

A blue rectangular box containing yellow text. The text is centered and reads: "Integrated Services Digital Network (ISDN) (I parte)".

Integrated Services Digital Network (ISDN) (I parte)

Bene, veniamo adesso alla terza lezione di questa terna dedicata alla introduzione alle reti; lezione in cui parliamo di una particolare rete, che ben si presta ad esprimere ed applicare i concetti che abbiamo visto nelle scorse due lezioni. Ci riferiamo dunque alla rete ISDN, che significa Integrated Services Digital Network, cioè rete digitale integrata di servizi (o di servizi integrati). Allora, la rete ISDN, prima di tutto, va collocata nel momento storico in cui nasce e cioè parecchi anni fa. Viene standardizzata nel 1988 dal CCITT (oggi ITU), quindi da un organismo di standardizzazione delle reti telefoniche e telegrafiche, ed era considerata una evoluzione della rete telefonica. In Europa è stata poi ripresa questa standardizzazione dall'ETSI, che è l'organismo europeo di standardizzazione delle telecomunicazioni, per cui gli standard che seguiamo in Europa per l'ISDN non sono perfettamente compatibili con quelli che vengono seguiti nel resto del mondo. Di conseguenza ci sono problemi di interoperabilità tra apparati ISDN europei, e quindi compatibili con gli standard ETSI, e apparati invece americani o internazionali, compatibili con gli standard ITU (o CCITT).

Introduzione

ISDN

**è un insieme di protocolli di
trasmissione numerica
definiti da ITU**

Vediamo un attimino cos'è ISDN: può essere vista come un insieme di protocolli di trasmissione numerica definiti da ITU (a suo tempo da CCITT). In realtà però, oltre ad essere un insieme di protocolli, e quindi un'iniziativa, un insieme di tecnologie, ISDN è anche, e forse più specificatamente, una rete, sempre nel senso che abbiamo utilizzato nelle scorse due lezioni. ISDN è una rete perché c'è qualcuno che amministra un piano di numerazione, quindi posso ordinare un accesso, in particolare a Telecom, che mi fornisce un numero di telefono ISDN. Nel momento in cui io ho questo numero sono interconnesso a ISDN e sono parte di quella rete. Ovviamente, i miei apparati, in casa mia (in casa dell'utente), e quelli di Telecom, dovranno rispettare questi protocolli e standard per la trasmissione numerica. Quindi, la grande innovazione rispetto al servizio telefonico tradizionale (quindi ISDN si contrappone, vuol rappresentare, una evoluzione della rete telefonica), è che la trasmissione è numerica. Numerica vuol dire digitale: questo significa che mentre nella rete telefonica passano soltanto segnali analogici (e quindi eventuali dati digitali devono essere prima resi analogici attraverso i modem e poi trasmessi), viceversa, sulla rete ISDN passano i dati digitali e quindi accade il contrario, cioè, se devo trasmettere la voce su ISDN devo prima digitalizzarla e poi la posso trasmettere. Quindi, la prima caratteristica è quella di essere numerica.

Caratteristiche (1)

- ✓ **Unità elementare: circuito di tipo Bearer (B) o Delta (D)**
- ✓ **Supporto di tutti i tipi di informazioni (voce, dati, audio/video)**
- ✓ **Numeri telefonici multipli sulla stessa linea (fino a 8)**

Abbiamo questa prima distinzione: l'unità elementare è un circuito di tipo B o D. Prima di tutto c'è questa terminologia tipicamente telefonica, che nel caso delle reti di calcolatori un pochino disturba, ma qui siamo nel dominio delle reti di telecomunicazione e di conseguenza bisogna utilizzarla. Abbiamo un circuito di tipo B o di tipo D, che sono quelli che trasportano qualunque cosa ci sia da trasportare, quindi: voce, informazioni, segnalazioni. Dopodiché possiamo dire che la rete ISDN, così viene presentata, supporta tutti i tipi di informazioni (voce, dati, audio/video), però se uno va a guardare il perché, si accorge che qualunque rete supporta qualunque tipo di informazione. Nel senso che io posso trasmettere voce, dati, audio/video anche su una rete telefonica tradizionale, ma ovviamente la qualità che avrò su una rete telefonica tradizionale sarà più bassa. Invece su ISDN, siccome, come vedremo, abbiamo una banda un pochino più alta, riusciamo ad avere una migliore qualità del servizio. Poi ci sono anche altri aspetti, per esempio possiamo avere numeri telefonici multipli sulla stessa linea. Ricordate il canale, abbiamo visto prima l'interconnessione a bus, è previsto in ISDN che io possa avere un cablaggio a bus che unisce fino a otto terminali: cioè fino ad otto telefoni, o fino ad otto computer, fino ad otto nodi. Potrebbero essere un fax, un telefono, un calcolatore, per esempio, o due calcolatori. Comunque fino ad otto, sullo stesso bus, quindi una interconnessione punto-multipunto.

Caratteristiche (2)

- ✓ **Chiamate Multiple sulla stessa linea**
- ✓ **Velocità di trasmissione variabile mediante opzioni multilink o opzioni bonding**
- ✓ **Connessioni digitali switched in sostituzione di connessioni dedicate (es. CDN)**

Possiamo avere chiamate multiple sulla stessa linea, nel senso che la linea supporta più chiamate. Possiamo avere velocità di trasmissione variabile, nel senso che, attraverso il bonding, possono essere unite insieme più linee. E poi, di fatto, il vero vantaggio è che noi abbiamo delle connessioni digitali switched, che vuol dire commutate, in sostituzione delle connessioni dedicate. Cosa vuol dire questo? Vuol dire che in Europa, e in particolare in Italia, le connessioni dedicate, cioè le linee dedicate, hanno un costo molto elevato. Questo accade a causa delle politiche di tariffazione eseguite nel nostro paese, per cui diciamo che usare i CDN (circuiti diretti numerici), cioè le linee dedicate, è impraticabile per molti utilizzatori. Mentre invece, utilizzare la connessione digitale commutata, che ha un costo pari a quello del telefono normale, è di fatto un fattore che consente e stimola l'uso delle reti di calcolatori e quindi lo sviluppo. I servizi che ISDN fornisce sono servizi essenzialmente di trasporto digitale di dati. In aggiunta a questi, siccome è stata pensata come evoluzione della rete telefonica, consente di avere dei servizi di tipo telefonico, quindi legati alla telefonia. Per fare un esempio, i servizi di tipo supplementare che fornisce riguardano la possibilità di identificare il chiamante o il chiamato: quando qualcuno mi chiama, posso avere su un display la identificazione del numero chiamante, nel caso in cui il numero che io ho chiamato abbia dirottato la telefonata, è possibile che io venga a sapere chi effettivamente mi risponde. Quindi, questi sono servizi supplementari che si trovano su ISDN, ma il servizio di base è quello di trasporto dati sui canali B e D, come vedremo meglio adesso.

Fondamenti (1)

✓ **ISDN** viene fornito all'utenza mediante due tipi di connessioni verso centrale pubblica: **Basic Rate Interface (BRI)** e **Primary Rate Interface (PRI)**

Come viene fornito ISDN all'utente? ISDN viene fornito attraverso due tipi di connessioni verso a centrale pubblica. Immaginatoci la situazione in cui si trova l'utente, che è quella che accade normalmente: se ricordate, nelle reti geografiche abbiamo i nodi di accesso e l'utente che è connesso. Forse vale la pena di fare un piccolo schema, abbiamo detto che noi abbiamo una rete di qualche tipo, questa per esempio è una ISDN, e abbiamo un nodo terminale connesso attraverso la User-Network Interface. Quindi questo è il nostro utilizzatore, questa è la nostra rete e noi interconnettiamo l'uno all'altro attraverso la User-Network Interface. Questa User-Network Interface è quella che è standardizzata da ISDN. Volendo entrare un po' più nel dettaglio, dobbiamo pensare di avere, nella terminologia ISDN, quella che viene chiamata la SAN (Subscriber Access Network), e qui abbiamo il nostro utente che comunica con la Inter Exchange Network, poi un'altra SAN e un altro utente. Quindi, sostanzialmente, la SAN è quella rete che realizza la User-Network Interface, attraverso la quale il nostro utente è collegato alla nostra (quindi questo è il nostro utente e questo è l'altro utente) Inter Exchange Network, che è la rete di tutti gli apparati ISDN, quindi di fatto è la nostra rete ISDN. Questa è la simbologia e la terminologia che viene usata nei manuali, negli standard, ISDN.

Fondamenti (2)

- ✓ **ISDN** viene fornito all'utenza mediante due tipi di connessioni verso centrale pubblica: **Basic Rate Interface (BRI)** e **Primary Rate Interface (PRI)**
- ✓ **BRI e PRI** sono costituiti da un numero di canali di tipo **B** e un canale di tipo **D**

Ovviamente, la nostra Subscriber Access Network avrà una parte che è fisicamente localizzata nei locali dell'utente. Quindi, se io ho un attacco ISDN, la SAN (Subscriber Access Network) inizia con un oggetto che è fisicamente localizzato in casa mia e finisce (su quest'altro lato) con un oggetto che è fisicamente localizzato nella centrale telefonica a cui io faccio riferimento, quindi nella centrale telefonica a me più vicina. È chiaro che quegli apparati che stanno al di qua e al di là, più il filo che interconnette tali apparati, rappresentano la Subscriber Access Network. Di fatto, questi apparati vengono chiamati sostanzialmente terminatori di linea. Viceversa, la Inter Exchange Network è la rete ISDN vera e propria, che per noi utilizzatori, noi come progettisti o utilizzatori di reti di calcolatori ci collochiamo tra coloro che usano ISDN e non tra coloro che la progettano, di conseguenza a noi non interessa come è realizzata la Inter Exchange Network, cioè come è realizzata la ISDN. A noi interessa che si presenti all'interfaccia, e quindi alla User-Network Interface, in modo standard e ci interessa che i nostri apparati siano conformi a questi standard.

Canali B e D (1)

Canali B e D

Dicevamo che abbiamo due tipi di connessione: la Basic Rate Interface e la Primary Rate Interface. La Basic Rate Interface è quella che viene normalmente utilizzata nelle interconnessioni più semplici. Nella Basic Rate Interface, come vedremo, abbiamo (in tutte e due) un certo numero di canali fonici e un canale per la segnalazione. In particolare i canali fonici sono i canali di tipo B, mentre il canale per la segnalazione è un canale di tipo D. Questa è una terminologia che viene usata, non c'è alcuna ragione, ma comunque dobbiamo associare alla lettera B il canale di tipo fonico. In realtà non è un canale di tipo fonico, è un canale digitale, perché ricordiamo che l'ISDN è digitale, che ha una banda sufficiente ad allocare un canale fonico. Qui vale la pena fare una piccola digressione, che eventualmente riprenderemo alla fine di questa lezione. L'ampiezza di banda prevista per il canale B era sufficiente, o più precisamente necessaria, per allocare un canale fonico nel 1988, o forse qualche anno dopo, ma recentemente effettivamente ci sono state delle evoluzioni per cui basterebbe una banda molto inferiore. È per questa ragione che oggi si sta parlando, fra l'altro, di trasportare la voce su reti di tipo IP, senza la necessità di allocare questo tipo di canale che presenta invece un sovraccarico notevole.

Canali B e D (2)



I canali B e D. Il canale B ha una velocità di trasmissione di 64Kbps, vediamo perché, da dove esce fuori questo 64Kbps. Viene fuori dal fatto che la voce di qualità telefonica ha una ampiezza di banda di 4 KHz, che per essere campionata e ricostruita deve essere campionata ad una frequenza di 8 KHz, cioè doppia, e poiché ogni campione è di 8 bit, è chiaro che deriva da questo la necessità di 64Kbps. Quindi io voglio prendere la voce, campionarla ad una frequenza doppia di quella massima e ad ogni campione associare 8 bit, da cui viene fuori 64Kbps.

Canali B e D (3)

Canali B e D

- ✓ Il canale Bearer (B) ha velocità di trasmissione di 64Kbps

Questo 64Kbps è un taglio che ci si porta dietro in tutte le telecomunicazioni, perché si assume che la voce richieda 64Kbps. Sia nelle linee dedicate, sia in ISDN, sia nei Multiplexer, sia negli apparati di telecomunicazione, bene o male si parla sempre di multipli di 64Kbps, come se questo fosse un valore di riferimento assoluto. Di fatto, per un certo periodo lo è stato, quando appunto la voce richiedeva 64Kbps. Oggi le tecniche di compressione della voce consentono di raggiungere delle richieste di banda molto inferiori. Lo stesso GSM viaggia sui 13Kkbps, su IP si riesce ad andare anche più in basso (10Kbps) e ci sono anche degli apparati in grado di adattarsi alle caratteristiche dei parlatori che riescono ad avere richieste di banda ancora inferiore, qualche migliaio di bps. È chiaro che, in questo contesto, avere un riferimento fisso di 64Kbps per allocare una conversazione telefonica è un po' fuori luogo, perché non c'è alcuna ragione per allocare così tanta banda per un servizio che ne richiede invece molta meno. Quindi 64Kbps comunque lo prendiamo come un dato di fatto e da questo non si può scappare.

Canali B e D (4)

Canali B e D

- ✓ Il canale Bearer (B) ha velocità di trasmissione di 64Kbps
- ✓ Il canale Delta (D) può avere velocità di trasmissione di 16 Kbps o 64Kbps
- ✓ I canali B possono essere usati per trasportare voce e dati (stream)

Dopodiché vediamo quali sono gli altri canali. Il canale D può avere velocità di trasmissione di 16Kbps o 64Kbps. 16Kbps nel Basic Rate (BRI - accesso base), 64Kbps nell'accesso primario. I canali B possono essere utilizzati per trasportare voce e dati. Come ho detto prima, in realtà trasportano dati. Un canale B non è altro che uno stream, cioè un flusso di bit continuo, che trasporta dati. La voce viene quindi convertita attraverso il campionamento, che abbiamo visto prima, a 64Kbps, in un insieme di dati e di conseguenza viene trasportata tranquillamente così come qualunque altra cosa, perché si può trasportare anche il video: qualunque informazione trasformabile in dati può viaggiare su un canale B.

Canali B e D (5)



Canali B e D

- ✓ **Il canale Bearer (B) ha velocità di trasmissione di 64Kbps**
- ✓ **Il canale Delta (D) può avere velocità di trasmissione di 16 Kbps o 64Kbps**
- ✓ **I canali B possono essere usati per trasportare voce e dati (stream)**
- ✓ **Il canale D è usato per segnalazione (packet switched)**

Il canale D, viceversa, è usato per segnalazione. È usato per gestire o controllare, più propriamente, le connessioni di canali B. Non è del tutto vero anche questo, perché oggi come oggi il canale D viene anche utilizzato per trasportare dei dati. C'è la possibilità, per esempio, di trasportare i pacchetti delle reti pubbliche a commutazione di pacchetto, in particolare mi riferisco alla rete Business Pack in Italia, sul canale D ISDN. Però questa è una utilizzazione particolare, quella principale del canale D è la segnalazione e cioè il controllo e la gestione dei canali B.

Il canale D (1)

Il canale D

- ✓ Utilizzato per trasportare informazioni di call setup e segnalazione, utilizzando il sistema di segnalazione Q. 931

Entriamo un po' più nel dettaglio: il canale D viene usato per trasportare informazioni di call setup. Cosa vuol dire? Prima di tutto che cos'è la segnalazione? La segnalazione, come sappiamo, è quell'insieme di procedure attraverso le quali io controllo una comunicazione. Per esempio, io effettuo segnalazione ogni volta che alzo il ricevitore del telefono. Alzando il ricevitore del telefono nella rete telefonica normale, la centrale telefonica si accorge di questo. Questo vuol dire che il mio telefono manda un messaggio di segnalazione alla centrale telefonica. Ogni volta che io faccio un numero o schiaccio un tasto, ogni cifra è un messaggio di segnalazione. Nel caso di ISDN il canale D trasporta la segnalazione. Se, per esempio, ho un nodo terminale ISDN con un accesso Basic Rate (BRI), che è quello classico che tutti hanno, è come se io avessi tre fili che portano alla centrale: due per trasportare voce e uno per portare segnalazione. Quindi, ogni volta che io alzo il ricevitore del telefono, su questo canale D passa un messaggio di segnalazione che dice alla centrale telefonica: guarda che quello lì ha tirato su il ricevitore. Ogni volta che io faccio un numero, sul canale D passa un messaggio verso la centrale telefonica che dice: guarda che ha fatto quel numero, eccetera..

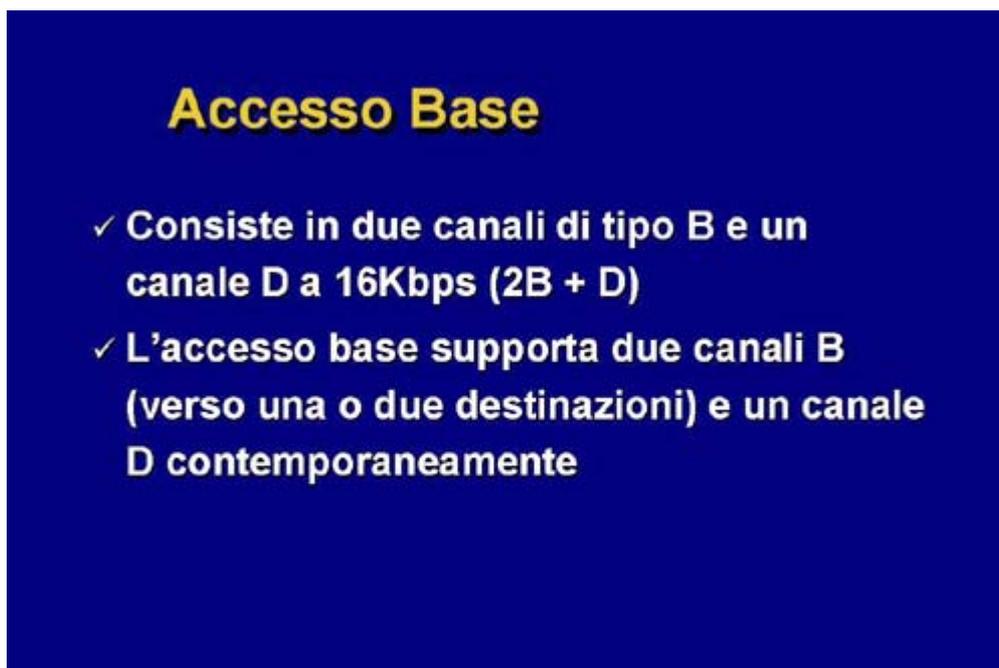
Il canale D (2)

Il canale D

- ✓ Utilizzato per trasportare informazioni di call setup e segnalazione, utilizzando il sistema di segnalazione Q. 931
- ✓ Il canale D è condiviso da tutti gli utenti dell'accesso **ISDN** cui è associato

Il messaggio di call setup è proprio questo. Quando voglio fare una chiamata (si dice setup di una chiamata), vuol dire che sul canale D sta passando una segnalazione di informazione per realizzare una chiamata. Il sistema di segnalazione, quindi lo standard utilizzato per la segnalazione, è descritto nel Q. 931, che è uno standard ITU di quelli ISDN che definisce la User-Network Interface per ISDN. Definisce quali sono i messaggi che il mio nodo terminale deve mandare alla rete ISDN per chiamare un altro utente. Il canale D è condiviso da tutti gli utenti dell'accesso ISDN cui è associato. Torniamo al nostro discorso iniziale. Se ho la mia connessione verso una centrale, quindi ho due canali B e un canale D, in realtà il canale D viene condiviso da tutti gli utenti, che potrebbero essere fino a otto. Abbiamo detto che nel caso ISDN si prevede la possibilità di avere fino a otto utilizzatori collegati sullo stesso bus. Il canale D, quindi, viene visto da otto utenti.

Accesso base (1)



Accesso Base

- ✓ **Consiste in due canali di tipo B e un canale D a 16Kbps (2B + D)**
- ✓ **L'accesso base supporta due canali B (verso una o due destinazioni) e un canale D contemporaneamente**

Allora, l'accesso base, che è quello di cui stiamo parlando, come ho già detto, è costituito da due canali B e un canale D. I due canali B, siccome sono quelli che devono portare la voce, sono a 64Kbps, e il canale D, viceversa, è stato deciso che sia a 16Kbps, questo porta la segnalazione. Questo vuol dire che nel momento in cui io faccio una telefonata, quindi supponiamo che io ho un telefono ISDN, tiro su il ricevitore, faccio un numero, in quel momento il mio telefono segnala alla rete che sto facendo un numero e questo avviene sul canale D. Io ancora non sento niente, dopodiché viene fatta la connessione. La rete, sempre sul canale D, segnala al mio apparato che la connessione c'è e io sento il segnale di libero. Nel momento in cui il mio interlocutore tira su il ricevitore viene instaurata la comunicazione, che avviene su uno dei due canali B e quindi a questo punto la mia voce, quando io parlo, digitalizzata, cioè trasformata in dati, viaggia su uno dei due canali B, passa attraverso la rete e viene fuori da un canale B di quell'altro, arrivando così al suo terminale di rete. Durante la conversazione telefonica, la segnalazione ovviamente non serve, non ha luogo e di conseguenza il canale D è inutilizzato. Può essere utilizzato da altri terminali che sono attestati sullo stesso bus, per esempio, per fare un'altra chiamata sull'altro canale B. Evidentemente, essendoci due canali di tipo B, potranno esserci fino a due chiamate contemporanee: una su un canale, l'altra sull'altro. L'attivazione di queste chiamate viene gestita attraverso segnalazioni sul canale D.

Accesso base (2)

Accesso Base

- ✓ **Consiste in due canali di tipo B e un canale D a 16Kbps (2B + D)**
- ✓ **L'accesso base supporta due canali B (verso una o due destinazioni) e un canale D contemporaneamente**
- ✓ **I due canali B possono essere raggruppati in un canale a 128Kbps**

È anche possibile, nel momento in cui io voglio un servizio di qualità maggiore, raggruppare i due canali B per vederli come se fossero un canale solo a 128Kbps. Così facendo, ovviamente, posso fare una chiamata sola, perché evidentemente, essendo insieme, ce n'è uno solo da 128. Però posso avere qualità maggiore, sempre che l'apparato dall'altra parte rispetti lo stesso tipo di standard.

Accesso primario (1)

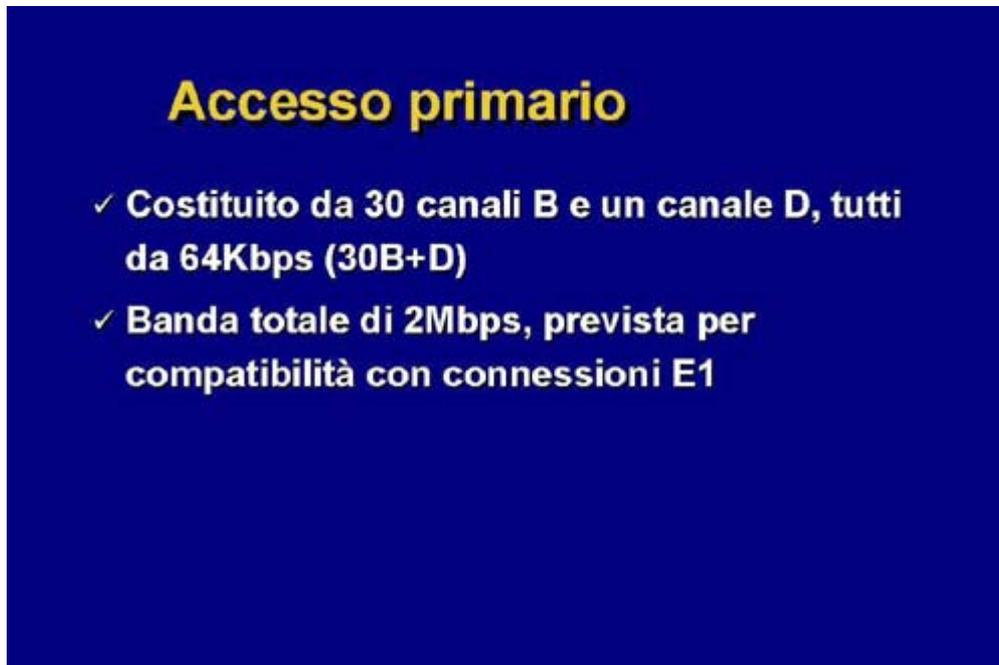
Accesso primario

- ✓ **Costituito da 30 canali B e un canale D, tutti da 64Kbps (30B+D)**

L'accesso primario è un'altra cosa. Fino adesso abbiamo visto l'accesso base, quello classico. Al posto di un servizio telefonico normale posso richiedere un accesso base ISDN, che costa uguale sostanzialmente, e poi pago gli scatti: è come avere un telefono. L'accesso primario è una cosa diversa: è per chi tipicamente ha un centralino o degli apparati che richiedono una elevata banda di trasmissione. In particolare, vedete che è costituito da 30 canali B e un canale D, quindi trenta canali B vuol dire trenta conversazioni telefoniche contemporanee, e un canale D, sempre per la segnalazione. Questo canale D serve per fare la segnalazione di tutte le chiamate. E anche il canale

D in questo caso è da 64Kbps. Si dice quindi che abbiamo il 30B+D, perché abbiamo trenta canali in grado di trasportare conversazioni telefoniche a 64Kbps e un canale D, sempre da 64Kbps, per la segnalazione.

Accesso primario (2)



Accesso primario

- ✓ **Costituito da 30 canali B e un canale D, tutti da 64Kbps (30B+D)**
- ✓ **Banda totale di 2Mbps, prevista per compatibilità con connessioni E1**

La banda totale, se uno si mette lì e fa due moltiplicazioni, si accorge che è di 2Mbps, in particolare se io faccio $(30 \times 64) + 64$ ottengo quasi 2 Mega e poi ci sono altri 64Kbps per la sincronizzazione di trama, che è un discorso che non abbiamo fatto e forse toccheremo in seguito. Comunque, di fatto, diciamo che 64Kbps vengono persi per la sincronizzazione, 30×64 sono conversazioni foniche e 64Kbps sono per la segnalazione. La banda di 2Mb è prevista per la compatibilità con connessioni E1. Come vi accennavo in una delle due lezioni passate, la gerarchia digitale europea prevede che dopo 64Kbps ci sia il 2Mb che viene anche chiamato E1, di conseguenza quando hanno pensato allo standard ISDN per l'Europa, hanno pensato di portarlo a 2Mb, in maniera tale che gli apparati già disponibili per il supporto delle linee dedicate a 2Mb potessero essere utilizzati, o per lo meno in parte riutilizzati, per ISDN. Perché vi dico questo? Perché negli Stati Uniti, invece, è diverso. Negli stati Uniti l'accesso primario non è 30B+D, perché la loro gerarchia digitale non prevede un E1 a 2Mb, ma prevede invece un T1 a 1,5Mb, di conseguenza anche il primario ISDN è di quel taglio.

Accesso primario (3)

Accesso primario

- ✓ **Costituito da 30 canali B e un canale D, tutti da 64Kbps (30B+D)**
- ✓ **Banda totale di 2Mbps, prevista per compatibilità con connessioni E1**
- ✓ **Gli accessi primari sono flussi a 2Mbps verso centrale pubblica**
- ✓ **Possono essere connessi a centralini telefonici o apparati di rete**

Gli accessi primari sono flussi a 2Mb verso centrale pubblica. Dobbiamo sempre ricordare il modello: noi stiamo parlando della User-Network Interface, cioè da me (utente) alla rete (quindi alla centrale telefonica). Se io ho un accesso primario, vuol dire che da me alla centrale telefonica è stata installata una linea a 2Mb, come se avessi un CDN, cioè un collegamento diretto numerico, ma gestito in modo ISDN. Per cui di questi 32 canali a 64Kbps uno è usato per la sincronizzazione, uno è usato per la segnalazione, 30 sono usati per la voce, o meglio per canali di dimensioni tali (64Kbps) da poter trasportare la voce. L'accesso primario, in genere, è connesso a un centralino telefonico, ovviamente, che magari al suo interno ha un elenco di qualche centinaio di interni e ha 20 o 24 o, al massimo, 30 linee esterne. Allora, invece di avere 20, 24 o 30 fili verso la centrale telefonica, ne ha uno solo, che è un accesso primario ISDN, nel quale sono multiplexate tutte le conversazioni, fino a 30 e la segnalazione è fatta su un unico canale.

Accesso primario (4)

Accesso primario

- ✓ **Costituito da 30 canali B e un canale D, tutti da 64Kbps (30B+D)**
- ✓ **Banda totale di 2Mbps, prevista per compatibilità con connessioni E1**
- ✓ **Gli accessi primari sono flussi a 2Mbps verso centrale pubblica**
- ✓ **Possono essere connessi a centralini telefonici o apparati di rete**

Nel momento in cui un interno solleva il ricevitore e, per esempio, preme il tasto zero per avere una linea esterna, automaticamente si alloca uno dei trenta canali ISDN. Nel momento in cui fa il numero per raggiungere un altro utente, la segnalazione del suo numero viaggia sul canale D del primario e quindi su quei 64Kbps del canale D che trasporta la segnalazione. Tutto questo dal centralino fino alla rete, cioè fino alla centrale telefonica. Quello che accade da lì in avanti sono fatti dell'operatore telefonico e non interessano a noi utenti, se noi ci mettiamo dalla parte degli utilizzatori.

Accesso primario (5)

- ✓ **Sull'accesso primario vengono allocati i canali necessari secondo le esigenze, in modo dinamico**
- ✓ **Possibile utilizzo di gestori dinamici di banda e connessioni, che allocano canali B secondo le esigenze, o a fronte di caduta di linee dedicate (backup su ISDN)**

Quindi, sull'accesso primario vengono allocati i canali necessari secondo le esigenze, in modo dinamico, come dicevo prima. Nel momento in cui uno schiaccia zero, automaticamente prende uno dei trenta canali oppure no. È prevista la possibilità di avere gestori di banda e connessioni che allocano canali B secondo le esigenze o a fronte di cadute di linee dedicate (backup su ISDN). Allora, io posso realizzare una connessione dedicata tra due siti, dopodiché ho anche una connessione ISDN. Nel momento in cui la connessione dedicata dovesse cadere per qualche ragione, perché ci sono dei guasti sulla linea, automaticamente questi apparati fanno il numero e quindi sostituiscono la connessione dedicata, che in questo momento è caduta, con una linea ISDN. Ovviamente, mentre la linea dedicata ha una tariffazione flat, nel senso che io pago un tot sia che la usi sia che non la usi, in questo caso, viceversa, la tariffazione è a tempo, seguendo le normali tariffe delle chiamate interurbane.

Applicazioni informatiche

ISDN: applicazioni informatiche

- ✓ **Eliminazione conversioni A/D e D/A**
- ✓ **Trasformazione di molte connessioni da dedicate a commutate**

Vediamo quali sono le applicazioni informatiche. Prima di tutto ISDN non nasce per applicazioni informatiche, nasce per la voce e quindi, come poi vedremo meglio alla fine quando vi darò un cenno architetturale di come è fatta, e quindi mal si presta. Mal si presta forse è esagerato, ma diciamo che per poter essere utilizzata per la realizzazione di una rete di calcolatori, ISDN necessita di essere un attimino forzata. Il primo vantaggio, che si può vedere, è che usando ISDN nelle applicazioni informatiche non ho più le conversioni digitale/analogico e analogico/digitale, cioè non ho più bisogno dei modem. Perché ISDN trasmette in digitale, i calcolatori sono digitali e quindi non si deve più modulare né demodulare. Posso utilizzare le connessioni commutate rispetto alle connessioni dedicate in molti casi. Commutate, come vi dicevo, ha il vantaggio di costare poco, nel senso che pago solo quando uso. Mentre una linea dedicata, specialmente nel nostro paese, ha dei costi molto elevati. Va sempre diminuendo, perché l'autorità garante delle comunicazioni sta comunque costringendo gli operatori a rivedere le tariffe. Ma comunque, resta il fatto che qui in Europa, in Italia in particolare, le linee dedicate hanno dei costi proibitivi. Di conseguenza, il poter utilizzare linee commutate rende, di fatto, realizzabile tante reti che viceversa non potrebbero essere realizzate. Per questa ragione quest'ultima frase diviene possibile interconnettere singoli individui, stiamo parlando di un piccolo ufficio, per esempio, e piccole reti per le quali le soluzioni dedicate sono inutilizzabili. Penso ad esempio ai commercialisti. Voi pensate ad un ufficio di un commercialista che deve connettersi all'anagrafe tributaria o al ministero delle finanze. È chiaro che una linea dedicata non la può avere, perché il costo sarebbe elevato. È chiaro che una linea analogica, cioè una linea telefonica tradizionale, non sarebbe sufficiente a dare quelle caratteristiche di qualità necessarie. Allora, cosa rimane? Serve una linea digitale commutata, che sia da una parte digitale e dall'altra che costi poco, che quindi sia commutata.

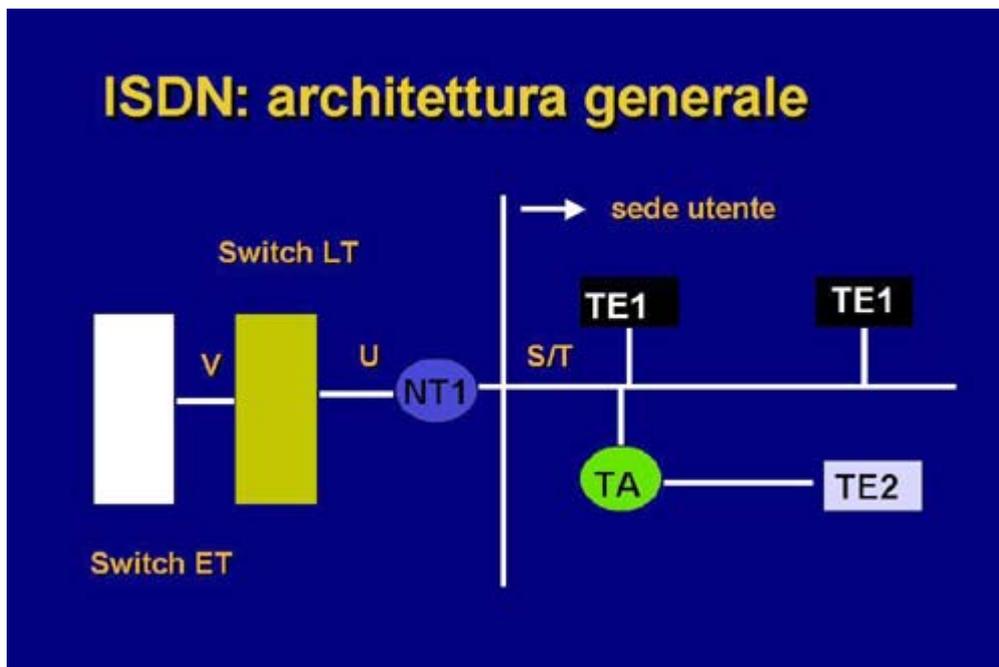
Applicazioni

ISDN: applicazioni

- ✓ **Connessioni LAN to LAN e Host to LAN**
- ✓ **Connettività a velocità superiore rispetto ai modem tradizionali**
- ✓ **Tutto è possibile anche con tecnologie tradizionali, ma con tempi di trasmissione e costi maggiori**

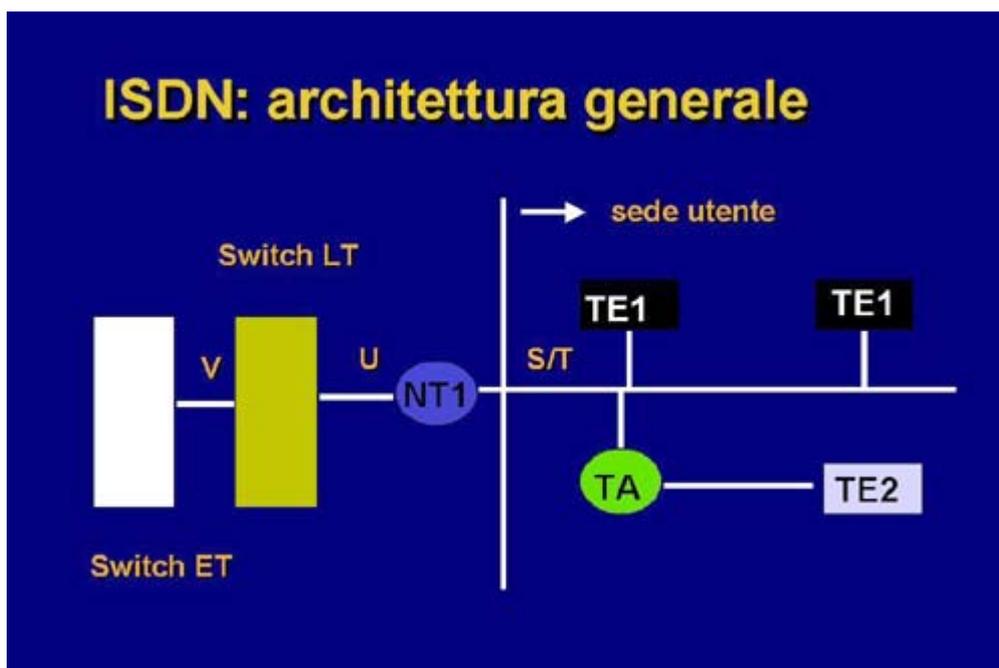
Per cosa viene utilizzata? Quali sono queste applicazioni informatiche di cui stiamo parlando? Prima cosa, classica, la connessione LAN to LAN e Host to LAN. Allora, la connessione LAN to LAN è quella classica, che avviene quando ho due diverse reti locali situate in due uffici diversi e utilizzo degli apparati tipicamente dei bridge o dei router, cioè degli apparati di interconnessione fra le reti locali, che utilizzano come infrastruttura di trasporto ISDN. Nel caso Host to LAN uso i cosiddetti modem ISDN, che non sono dei modem, ma sono dei dispositivi che consentono comunque la interconnessione di un PC, per esempio, a una LAN remota. È chiaro che la connettività ha velocità superiore rispetto ai modem tradizionali, ma non così tanto perché noi sappiamo che oggi ci sono dei modem che riescono ad andare a decine di Kbps. Qui stiamo parlando di 64Kbps, quindi questa differenza non è così elevata. C'è però una grossa differenza proprio per quanto riguarda la segnalazione e quindi la realizzazione della connessione. In ISDN è molto rapida, quindi nel momento in cui viene fatta una chiamata ISDN, in pochi decimi di secondo effettivamente la connessione è su, e questo effettivamente consente di vedere, per esempio, le due LAN interconnesse in tempo reale. È chiaro che tutto questo può essere fatto anche con le tecnologie tradizionali, con le linee telefoniche classiche, ma con tempi di trasmissione e costi maggiori. I tempi di trasmissione sono maggiori nel caso delle linee telefoniche, mentre i costi risultano maggiori nel caso delle linee dedicate.

Architettura generale (1)



Guardiamo qualcosa di più specifico del ISDN. Noi abbiamo questa architettura generale. In questa architettura noi vediamo cosa? Vediamo la sede dell'utente, quindi questa è casa nostra, perché noi ci mettiamo dal punto di vista degli utilizzatori, e abbiamo la sede della compagnia telefonica. Quindi questa SAN, questa Subscriber Access Network, di cui parlavamo prima, è quella che sta tra noi e l'utente. Di fatto, è quella che comprende questo dispositivo e questo dispositivo. Allora, l'NT1, il Network Termination One, lo standard ISDN lo definisce NT1, altro non è che la borchia che la compagnia telefonica mi mette nel momento in cui io ordino un accesso ISDN. Loro vengono, mi mettono questa borchia nel muro, dove io attaccherò il cavo con il connettore RJ45, standard del livello fisico, giusto per fare un riferimento. Quindi NT1 non è altro che la terminazione della SAN a casa mia, della Subscriber Access Network.

Architettura generale (2)



Da questa parte invece avrò la terminazione (Line Termination) e avrò la commutazione ISDN vera

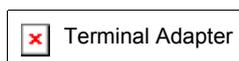
e propria. Da questa parte, che è quella che interessa a me, ho quello che viene chiamato punto o bus S o T. Qui posso interconnettere più apparati, che vengono chiamati Terminal Equipment o Terminal End Point. Questi sono i veri e propri apparati, ad esempio questo è un telefono, oppure questo è un calcolatore con una scheda ISDN, oppure ho un calcolatore che non ha una scheda ISDN ed è collegato, per esempio in seriale, ad un Terminal Adapter il quale è a sua volta collegato invece con lo standard ISDN al bus S o al bus T. In questa configurazione non è precisato, ma potrei anche avere un NT2 al posto di NT1, o meglio in aggiunta, che altro non è che un centralino telefonico, il quale all'interno si presenta sempre come ISDN. Oggi tutte le più grandi case che producono centralini telefonici, per esempio Siemens, Alcatel, eccetera, producono centralini che al loro interno sono compatibili con ISDN. Questa è la configurazione di riferimento ISDN dal lato utente, cioè dalla parte dell'utente.

Network Terminal (NT1)



Andiamo rapidamente sulle attrezzature. Abbiamo detto che NT1 è fornito dal gestore e associato a ciascuna linea di accesso base; quindi, quando io metto la linea di accesso base, mi mettono la borchia che contiene la presa. Oltre ai punti S e T vengono definiti anche i punti Bus U e Bus S, che servono per l'interconnessione verso il gestore. Ci possono essere anche ingressi analogici per i telefoni tradizionali, questa opportunità è più un'offerta commerciale che non uno standard.

Terminal Adapter



Il Terminal Adapter è quel dispositivo che consente di adattare apparati tradizionali, tipicamente seriali, a reti ISDN. In alcuni telefoni esso è già presente e sostituisce, almeno dal punto di vista della collocazione, il modem, mentre usando la rete telefonica normale si ha: il mio calcolatore, il modem e la rete telefonica. Usando una rete telefonica ISDN si ha: il mio calcolatore, il Terminal Adapter e la rete ISDN; è solo per questa simile collocazione che il Terminal Adapter viene chiamato modem ISDN, anche se in realtà non modula e non de-modula assolutamente, trattandosi sempre di reti digitali.

Segnalazione (1)

 Segnalazione (1)

Veniamo ora alla segnalazione. Nella rete telefonica attuale la segnalazione viene fatta per via acustica secondo la codifica DTMF: nel momento in cui viene schiacciato un tasto della tastiera telefonica un particolare tono di una certa frequenza viene trasmesso alla rete telefonica. Di fatto, quindi, la segnalazione viene trasportata nel campo dell'udibile, infatti, nel momento in cui noi componiamo un numero telefonico, sentiamo le frequenze che stiamo trasmettendo. Si dice quindi che è una segnalazione in banda, perché fa parte dell'udibile.

Segnalazione (2)

 Segnalazione (2)

Viceversa, ISDN usa per la segnalazione addirittura un canale diverso da quello utilizzato per parlare, cioè mentre la mia voce viaggia sul canale B, e quindi eventuali frequenze viaggiano al di sopra, sul canale D non viaggia la voce, ma soltanto la segnalazione. Quindi, nel canale D la rete invia un pacchetto verso la destinazione (Out of Band Signalling). Emerge per la prima volta un fatto curioso delle reti ISDN e cioè la parola pacchetto: in questo caso infatti viaggiano sul canale D dei pacchetti, cioè la segnalazione è gestita attraverso il packet switching, la commutazione di pacchetto, mentre invece la voce è gestita attraverso la commutazione di circuito. Questo significa che quando io parlo con un altro interlocutore, il circuito che trasporta la mia voce, da me all'interlocutore, lo fa attraverso risorse allocate staticamente e se anche io non parlo queste ultime restano comunque allocate. Vengono allocati, ad esempio, 64Kbit da me al ricevitore e se rimaniamo entrambi in silenzio li paghiamo lo stesso. In una rete ISDN, per la segnalazione non viene usata una commutazione di circuito, ma di pacchetto: ciò significa che sul canale D normalmente non viaggia nulla, nel momento in cui il terminale deve fare una segnalazione invierà dei pacchetti e poi di nuovo nulla. È quindi una gestione completamente diversa dalla precedente: la rete ISDN riesce ad esprimere molti dei concetti espressi nelle due lezioni introduttive, perché mischia la commutazione di circuito per i canali B con la commutazione di pacchetto sul canale D.

Segnalazione (3)

 Segnalazione (3)

La segnalazione trasporta il numero chiamante, il numero chiamato ed anche il tipo di chiamata (voce/dati): se la chiamata è di tipo voce, cioè se il servizio che sto richiedendo alla rete è una trasmissione di voce, la rete potrebbe anche pensare di convertire il mio insieme di bit in voce e poi trasmetterlo come voce per poi riconvertirlo dall'altra parte, il che è ovviamente una forzatura. Come abbiamo detto, il numero chiamato consente di identificare più apparati sullo stesso bus S.

Interfacce (1)

 Interfacce (1)

Parliamo ora delle interfacce. Abbiamo l'interfaccia verso la centrale pubblica: cioè, partendo dalla borchia sul muro, il punto da tale borchia (NT1) alla centrale pubblica viene chiamato U ed è costituito da una coppia di fili, come per la telefonia tradizionale. Questo significa che dal punto di vista dei cablaggi il gestore del telefono non deve installare nuovi fili per il cosiddetto ultimo miglio, nel senso che i cablaggi esistenti sono sufficienti per trasportare la rete ISDN. Sull'interfaccia U si usa la trasmissione full duplex e un solo dispositivo può essere connesso al

doppino, proprio come nella telefonia tradizionale.

Interfacce (2)



Il dispositivo NT, cioè la borchia attaccata al muro, converte, dietro al muro, questo standard a due fili passandolo a quattro fili, che è appunto lo standard ISDN che io vedo e viene chiamato Bus S/T. Quindi sui cavi, sui connettori di livello fisico, connettori RJ45 e cavi UTP usati per ISDN, si hanno quattro fili a partire dalla borchia sul muro verso l'interno, mentre verso la centrale pubblica ne restano due. Per ogni Bus S si possono avere fino ad otto fili, in tal caso si hanno due coppie di quattro fili, dove una è usata in trasmissione e l'altra in ricezione.

Interfacce (3)



Gli apparati ISDN (telefoni, schede, bridge, router) richiedono tutti una connessione ad un bus S/T, cioè hanno lo standard pari alla connessione S/T.

Livello 1 e 2 (1)

ISDN: Livello 1 e 2

- ✓ Specificato nei documenti ITU serie I e G
- ✓ L'interfaccia U verso la centrale pubblica è su 2 fili e la banda è di 192 Kbps di cui 144 effettivamente utilizzati dai canali 2B e D.

Vediamo ora rapidamente un riferimento dei livelli ISDN in relazione al modello OSI. ISDN copre tre livelli: il livello 1, il livello 2 ed il livello 3. Questi però non sono del tutto analoghi al modello OSI, proprio per tale motivo risulta molto interessante fare il raffronto tra i due modelli. Innanzitutto abbiamo l'interfaccia U verso la centrale pubblica su due fili e la banda è di 192Kbps, di cui 144 effettivamente utilizzati dai canali 2B e D. Il valore 144Kbit è ottenuto sommando i 64Kbps per ogni canale B e i 16Kbps del canale D ($64+64+16=144$); il basic-rate ha il valore di 192 kbps, anche se in realtà ne servono 144, perché a livello fisico sono necessari altri bit per la sincronizzazione e per il controllo di accesso al canale. Ci sono quindi dei bit, precisamente 48 ($192-144$), addizionali. Una volta che noi abbiamo su questi fili i 3 canali dobbiamo anche separarli, cioè dobbiamo prendere i nostri 3 canali e dividerli da un filo in tre parti.

Livello 1 e 2 (2)



Questo è essenzialmente il livello 1, che consiste nel mischiare i tre canali in maniera tale che su due fili viaggino tutti e tre; ci sarà poi dall'altra parte il livello fisico che li separa, quindi avremo tre canali diversi. Il livello 2, sempre specificato dai documenti ITU, è quello che si occupa della protezione dagli errori nelle reti normali. In questo caso il livello 2 serve per garantire una connessione priva di errori tra me e la centrale del gestore a cui sono collegato, quindi se c'è un errore di trasmissione da un punto all'altro direttamente connessi, il livello 2 lo recupera. Una cosa importante è che il livello 2 in ISDN esiste soltanto nelle trasmissioni sul canale D, per cui se c'è un errore su tale canale che porta la segnalazione, questo viene recuperato, se invece c'è un errore sulla voce, questo non è oggetto di controllo di errore, per cui i canali B, che sono a commutazione di circuito, non vedono il livello 2, che serve soltanto per la segnalazione.

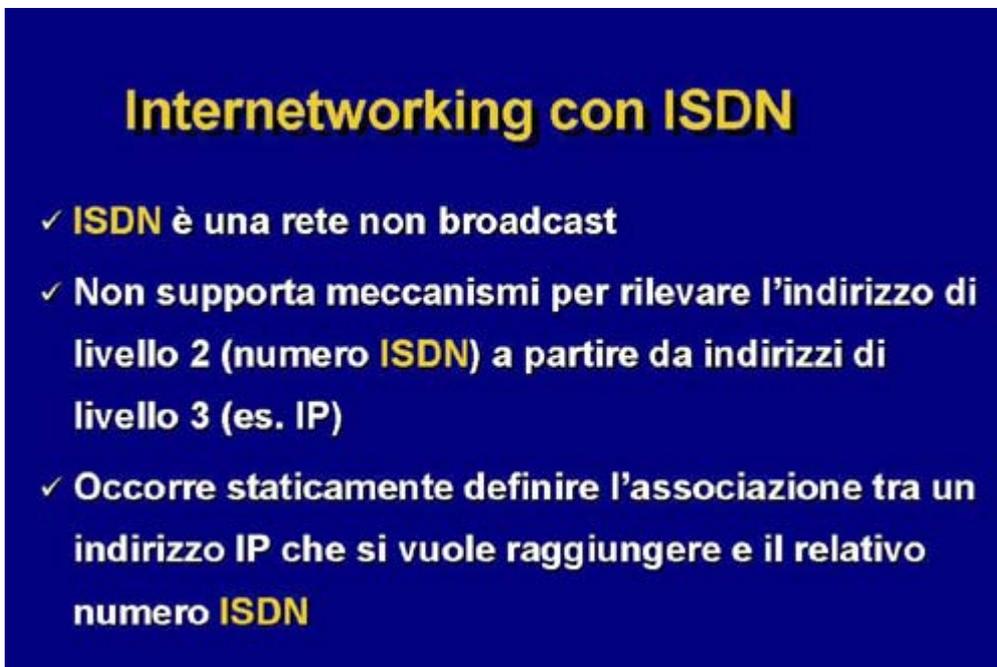
Livello 1 e 2 (3)



Infine arriviamo al livello 3, che è quello applicativo, cioè porta sostanzialmente informazioni legate al setup di una chiamata. Nel momento in cui un dispositivo vuole fare una chiamata manderà un messaggio di livello 3, questo viene incapsulato in un messaggio di livello 2 che

viaggia sul canale D ISDN e arriva dall'altra parte, dove viene interpretato e ad un certo punto, se viene deciso che la comunicazione può essere fatta perché il ricevitore è libero, viene allocato un canale B. Su quest'ultimo non c'è né il livello 2 né il livello 3, ma è uno stream di dati, una fila di bit pura e semplice.

Internetworking con ISDN



Internetworking con ISDN

- ✓ **ISDN è una rete non broadcast**
- ✓ **Non supporta meccanismi per rilevare l'indirizzo di livello 2 (numero ISDN) a partire da indirizzi di livello 3 (es. IP)**
- ✓ **Occorre staticamente definire l'associazione tra un indirizzo IP che si vuole raggiungere e il relativo numero ISDN**

Ultima informazione che vorrei dare è l'Internetworking con ISDN, cioè cosa accade quando si vuole interconnettersi ad una rete IP, sia essa Internet o una Intranet o ancora una Extranet, utilizzando ISDN. Innanzitutto ISDN è una rete non broadcast, cioè una rete punto a punto come il telefono, quindi può e deve essere utilizzata allo stesso modo del telefono. Non supporta meccanismi per rilevare l'indirizzo di livello 2 (numero ISDN) a partire da indirizzi di livello 3, ciò vuol dire che nel momento in cui si vuol realizzare una rete IP su ISDN, utilizzo ISDN ad un livello sottostante e non c'è integrazione tra le due, cioè occorre staticamente definire l'associazione tra un indirizzo IP che si vuole raggiungere e il relativo numero ISDN. I router, quindi, nel momento in cui si deve realizzare il routing di un pacchetto, avranno cablata nelle loro tabelle di routing la particolare chiamata da effettuare per raggiungere quel particolare indirizzo. Questo meccanismo è ovviamente molto più complesso di come vi ho accennato, ma quel che mi importava sottolineare è la scarsa o praticamente nulla integrazione tra ISDN e IP. In sintesi, ISDN nasce come evoluzione della tradizionale rete telefonica. Il grande vantaggio è che è digitale, quindi molto rapida, per questo si presta ad essere utilizzata come infrastruttura anche per la realizzazione di reti basate su IP, oltre che per la telefonia classica.