

## Network Infrastructures notes

Il modello di rete consiste in 5 concetti base :

- Terminali : qualsiasi dispositivo di input/output che usano le reti per trasmettere o ricevere dati
- Processori di telecomunicazioni: Supportano la trasmissione di dati tra terminali e pc.
- Canali trasmissivi
- Computer/telefoni
- Software di gestione delle comunicazioni

Tipi di reti :

- WAN (Wide area nw)
- MAN (Metropolitan area nw)
- LAN
- VPN (utilizza internet come backbone nw)
  - o Se utilizza IPSec(SVPN) → Encapsula i pacchetti con un ulteriore layer di sicurezza
- PAN (Personal area nw) → utilizzano tecnologie come Bluetooth-IrDA (infrarosso)-Wifi

Canali trasmissivi :

- Twisted-pair cavo
- Cavo coassiale (Minimizza le interferenze e le distorsioni, permette un'alta velocità di trasmissione)
- Fibra ottica (Canale di vetro che permette la diffusione della luce)
- Terrestrial Microwave (Comunicazioni tra stazioni disposte a circa 40km di distanza)
- Satelliti (Portata globale, orbitano intorno alla terra, sono utilizzati anche come relay per comunicazioni tra stazioni molto distanti sulla terra)

Sistemi di comunicazione per mobile:

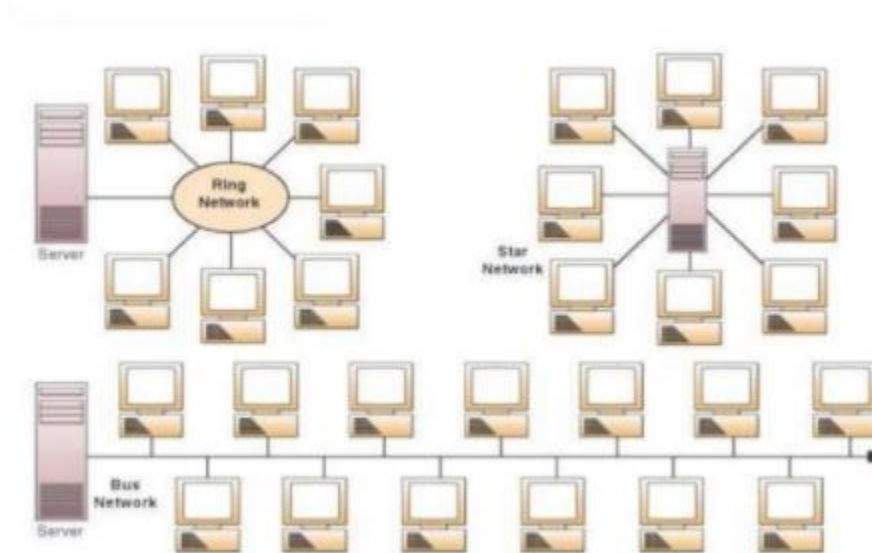
- Ogni cella copre un'area di parecchi km
- Ogni cella ha un trasmettitore a bassa emissione

Processori di rete:

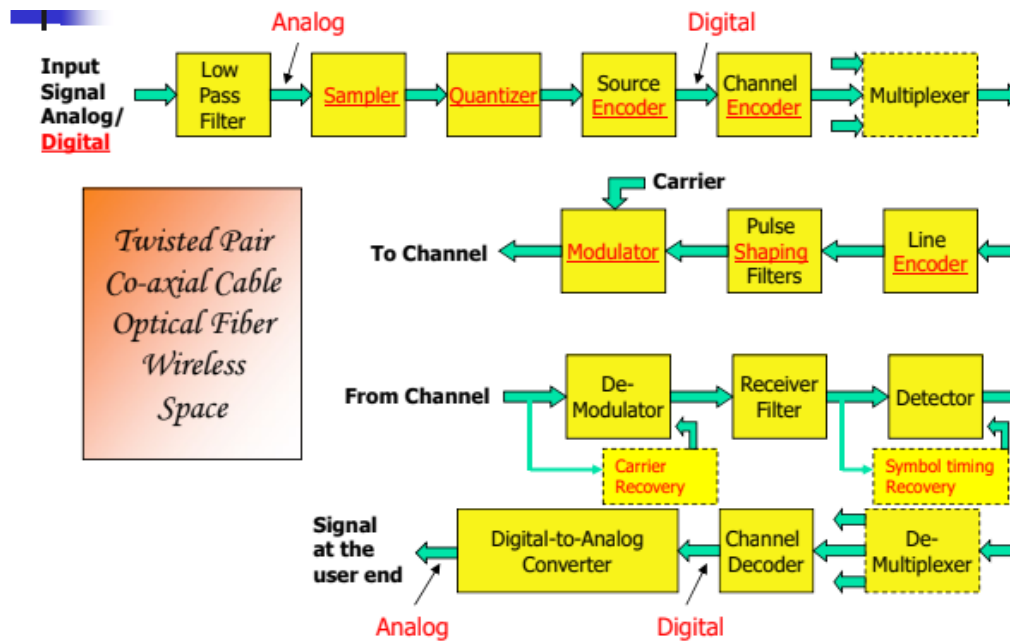
- Modems: modulano/demodulano i segnali
- Multiplexers: Permettono di la trasmissione del segnale da 1 canale a più canali
- Switches
- Router
- Hub (port switching)
- Gateway

Tipologie di rete:

- Stella (computer centrale che interconnette gli altri, least reliable)
- Ring (more reliable e less costly)
- Bus (ogni terminale risiede sullo stesso bus)



## SISTEMA DI COMUNICAZIONE DIGITALE



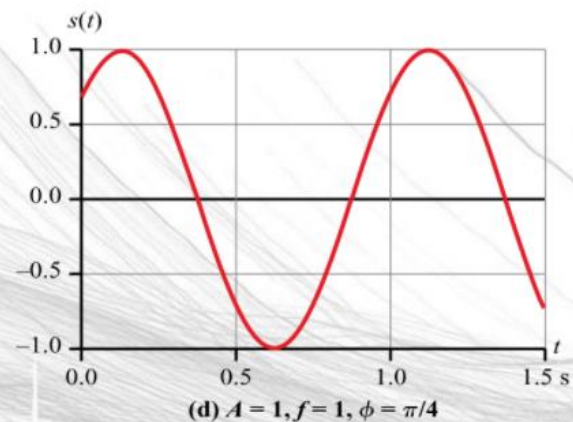
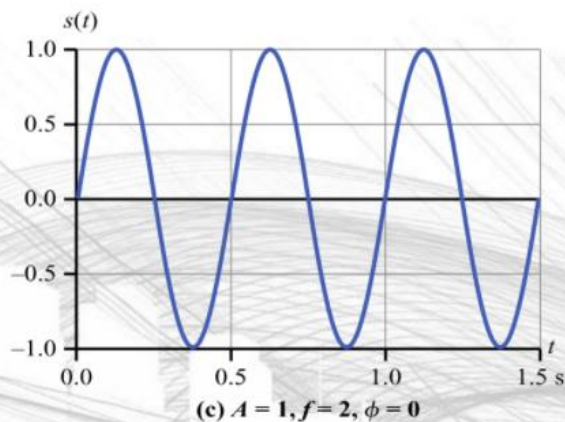
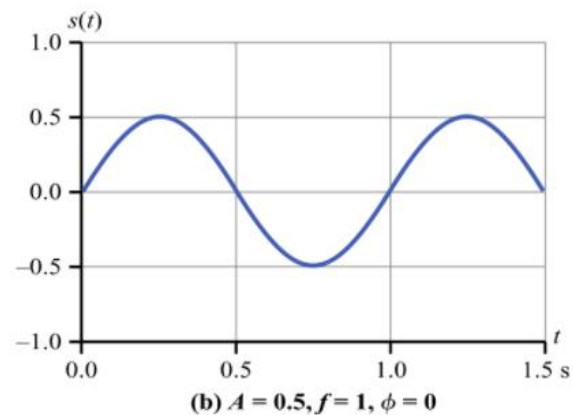
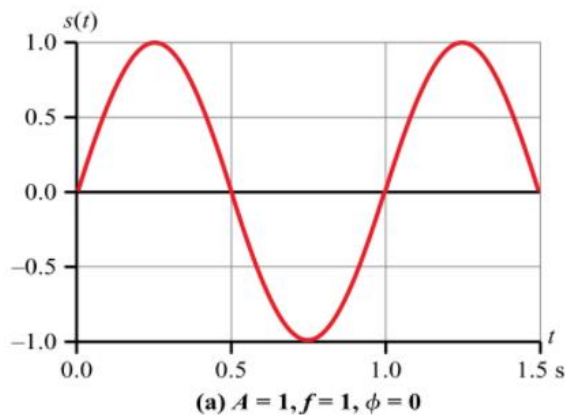
Il processo di comunicazione digitale utilizza segnali elettromagnetici per trasmettere i dati, essi sono in funzione del tempo (ma possono essere gestiti anche in funzione della frequenza), essi consistono nella composizione di diverse frequenze mixate.

Ci sono più tipi di segnali:

- Segnali analogici : ossia segnali che variano nel tempo in modo “ondulato”
- Segnali digitali : segnali che passano da una intensità costante all'altra
- Segnali periodici : segnali che si ripetono nel tempo con periodo stabilito

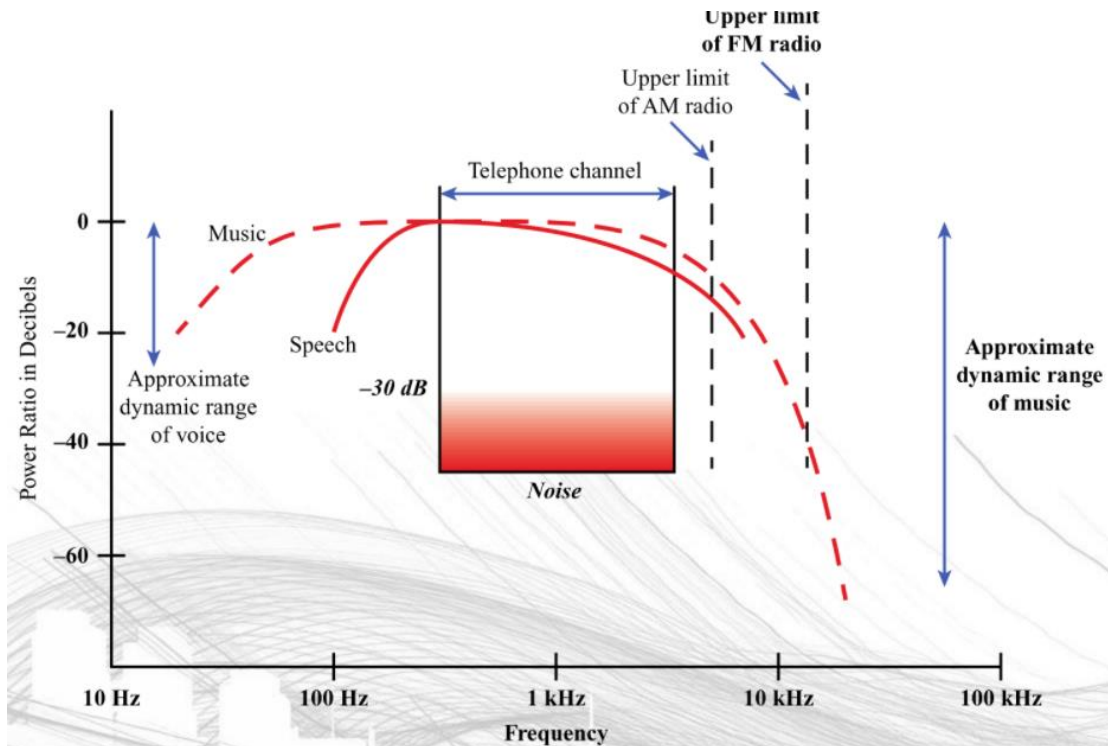
Inoltre:

- Peak amplitude : valore massimo che il segnale può raggiungere nel tempo
- Frequenza(Hz)
- Periodo
- Fase (frazione di periodo trascorsa da un istante prefissato)
- Lunghezza d'onda : lunghezza di un singolo ciclo di segnale



$$2.3 \quad s(t) = A \sin(2\pi ft + \phi)$$

- Frequenza fondamentale : quella frequenza che viene moltiplicata per averne altre
- Spettro di frequenza: range di frequenze che sono contenute in un determinato segnale
- Larghezza assoluta di banda
- Larghezza di banda : dove la maggior parte del segnale risiede



Più larghezza di banda implica più informazioni trasmissibili, il bps (bit per second) l'unità di misura del rate di dati trasmessi

I segnali analogici sono onde continue propagate in un canale trasmissivo(cavo coassiale, fibra ottica, etere), essi possono propagare sia dati analogici che dati digitali

I segnali digitali sono impulsi trasmessi attraverso un canale trasmissivo, essi sono meno costosi ma molto suscettibili alle interferenze, soffrono anche di attenuazione, anchessi possono propagare entrambi i dati (digitali e analogici)

I tipi di dati (digitali,analogici) e i modi di trasmette (digitali,analogici) possono essere combinati in base agli utilizzi.

### NYQUIST BANDWIDTH

Binary signal :  $-C=2B$

Multilevel signal :  $-C=2B \log_2 M$  ( $M=$  # di segnali discreti o livelli di voltaggio)

$(\text{SNR})_{\text{dB}} = 10\log_{10} (\text{signal power/noise power}) \leftarrow$  Signal to noise ratio, più alto è e migliore è il segnale

$C = B \log_2 (1+\text{SNR}) \leftarrow$  Shannon Capacity , rappresenta il massimo teorico che si può raggiungere, nella realtà però si raggiungono capacità molto più basse dovute a attenuazioni e distorsioni.

Esempio : Spettro tra 3MHz e 4MHz ,  $\text{SNR}_{\text{dB}}=24\text{dB}$

$B = 4\text{MHz} - 3\text{MHz} = 1\text{MHz}$  (larghezza spettro)

$\text{SNR}_{\text{dB}}=24\text{dB} = 10\log_{10}(\text{SNR})$

$\text{SNR} = 251$

$C = 10^6 \times \log_2(1+251) = 8\text{Mbps}$

Tipologie di mezzi trasmissivi:

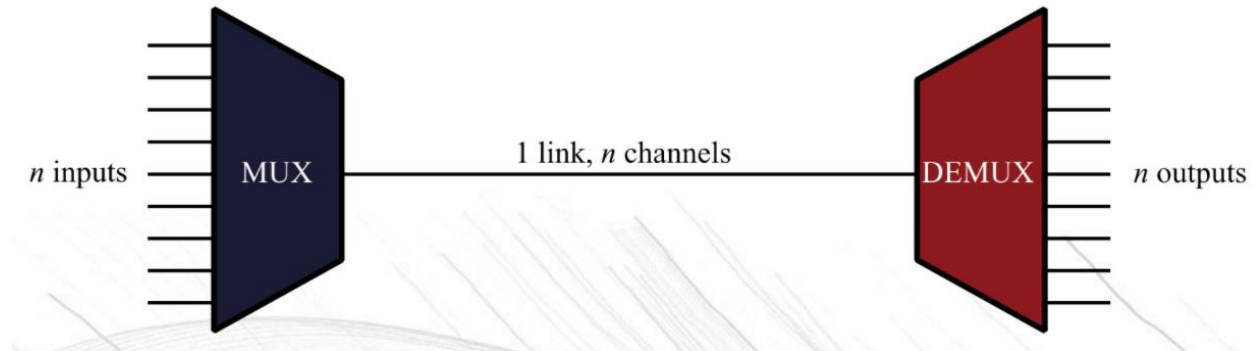
- Materialmente trasmessi, dunque su supporto fisico, come cavo, fibra ecc
- Trasmissioni wireless, esse sono gestite da antenne che possono essere direzionali o omnidirezionali
  - o Frequenza Microonde tra 1Ghz e 40Ghz, possibilità di onde direzionali ottimo per le trasmissioni punto punto, queste frequenze sono utilizzate anche per comunicazioni satellitari
  - o Frequenze Radio tra 30Mhz e 1Ghz, utilizzate con apparati omnidirezionali
  - o Frequenze infrarosse tra  $3 \times 10^{11}$  e  $2 \times 10^{14}$  Hz , utili per punto punto circoscritte

Microonde terrestri : Esse vengono emesse e ricevute con parabole di larghezza circa 3m, devono essere ben puntate e a una altezza diversa da terra, utilizzate per comunicazioni tra edifici o lunghe distanze.

Microonde Satellitari: Sono utilizzate per collegare più trasmettitori/ricevitori sulla tessa, solitamente vengono ricevute(uplink) ampliate e/o ripetute e/o trasmesse (downlink), sono utilizzate per trasmettere la televisione, per reti commerciali private ecc..

Broadcast Radio: Sono omnidirezionali, non hanno bisogno della parabola e non hanno bisogno di una calibrazione precisa, queste onde coprono l'utilizzo di radio FM /UHF /VHF

Multiplexing : Utilizzato per trasmettere più segnali in un singolo canale trasmissivo, viene utilizzato molto anche per motivi economici , il data rate aumenta drasticamente con questo dispositivo.

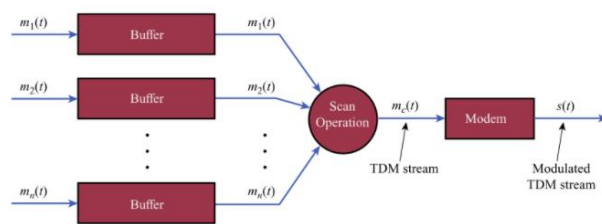


Il multiplexing può essere fatto su più dimensioni :

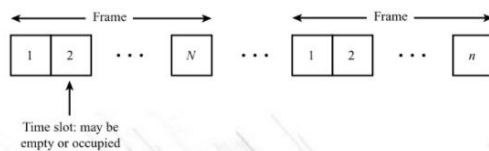
- Spazio
- Tempo
- Frequenza
- Code

Tecniche di multiplexing:

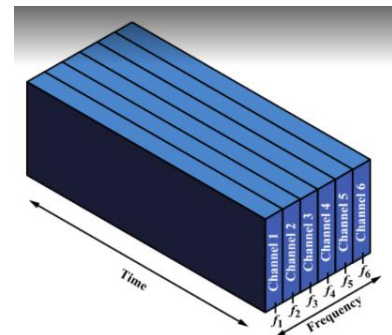
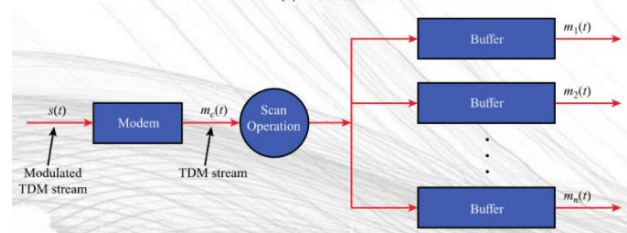
- Divisione in frequenza (FDM)
- Divisione in Tempo (TDM)



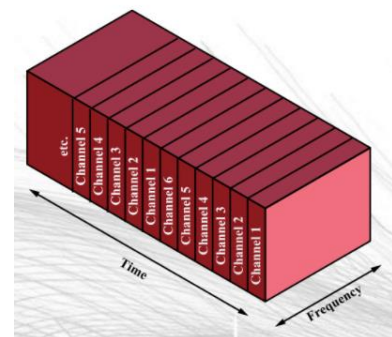
(a) Transmitter

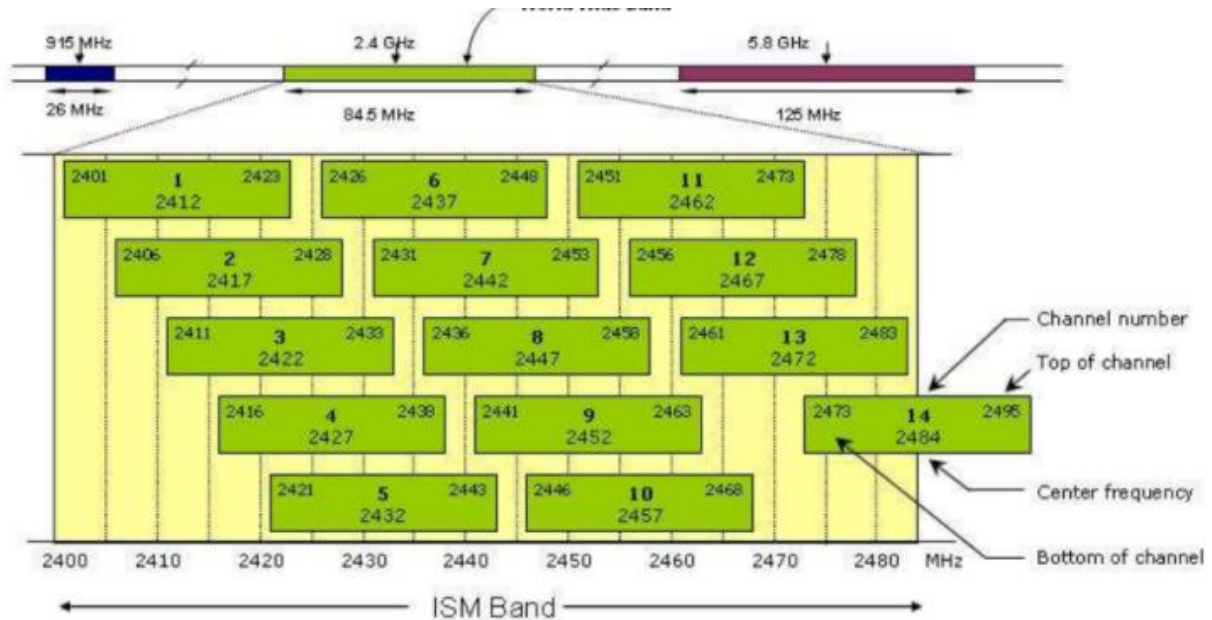


(b) TDM Frames



(a) Frequency division multiplexing





IP protocol :

E' un protocollo di livello 3 connectionless e unreliable con QoS, a questo livello il concetto di connessione non è salvato da nessuna parte, i pacchetti sono singolarmente instradati, nel caso di fail un sistema di gestione errori, comunica il drop.

Se buffer shortage → no messaggio di errore finchè il datagram non è stato salvato

Se checksum error → nessun messaggio di errore in quanto l'indirizzo potrebbe essere sbagliato.

## Internet

è un AS (Autonomous System) esso ha IGP (Interior Gateway Protocols): RIP, OSPF e EGP (Exterior Gateway Protocols): EGP, BGP-4.

Esso è gestito in modo gerarchico, le sotto reti di internet sono anch'essi AS che utilizzano i protocolli IGP per comunicare tra di loro, ogni sottorete possiede 1 o più router gateway che si occupano di utilizzare i protocolli EGP.

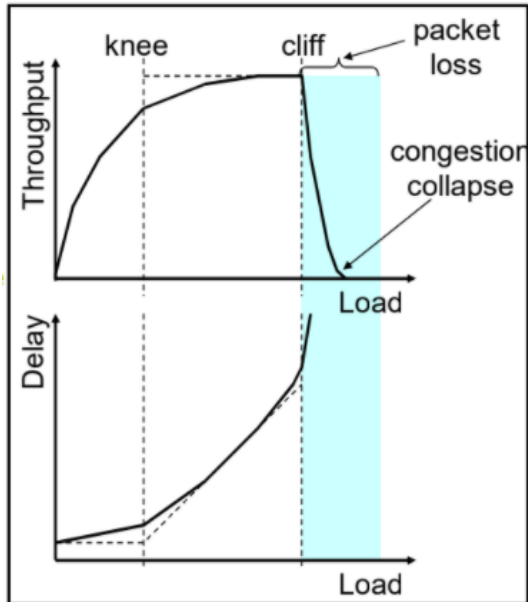
## Intra-AS routing

si può passare da 10s di configurazione per piccole aziende a 1000s per grandi ISP, per le piccole aziende questo tipo di routing può assorbire senza troppi intoppi problemi di rete, e offrire invece alle grandi reti (ISP) una velocità di configurazione adeguata.



Per poter avere un buon intra-AS routing si possono utilizzare diverse tecniche, come ad esempio l'aggregazione degli indirizzi e creare policy per il routing tra AS

### Congestion :



Con il controllo di congestione si mira a avere una connessione stabile, efficiente (altro throughput, basso delay) e avere una allocazione di banda sensata.

Nelle reti per evitare problemi, quali congestione o fallimento bisogna applicare dell QoS che permettono di condizionare il traffico in modo tale che vengano ridotti al minimo fallimenti/congestioni.

### Internet transport layer

Ci sono due protocolli diversi, TCP e UDP

TCP: connection oriented, reliable, congestion control , stateful, unicast, trasmette la grandezza della finestra di trasferimento dati

UDP: connectionless, unreliable, stateless, multicast traffic

Quando due terminali comunicano la destinazione finale dei dati non è l'host, bensì un applicativo che gestisce le porte, queste interfacce tra le applicazioni e le interfacce sono chiamate porte, esse sono identificate da un integer di 16bit, i servizi comuni e conosciuti sono associati a porte ben definite "well-known" (inferiori a 1024 per i server, maggiori a 1024 per i servizi client), una connessione TCP/UDP è identificata da IP:PORT.

RTP : Real time protocol , esso è comunemente utilizzato per le applicazione telefoniche, è combinato con RTCP che monitora i dati consegnati, questo protocollo vive al di sopra di UDP.



Esso inoltre possiede un sequence number, payload identification, frame indication, source identification, intramedia sync(utilizza timestamp per calcolare i differenti jitter)

Le reti sono suddivise in diversi modi :

Access Network : La rete di accesso ha un ruolo fondamentale per collegare gli individui con la core network (ISP – prettamente fibra ottica).

Core Network: Solitamente di tipologia mesh, essa consiste in routers e switches, interconnette tutte le access network.

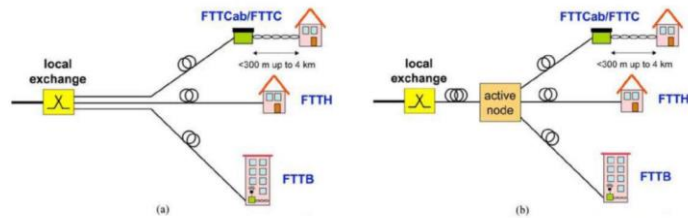
Edge of the network : Questa parte di rete potrebbe applicare funzioni intelligenti, come per esempio MPLS (esamina i pacchetti e seleziona il path giusto di indirizzamento in base alle sue proprietà), in poche parole l'edge della rete è intelligente e poi passa i pacchetti alla core network che li instrada.

Local Loop:

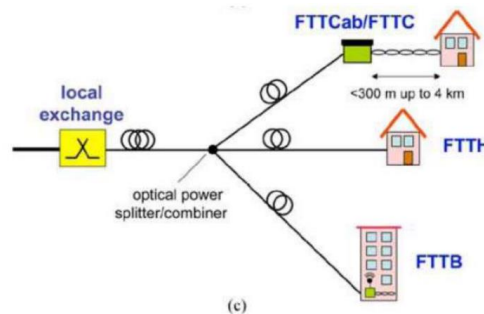
Il local loop è la parte di rete che si trova prima della centrale dell'ISP, nelle infrastrutture moderne questo loop (anticamente rame) è stato migliorato in fibra, local loop include la power line communication, i servizi in fibra ottica ,comunicazioni satellitari, wireless local loop (WiMAX, HSDPA)

Ci sono diversi modi per accedere al local loop:

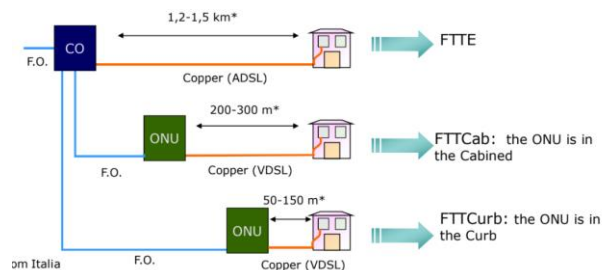
- Copper access : VDSL, uno dei vantaggi di questa rete è che è già accessibile in quanto già posata con i vecchi apparati telefonici, questo genere di rete per la sua natura è mantenuta da un monopolio (aziende che la avevano posata), ma si cerca di migliorare questo monopolio, ovviamente essendo una rete vecchia non ha le capacità di una rete odierza, compone il 30/50% della rete totale. Il costo maggiore di queste reti è il costo per scavare le canalette su cui posare l'infrastruttura.  
Questa rete è in processo di sostituzione con la fibra ottica che permette prestazioni e utilizzo di dispositivi migliori.  
La maggior parte degli utenti utilizza la rete via xDSL (capacità minore rispetto alla fibra).
- Optical access: L'accesso a questa rete è dipeso da chi è l'utente che accede :
  - o GE-PON (individual)
  - o GPON (enterprise)
  - o COF (long-distance)
- FTTx (Fiber to the) : questo termine indica dove la fibra arriva, es: home FTTH, desk FTTD
  - o AON (Active optical network) P2P



- PON (Passive optical network) , la divisione in canali per l'utente finale è fatta attraverso degli splitter ottici



- Fiber to exchange



### Telephone network:

Specializzata nel trasmettere dati voce (anche fax, modem calls), gli switch e i controllers sono dispositivi adibiti a questo.

- Single basic service : endtoend, esso ha basso delay, full duplex.
- Fully connected core : Nella rete Telefonica il numero telefonico da informazioni su come instradare la comunicazione, appartiene per numeri speciali (800/888 ecc che vegono risolti in una cartella speciale)
- La rete telefonica ha tre livelli di importanza

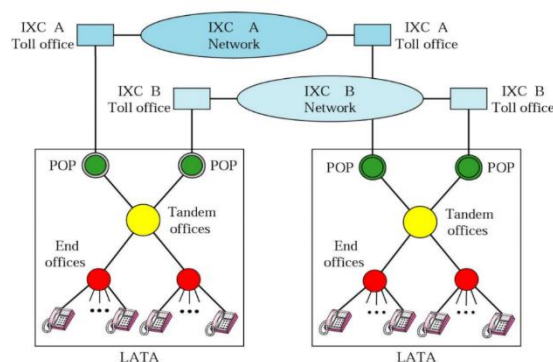
Switching techniques :

- Circuit switching (physical channel switched)

- Connection oriented (need to open the circuit a prior or after)
- Gli stati del circuito sono salvati
- Indirizzo usato solo quando il circuito è aperto, non inserito nei dati
- L'unità è definita dalla posizione
- Routing fatto grazie a una tabella di lookup (solo con circuiti aperti)
- Data forwarding fatto con tabella di lookup
- Packet switching with datagram service
  - Shared resources (ogni utente può accedere a tutte le risorse)
  - Connectionless (libero di inviare dati quando possibile, non c'è bisogno di controllare lo stato di rete)
  - Ogni pacchetto deve avere sia la destinazione che la sorgente salvata, data unit identificata da questi due parametri

#### PSTN architecture :

- Local exchange carriers (LECs), questi exchange dispongono di servizi telefonici di diversa ampiezza, da zona metropolitana a long distance (voice mail ecc).
- LATA (Local access transport areas) Vengono utilizzati i servizi soliti delle compagnie telefoniche (LECs)
- CLECs (Certified local exchange carrier) enti che distribuiscono la propria rete (anche local loop) e competono per la clientela, offrono servizi quali di ISP, CATV ecc..
- InterExchange (IXCs): Responsabile delle tratte a lunga percorrenza, solitamente se una chiamata telefonica raggiunge gli IXC essa viene digitalizzata tramite diversi metodi.
- POP (point of presence): Punto nel quale la rete a lunga percorrenza si dirama in local network



Ogni comunicazione ha bisogno di 2 cavi per ricevere e 2 cavi per trasmettere, eventualmente in modo asincrono si possono usare anche solo 2 cavi, ogni tanto capita di avere un Reverse Effect (delay > 20ms), infatti si applicano cancellatori di echo e balancer per il circuito.

Cross-talk noise : Questo noise accade per problemi capacitivi/induttivi dovuti a altri canali vicini, il segnale viene trasmesso anche su di essi e crea rumore.

- FEXT : cross talk tra trasmettitore e ricevitore agli opposti
- NEXT: cross talk tra trasmettitore e ricevitore posti dalla stessa parte

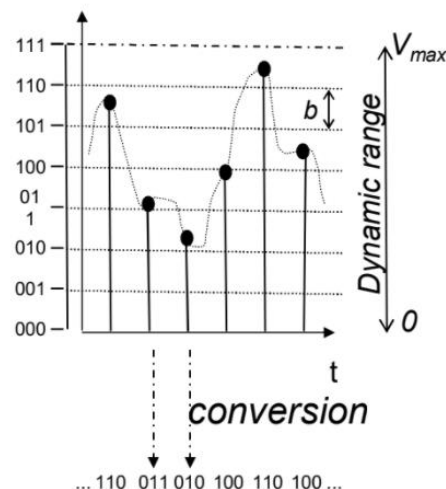
DIALING:

- Pulse: invia pulse per digit che vengono collezionati da un ufficio centrale che li interpreta e attiva eventualmente dei servizi (forwarding ecc)
- Tone: Ogni tasto schiacciato invia una serie di digits

TRANSMISSION MULTIPLEXING

- Analog Multiplexing → obsolete
- Digital Multiplexing → voice convertita in bits (1 sample = 8bits) 8000 samples/sec = call = 64 Kbps

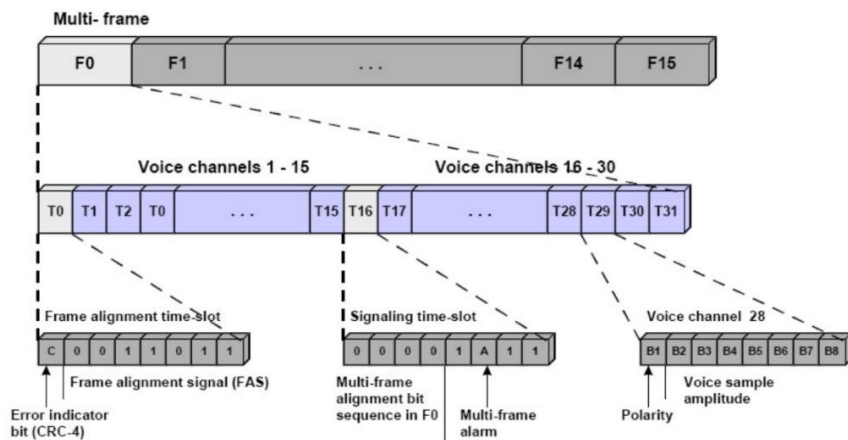
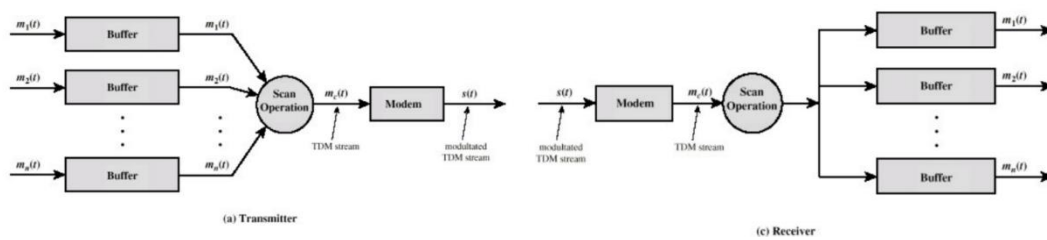
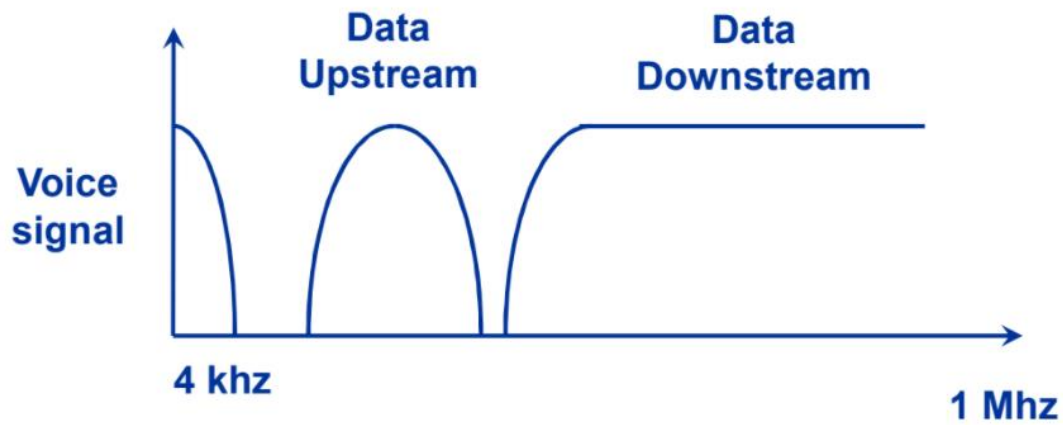
Ogni segnale viene convertito da analogico a digitale, prendendo le creste ( $f_c = 1/T_c$ ) e facendole diventare valori digitali



Digital signaling hierarchy (DS) è lo standard di multiplexing.

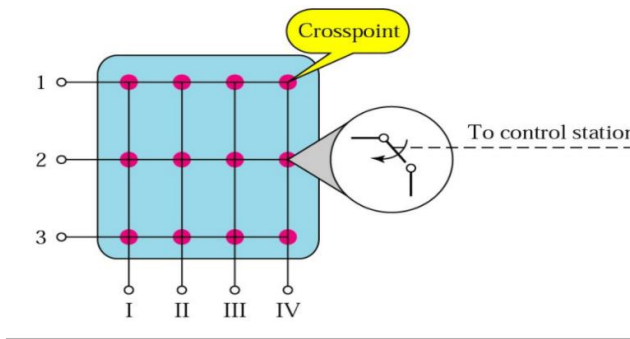
Multiplexing in frequenza, si divide lo spettro in bande piu' piccole, questo genere di divisione era utilizzato nelle vecchie generazioni e sprecava parte dello spettro.

### ADSL FDM



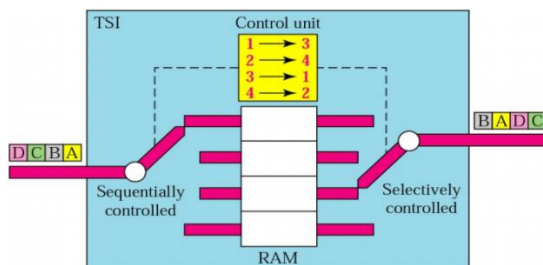
## SWITCH

Si può fare switching in più modi, divisione di spazio (crossbar), se l'input è multiplexed c'è bisogno di uno scheduling



Crossbar switch: gli interrutori (transistor) si muovono fisicamente per permettere lo scambio di informazione sul giusto canale

Divisione per tempo: time division switching cambia l'ordine degli slots in base alla connessione che voglio raggiungere.



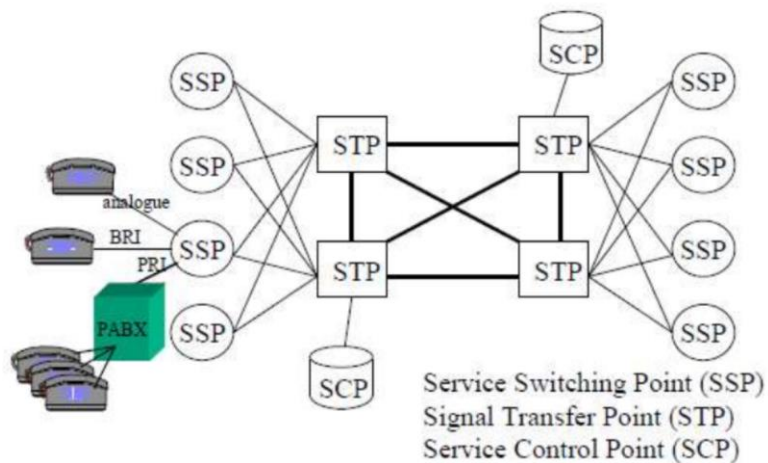
Le informazioni raggiungono in input la RAM che archivia i dati nel modo in cui gli sono arrivati e li dà in output in modo selettivo, in base alle richieste.

## Channel Associated Signaling (CAS)

Frame 0(MFAS): Multiframe alignment signal, quando il frame 16 dell' E1 è usato per CAS il frame 0 contiene informazioni utilizzate dal ricevitore per identificare il frame in arrivo.

## SS7 Signaling System

Questo metodo di signaling ha funzioni di management e controllo della rete, db query routing flow e congestion control



Con questa architettura se gli endpoint sono collegati con lo stesso CO le chiamate usano one-hop altrimenti mandano la chiamata al cores, solamente le decisioni più importanti sono prese dal toll switch.

Il signaling ha un doppio utilizzo, riservare le risorse e riservare il canale. Questo genere di architettura è creata appositamente per la voce quindi il carico è quasi sempre lo stesso per chiamata, con facilità si possono scegliere instradamenti ottimi, inoltre non accade quasi mai che la rete vada in down.

La rete è veramente connessa, la maggior parte della rete è gerarchica e mesg