata un'attenuazione superiore a 30dB per segnali a 30KHz. I cavi con diametro 0.4mm. presentano attenuazione che va da 7.5 a 7.9dB/Km. per segnali a 30KHz per cui la lunghezza massima si attesta su circa 4Km.

I cavi con diametro maggiore presentano attenuazione inferiore a parità di altre condizioni per cui consentono di coprire distanze superiori. In particolare, i cavi con diametro 0.6mm. hanno attenuazione compresa tra 4 e 4.5dB/Km per cui possono coprire distanze dell'ordine di 7Km.

La *resistenza in continua* non deve superare il valore di 1000Ω. I cavi da 0.4mm. presentano resistenza di valore 290Ω/Km per cui la massima distanza è di 3.4Km. I cavi da 0.6mm. presentano resistenza di 128Ω/Km. per cui la massima distanza è di 7.8Km. Le derivazioni in parallelo alla linea principale producono riflessioni multiple che determinano distorsioni e fenomeni di eco da eliminare.

Un disturbo elettromagnetico provoca lo sbilanciamento longitudinale consistente nella stessa tensione su entrambi i cavi: la d.d.p. prodotta dal disturbo fra filo e filo è nulla. Se il segnale utile trasmesso ha notevole ampiezza il disturbo può trasformarsi in trasversale o differenziale per cui la d.d.p. prodotta dal disturbo fra filo e filo non è nulla e si somma al segnale utile.

I metodi di trasmissione impiegati per utilizzare due fili per il segnale trasmesso e quello ricevuto sono:

1. a divisione di frequenza
2. a divisione di tempo
3. con circuito ibrido e cancellazione d'eco.

Il metodo a *divisione di frequenza* consiste nell'utilizzo di bande di frequenza diverse per il segnale trasmesso e ricevuto. Per problemi di filtraggio, diafonia ed alto costo, questo metodo non è utilizzato.

Il metodo a *divisione di tempo* consiste nel destinare un intervallo di tempo per il segnale trasmesso, un altro intervallo di tempo per la propagazione ed infine un terzo intervallo di tempo per il segnale ricevuto. Presenta, come nel caso precedente, problemi di attenuazione e diafonia. Ha, però, il grande vantaggio di non richiedere filtri per la separazione delle bande. E' il metodo utilizzato solo in Giappone.

Il terzo metodo con *circuito ibrido e soppressione d'eco* consente la contemporanea presenza in linea del segnale trasmesso e ricevuto nell'ambito della stessa banda di frequenza. L'ulteriore vantaggio rispetto al metodo a divisione di tempo sta nel ridotto tempo di trasmissione.

Il metodo è molto sensibile alla discontinuità di impedenza dovuta alle derivazioni in parallelo che causano una riflessione del segnale. Inoltre, l'impossibilità di adattare perfettamente l'impedenza di linea del trasmettitore produce un altro fenomeno di eco.

Per eliminare l'eco complessivo si procede, preliminarmente, all'invio in linea di un segnale modificato da uno scrambler attraverso un particolare polinomio sufficientemente lungo e alla ricezione dell'eco prodotto in grado di tarare opportunamente un filtro adattativo trasversale che funzionerà, successivamente, da cancellatore d'eco. Questo modo di operare è identico a quello riscontrato nei modem. Si esamini, a tale proposito, il capitolo relativo alla trasmissione dati con modem.

Questa tecnica di trasmissione è sicuramente molto complessa ma il progresso tecnologico ha consentito la realizzazione di componenti elettronici VLSI a basso costo che integrano in un unico chip tutte le funzioni necessarie.

10. Telealimentazione

La telealimentazione consiste nell'invio, da parte della centrale telefonica, di una tensione continua, in aggiunta al segnale elettrico che trasporta informazione, in grado di rendere funzionale un dispositivo terminale.

In Europa la telealimentazione consente la funzionalità di almeno un dispositivo terminale anche in mancanza di alimentazione locale.

Per funzioni particolari l'interfaccia NT1 è dotata di un alimentatore pilotato dalla tensione di rete domestica a 220V in grado di fornire una potenza di circa 5W all'interfaccia S.

Quando viene a mancare la tensione di rete a 220V la centrale fornisce una potenza più limitata ma comunque superiore a 420mW in grado di pilotare il terminale abilitato ad operare in *modo ristretto*. Tale terminale, di solito, è quello che sbriga le funzioni telefoniche di base. Esso assorbe una potenza inferiore a 380mW.

La tensione di telealimentazione minima all'utente è di 68V e, per motivi di sicurezza, è limitata in corrente. L'interfaccia NT possiede un estraattore di alimentazione costituito da un convertitore DC/DC in grado di erogare +5V.

Il rumore introdotto dalla telealimentazione contribuisce a ridurre il rapporto segnale/rumore e quindi peggiora le caratteristiche trasmissive del sistema.

Uno dei due capi della linea è collegato a massa e l'altro presenta tensione continua negativa. Ciò consente di evitare fenomeni di erosione del rame dovute alle correnti di

dispersione. Lo sbilanciamento della linea, però, produce rumore trasversale in bassa frequenza parzialmente compensato da filtri inseriti per ridurre la sensibilità della linea citate basse frequenze.

11. Terminali ISDN

I terminali che possono utilizzare la rete numerica ISDN sono quelli appositamente realizzati e sono:

- Telefoni ISDN;
- centralini ISPBX;
- videotelefonii;
- terminali multimediali;
- fax del gruppo 4.

Oltre a questi specifici terminali, possono utilizzare la rete ISDN anche i terminali non ISDN purché provvisti di un opportuno adattatore.

Gli utenti ISDN possono comunicare con utenti non ISDN appartenenti alla *Rete Telefonica Pubblica*, alla *Rete Fonia Dati* e alla *Rete a Commutazione di Pacchetto*.

11.1. Il Telefono ISDN

Rappresenta il terminale ISDN più diffuso. Rispetto al telefono tradizionale, è abilitato a svolgere numerose altre funzioni, senza aggravio di spesa per l'utente. I servizi aggiuntivi vengono effettuati grazie alla presenza del canale D delle segnalazioni.

Poiché la rete ISDN è digitale, il telefono ISDN provvede anche alla conversione analogico-digitale del segnale audio da trasmettere ed alla conversione opposta del segnale audio in ricezione applicando la tecnica PCM grazie all'utilizzo del CODEC integrato su singolo chip.

Rammentiamo che la tecnica PCM campiona il segnale analogico ad una frequenza di 8KHz. Il singolo campione è rappresentato da un byte (8bit) per cui, in un secondo, sono generati 64000bit che occupano un intero canale B. La qualità di trasmissione PCM è identica a quella analogica nel caso in cui la linea è in buone condizioni di funzionamento.

Il telefono ISDN è costituito dalle seguenti parti:

- una tastiera che comprende i tasti per la composizione del numero ed altri tasti per l'attivazione di altri servizi;
- un display alfanumerico a cristalli liquidi;
- una serie di LED per la visualizzazione delle funzioni svolte;
- un microricevitore;
- microfono ed altoparlante supplementari opzionali (viva voce).

I circuiti interni si possono suddividere in tre categorie:

- unità vocale che provvede alla conversione A/D e D/A;
- unità di controllo che svolge le funzioni di gestione come terminale del dispositivo telefonico;
- unità di connessione che gestisce i due canali B ed il canale D.

Il telefono ISDN provvisto di viva voce impegna entrambi i canali B: un canale è impegnato per la tradizionale cornetta telefonica e l'altro canale per l'altoparlante e microfono del "viva voce".

Alcuni telefoni ISDN avanzati dispongono di un connettore RS-232 che consente di collegare un computer per effettuare trasmissioni dati senza l'uso di scheda adattatore.

La linea telefonica fornisce l'alimentazione di 1W in condizioni normali e di 400mW in condizioni di emergenza alla tensione nominale di 40VDC.

Si mostra in fig.11 lo schema a blocchi di un telefono ISDN dotato di "viva voce".

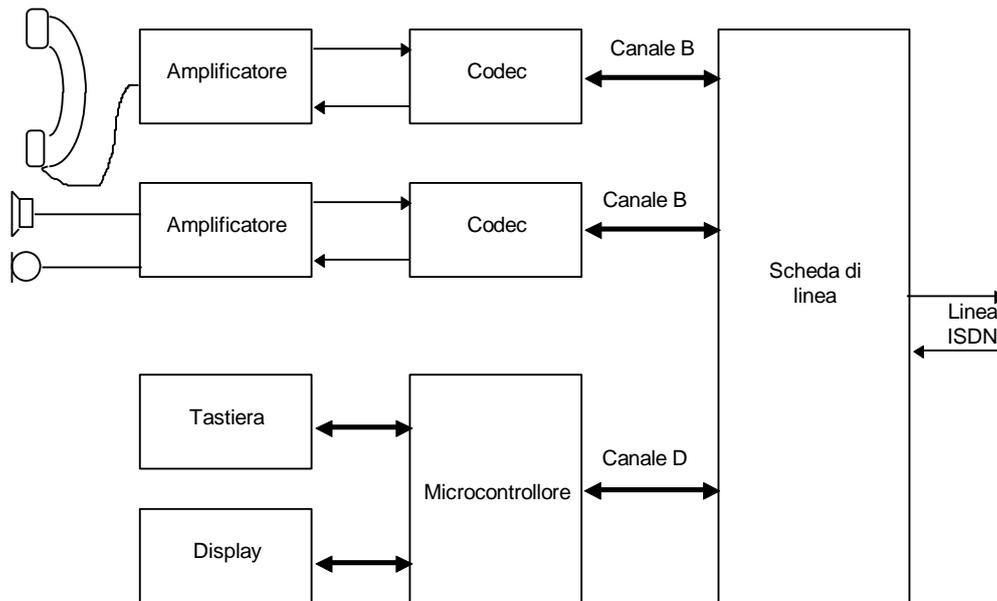


Fig.11. - Schema a blocchi di un telefono ISDN con "viva voce".

Il microcontrollore gestisce il display e i LED come unità di uscita e la tastiera come unità di ingresso. Tutte le informazioni che riguardano queste unità sono scambiate in rete utilizzando il protocollo LAPD sul canale D delle segnalazioni.

11.2. Centralino ISPBX

Il centralino ISDN consente di gestire più terminali con le stesse modalità di un centralino tradizionale nell'ambito, però, dell'accesso primario ISDN. In altre parole il centralino gestisce globalmente 30 canali B più un canale D per le segnalazioni a 64Kbps.

Il dispositivo in questione utilizza un sistema di commutazione digitale a divisione di tempo per trasmissioni foniche e di dati.

I telefoni di un ufficio gestiti dal centralino possono comunicare tra loro utilizzando il collegamento a stella. Il centro stella si comporta da controllore ed è realizzato dal centralino stesso.

Il centralino ISDN è in grado di gestire terminali ISDN e non ISDN, reti locali ed host computer. Nel caso di terminali non ISDN, il centralino contiene un adattatore unico per tutti i terminali non ISDN.

Per il collegamento di reti locali l'accesso ISDN utilizzato è sempre quello primario e richiede la presenza di un *gateway* per l'accesso alla rete ISDN.

Fra le numerose altre funzioni possibili con i centralini ISDN ricordiamo la possibilità di accedere ad altri centralini privati in modalità trasparente agli utenti.

In fig.12 si indicano le principali connessioni permesse da un centralino ISDN.

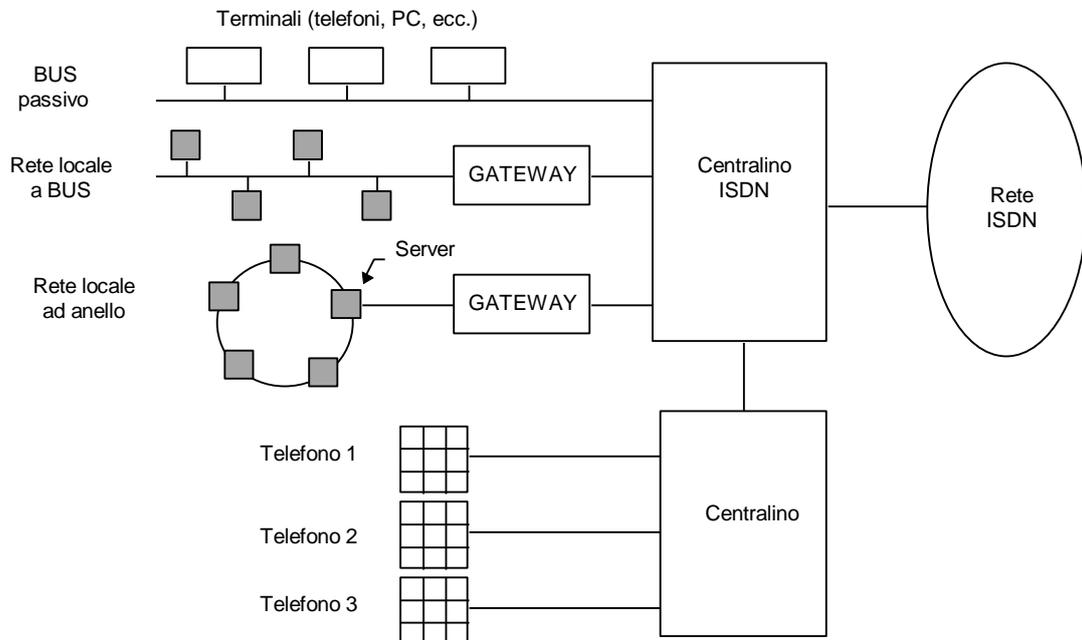


Fig.12. - Principali connessioni di un ISPBX.

11.3. Terminale dati ISDN

Il terminale dati più semplice e più comune è rappresentato da una scheda di adattamento da inserire in uno slot di espansione di un PC. L'adattatore, inoltre, è disponibile commercialmente anche in formato esterno. L'adattatore esterno si collega al PC attraverso la porta seriale RS-232.

Tali adattatori costituiscono l'interfaccia S consentendo, così, il collegamento tra il personal computer e la rete ISDN.

L'adattatore presenta un'interfaccia verso il personal computer ed un'interfaccia verso la rete ISDN per la gestione delle segnalazioni sul canale D e dei dati sul canale B.

L'hardware è realizzato da un microprocessore, memoria RAM e ROM ed una logica di controllo di I/O.

Al giorno d'oggi sono in commercio terminali multifunzione, a prezzi contenuti, in grado di interfacciarsi alla rete ISDN, alla rete telefonica tradizionale attraverso l'interfaccia V.34 (in pratica si comportano da modem), contengono un terminale fax e gestiscono anche la fonia.

11.4. FAX ISDN

Il FAX ISDN è un dispositivo numerico che segue lo standard CCITT gruppo 4 ad alta risoluzione (400 punti per pollice), tempi di trasmissione ridottissimi (circa 1sec. per una pagina formato A4) e consente una serie di servizi supplementari. Esistono, inoltre, terminali misti testo/fax che permettono la trasmissione di testi alfanumerici e di grafici in modalità fax. In questo modo si riduce notevolmente la quantità delle informazioni trasmesse non dovendo trasformare il testo in modalità grafica.

11.5. Il videotelefono

Se il telefono ISDN rappresenta il terminale ISDN più utilizzato, il videotelefono rappresenta il terminale che meglio sfrutta le capacità di integrazione dei servizi consentiti dalla tecnica ISDN. Infatti il videotelefono permette la trasmissione di segnali audio, video e dati numerici. Affinché l'utente possa avvantaggiarsi dei servizi offerti dal videotelefono è necessario che il suo interlocutore utilizzi anch'egli un videotelefono che impiega lo stesso formato per la rappresentazione dei segnali scambiati.

Il segnale audio ha una banda di 3.1KHz ed è codificato in digitale con la tecnica PCM a 64Kbps secondo la raccomandazione G.711 dell'ITU.

Applicando algoritmi di compressione è possibile codificare il segnale audio con banda a 3.1KHz a 16Kbps secondo la raccomandazione G.728.

E' possibile codificare, inoltre, segnali a banda larga a 7KHz impiegando la tecnica ADPCM a 64, 56 e 48 Kbps. secondo la raccomandazione G.722 dell'ITU.

Il segnale video di una immagine televisiva a colori ha una banda lorda di frequenza di 7MHz. In pratica una immagine televisiva con banda di frequenza di 3MHz circa, si presenta con una buona qualità. Convertendo in digitale i canali dei tre colori fondamentali ad una frequenza di 7MHz, e prendendo 8 bit per ogni campionamento, si ottiene un flusso di: $7\text{MHz} \cdot 3\text{canali} \cdot 8\text{bit} = 168\text{Mbps}$.

La rete ISDN non è in grado di sviluppare tale velocità per cui si rende necessario ricorrere a qualche espediente che consenta di ridurre la frequenza del flusso dei dati.

La soluzione più praticata è quella utilizzare algoritmi di compressione realizzati da sofisticati circuiti elettronici DSP (Digital Signal Processing) oggi disponibili in forma integrata e a basso costo.

L'ITU ha definito la raccomandazione H.261 che descrive un algoritmo di compressione dei dati video ad una velocità multipla, da 1 a 30, della capacità di un canale B cioè multipla di 64Kbps.

Ovviamente più elevato è il multiplo di 64Kbps, migliore sarà la qualità dell'immagine video.

L'algoritmo descritto dalla raccomandazione H.261 si basa su una tecnica ibrida ADPCM/DCT con rilevazione e compensazione del movimento.

La trasformata DCT (Discrete Cosine Transform) è un'approssimazione della trasformata di Fourier che consente il passaggio dal dominio dello spazio a quello delle frequenze.

Dopo la conversione A/D del segnale video, si procede ad un sottocampionamento dell'immagine ad un formato comune intermedio (CIF) costituito da 288 righe ognuna delle quali formata da 352 punti.

Ogni quadro può essere ulteriormente sottocampionato alla metà per ciascuna dimensione: 144 righe per 176 punti.

Accanto a questo campionamento si affianca la tecnica del sottocampionamento temporale molto spinto che si attua quando il movimento è notevole. In tal modo si ottiene, a livello macroscopico, il tipico effetto del movimento a scatti.

Si mostra in fig.13 lo schema a blocchi di un codificatore video H.261.

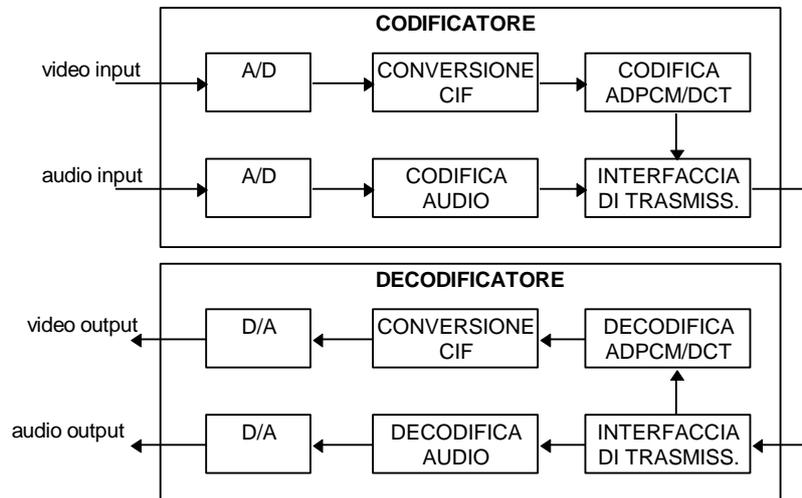


Fig.13. - Codificatore e decodificatore video secondo lo standard H.261.

Un terminale videotelefonico, oltre allo scambio di informazioni audio e video, consente la trasmissione di segnali numerici come la telecrittura, trasferimento di file e la trasmissione di immagini fisse.

La banda di frequenza necessaria per la trasmissione dati riduce quella prevista per la trasmissione dell'audio e del video.

Il formato dei dati segue lo standard degli organismi internazionali come l'ITU e l'ISO. Durante il servizio, il videotelefono deve comunicare le modalità di trasmissione delle varie informazioni al suo interlocutore. Questo avviene rispettando la struttura di trama H.221.

La struttura di trama H.221 divide un canale a 64Kbps in 8 sottocanali ciascuno a 8Kbps.

L'ottavo sottocanale contiene dei bit appartenenti ai due seguenti segnali:

- FAS (Frame Allocation Signal);
- BAS (Bitrate Allocation Signal).

Il FAS consente l'allineamento dei dati ed ha il compito di sincronizzare i flussi a 64Kbps.

il BAS contiene i codici che consentono di negoziare tra i due terminali tutte le modalità e caratteristiche del trasferimento delle informazioni.

La struttura di trama H.221 sottrae dei bit dal canale B per cui il flusso netto per le informazioni resta di soli 61.4Kbps.

Questo avviene secondo la tecnica del *fall back* secondo cui un terminale con prestazioni elevate si adegua a quelle del terminale con prestazioni ridotte scegliendo le modalità di funzionamento che assicurano la migliore qualità per la comunicazione.

In altre parole, si stabilisce un “modo comune” di funzionamento secondo quanto previsto nella raccomandazione H.242.

Questo tipo di organizzazione è fondamentale in quanto consente al terminale remoto di interpretare correttamente tutte le informazioni contenute nel flusso numerico ricevuto.

Si mostra in figura 14 lo schema a blocchi di un terminale videotelefonico.

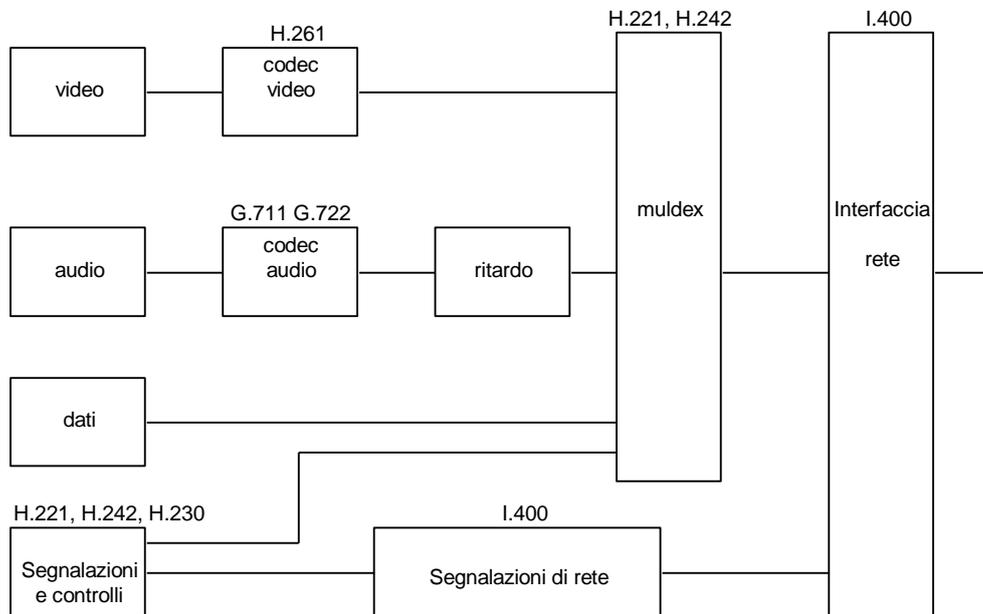


Fig.14. - Schema a blocchi di un terminale videotelefonico.

I blocchi indicati con video, audio e dati sono collegati ai relativi trasduttori ed attuatori come microfono, altoparlante, telecamera, monitor, terminale fax, ecc.

Il blocco di ritardo si rende necessario per compensare la minore velocità di codifica dell’immagine rispetto all’audio.

Il blocco denominato *muldex* consente il rispetto delle raccomandazioni H.221 e H.242 e l’interfaccia di rete consente il collegamento fisico tra il terminale e la rete ISDN.

11.5.1. Il servizio videotelefonico su ISDN

Il servizio videotelefonico su rete ISDN utilizza l’accesso base: due canali B a 64Kbps per i dati ed un canale D a 16Kbps per le segnalazioni.

La configurazione più utilizzata prevede l’impiego di un canale B a 64Kbps per l’audio secondo la raccomandazione G.711 e l’impiego del secondo canale B a 64Kbps per il video secondo la raccomandazione H.261.

Una seconda soluzione consiste nell’unificazione dei due canali B per una velocità complessiva di 128Kbps di cui 16Kbps sono utilizzati per l’audio (G.728) ed i restanti 112Kbps per il video.

La realizzazione del collegamento videotelefonico comporta due chiamate allo stesso numero. L’utente formula una sola volta il numero da chiamare ed il suo terminale provvede ad effettuare la doppia chiamata in rete in modo automatico. Le due chiamate sono autonome per cui possono essere instradate su percorsi diversi. Questo è un aspetto negativo poiché le informazioni possono giungere a destinazione in istanti differenti.

12. I servizi della rete ISDN

Nel 1984 il CCITT definì la serie I.100 di raccomandazioni introduttive sull'ISDN. L'insieme di queste raccomandazioni furono giudicate sufficientemente dettagliate per realizzare le prime sperimentazioni.

In particolare la raccomandazione I.120 descrive la rete ISDN e la sua evoluzione.

La successiva serie I.200 è sicuramente più interessante poiché descrive i servizi da offrire all'utenza.

I servizi vengono classificati in tre categorie:

- servizi portanti;
- teleservizi;
- servizi supplementari.

I *servizi portanti* rappresentano i mezzi e le tecniche di trasmissione che corrispondono ai primi tre livelli del modello OSI: dal livello fisico a quello di rete.

I *teleservizi* si occupano del trasporto e dell'elaborazione delle informazioni agli estremi della connessione e corrispondono agli ultimi quattro livelli del modello OSI: dal livello di trasporto a quello applicativo.

I *servizi supplementari* utilizzano e servizi portanti ed i teleservizi e si evidenziano per delle caratteristiche particolari che prendono il nome di *attributi*. Gli attributi si dividono in tre livelli:

- dominanti (identificano la categoria dell'oggetto);
- secondari (identificano il particolare oggetto);
- qualificanti (identificano le varianti di un oggetto).

I servizi fondamentali di base offerti all'utenza sono:

- Collegamento numerico a 64Kbps verso utenti ISDN o utenti della Rete Fonia Dati (un'altra rete per trasmissione dati gestita da Telecom);
- Collegamento analogico in banda fonica che consente la trasmissione dati con modem;
- Servizio di fonia che consente il collegamento con gli abbonati della Rete telefonica generale.

Oltre a questi servizi generali, vi sono altri servizi supplementari dei quali alcuni sono compresi nell'abbonamento, altri devono essere richiesti a parte.

Si elencano alcuni dei servizi supplementari:

Conversazione a tre. Un utente ISDN può comunicare con altri due utenti, contemporaneamente, utilizzando un solo canale B. Gli altri due utenti possono essere indifferentemente appartenenti alla rete ISDN o a quella telefonica generale.

Chiamata in attesa. Il servizio è possibile se l'utente possiede un telefono ISDN con display che indica una chiamata entrante quando i due canali B sono impegnati. L'utente

che riceve tale chiamata può soddisfarla interrompendo la conversazione in corso o può effettuare una conversazione intermedia.

Conversazione intermedia. Un utente può attivare la conversazione con due altri abbonati alternativamente tenendo in attesa la conversazione non attiva.

Disabilitazione a chiave numerica. Consente di disabilitare i collegamenti interurbani e internazionali.

Documentazione degli addebiti. Consente di conoscere, per ciascuna chiamata, i seguenti dati: numero del chiamato, tipo di chiamata (numerica o analogica), data, istante di inizio conversazione, istante di fine conversazione, numero di scatti.

Identità della linea chiamante. Il numero telefonico del chiamante viene visualizzato sul display del telefono o acquisito da un terminale intelligente. In questo modo, in presenza di un software opportuno, è possibile visualizzare istantaneamente la scheda personale del cliente chiamante. A quest'ultimo è concessa la possibilità di impedire la suddetta funzione.

Identità della linea connessa. E' il contrario del caso precedente. L'utente chiamante può venire a conoscenza del numero telefonico verso cui è stata completata la chiamata. Anche questo servizio può essere impedito a discrezione dell'utente chiamato.

Indicazione di conteggio in tempo reale. Consente la visualizzazione del numero degli scatti effettuati.

Multinnumero. Servizio offerto per l'accesso base nel caso di utilizzo di più terminali connessi all'interfaccia S.

Telelettura. Consente la visualizzazione del numero di scatti effettuati. Servizio comodo per controllare i costi.

Trasferimento ad altro numero. Consente di trasferire le chiamate ad un altro numero telefonico. Il servizio è attivo sull'accesso e non sul singolo numero.

Trasportabilità del terminale. Permette di spostare un terminale da una presa all'altra.

Gruppo chiuso di utenti. E' un servizio che consente di dialogare tra loro solo ad un gruppo specifico di utenti in numero non superiore a 30. Le chiamate entranti ed uscenti all'esterno del gruppo risultano sbarrate.

Segnalazione utente-utente. Con questo servizio un utente può effettuare trasmissione dati verso un altro utente ISDN a bassa velocità utilizzando il canale D delle segnalazioni durante la formazione o l'abbattimento della chiamata.

13. B - ISDN

La B- ISDN sta per broadband ISDN e cioè ISDN a larga banda. Essa rappresenta il sistema ISDN funzionante con velocità trasmissiva superiore a quella dell'accesso primario.

I motivi che conducono allo sviluppo della B - ISDN stanno nella disponibilità di tecnologie ad alta velocità per la trasmissione, commutazione ed elaborazione dei segnali e nella crescente capacità dell'utente finale di elaborare dati ed immagini.

I servizi che la larga banda sarà in grado di offrire si possono suddividere in due categorie: i servizi *interattivi* e di *distribuzione*.

I primi sono quelli che coinvolgono l'utente e si possono ulteriormente classificare come segue:

- **servizi di conversazione**
 - videotelefonia a larga banda
 - videoconferenza a larga banda
 - suono ad alta qualità
 - fax ad alta velocità
 - trasferimento di file di grandi dimensioni
 - trasferimento di immagini mediche, cartografiche, ecc.
 - collegamento tra LAN
 - videosorveglianza
 - videogiochi
- **servizi di messaggia**
 - posta elettronica convenzionale
 - posta elettronica di immagini video
- **servizi di retrieval (recupero)**
 - recupero di immagini mediche, cartografiche, ecc.
 - recupero di filmati
 - telesoftware
 - videotext a larga banda

I servizi di distribuzione sono quelli in cui non prevale l'azione dell'utente. Essi si dividono in :

- **servizi senza controllo dell'utente**
 - distribuzione televisiva secondo lo standard PAL, SECAM, NTSC
 - televisione ad alta definizione
 - televisione a pagamento (pay TV)
 - giornali elettronici
 - dati ed informazioni di pubblico dominio
- **servizi con controllo dell'utente**
 - testo
 - audio
 - grafica
 - immagini

I servizi elencati richiedono larghezza di banda superiore a quella dell'accesso base e, in alcuni casi, dell'accesso primario.

Ad esempio, la larghezza di banda necessaria per le videoconferenze va da 64Kbps a 2Mbps, le trasmissioni televisive in qualità VHS richiedono la velocità di 1.5Mbps, le trasmissioni televisive PAL, SECAM, NTSC richiedono, invece, una velocità più elevata: da 20 a 45Mbps e la TV ad alta definizione richiede velocità da 90 a 200Mbps.

Il mezzo fisico attraverso il quale viaggiano le informazioni a tali velocità è la *fibra ottica* per la sua bassa attenuazione dell'ordine di decimi di dB/Km, immunità ai disturbi elettromagnetici e all'elevatissima capacità trasmissiva che supera i 2.4Gbps. Una fibra del diametro di un capello è in grado di sopportare il traffico telefonico di una grande città! I cavi in fibra contengono da 8 a 100 fibre ottiche; il segnale ottico viene rigenerato ogni 20-100Km.

Nel mondo si sono già realizzati impianti a fibre ottiche che consentono la rigenerazione del segnale mediante amplificatori ottici all'erbio e la moltiplicazione a divisione di lunghezza d'onda. In particolare la AT&T ha realizzato collegamenti a 17 canali da 20Gbps ciascuno per un totale di 340Gbps.

13.1. ATM

L'ATM (Asynchronous Transfer Mode) è una tecnica asincrona di trasferimento dati che consente elevatissime velocità tipicamente superiori a 150Mbps e quindi ben si adatta ad essere utilizzata nella B - ISDN e nelle reti locali e geografiche per il trasferimento di dati, video e voce.

Questa tecnologia viene indicata anche col termine a *commutazione di cella*.

Contrariamente alla commutazione di pacchetto l'ATM trasmette unità di dati a lunghezza fissa denominate *celle*. Ogni cella trasporta 53 byte di cui 5 di intestazione.

L'intestazione contiene l'indirizzo del destinatario e i rimanenti 48 byte rappresentano il messaggio contenuto nella cella.

Il valore 48 è un compromesso tra 32 voluto dai Paesi Europei e 64 voluto dai Paesi Americani. Esistono due formati per le celle:

- UNI (User Network Interface)
- NNI (Network Network Interface. In questo formato non compare il campo GFC)

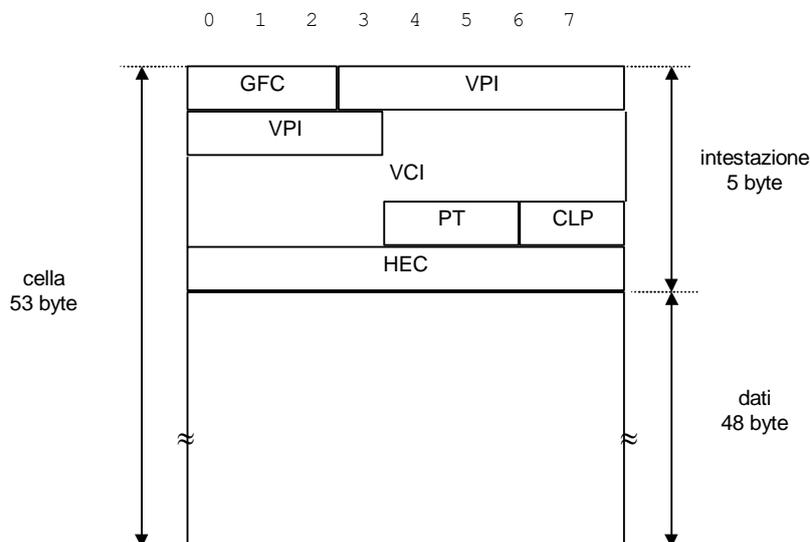


Fig.15. - Formato UNI di una cella ATM.

I campi mostrati nell'intestazione sono:

- GFC = Generic Flow Control
- VPI = Virtual Path Identifier
- VCI = Virtual Channel Identifier
- PT = Payload Type
- CLP = Cell Loss Priority

Poiché l'utente spedisce pacchetti da una stazione di lavoro ad un'altra, esiste un protocollo che converte tale pacchetto in celle ATM. Questo compito è svolto dallo *strato di adattamento ATM (AAL = ATM Adaptation Layer)*. Vi sono cinque tipi di AAL in funzione del servizio richiesto. Si rimanda alla letteratura specializzata l'approfondimento dell'argomento.

ATM nacque per sfruttare i vantaggi della tecnologia orientata al pacchetto e di quella orientata al circuito.

Essa è una comunicazione orientata alla connessione: nella prima fase i nodi terminali stabiliscono una connessione, operazione che potrebbe richiedere qualche secondo, poi vengono inviati i dati nel canale definito. Dopo l'arrivo dell'ultima cella la connessione è abbattuta e le risorse vengono liberate per altre chiamate.

Un altro vantaggio non di poco conto è che il pacchetto di piccole dimensioni consente la commutazione hardware, più veloce (qualche microsecondo) di quella software.

Un ulteriore vantaggio consiste nel fatto che ad una stessa linea è possibile assegnare differenti e fissate prestazioni per diversi utenti in funzione delle loro richieste.

La tecnologia ATM si attesta sul secondo livello della struttura ISO/OSI; potrebbe utilizzare qualsiasi supporto fisico ma il più raccomandato è la fibra ottica e il doppino intrecciato non schermato (UTP) di classe 5.

Lo strato fisico spesso utilizzato da ATM è il SONET/SDH (Synchronous Optical Network utilizzata in America e il Synchronous Digital Hierarchy utilizzata in Europa).