

26/09/2005

RETI DI TELECOMUNICAZIONI

Professore: Fantacci Romano

Prova di verifica intermedia sulla prima parte del corso e esame orale sulla seconda parte.

Lezione: lunedì e venerdì.

Il lunedì si fa teoria e il venerdì si fanno esercitazioni e seminari.

Reti geografiche: per grandi distanze, come la rete telefonica.

Reti metropolitane: che operano in una città.

OSI: sistema aperto

PILA PROTOCOLLARE

LIVELLI

- FISICO
- COLLEGAMENTO
- RETE: istradamento e ottimizzazione dei tempi
- TRASPORTO: protocolli end to end tecniche di controllo della congestione

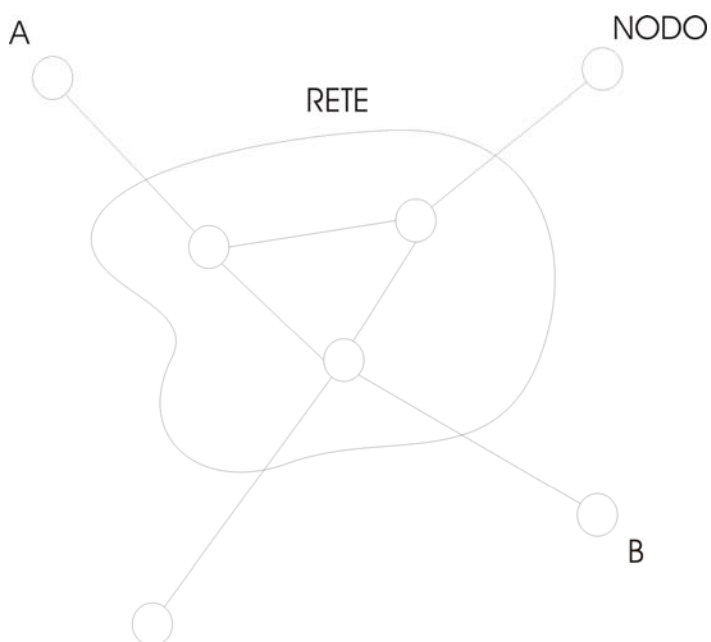
TEORIA DELLE CODE: disciplina matematica che serve per studiare in un modo analitico il comportamento delle reti.

LIBRO: Kurose, Ross, Reti di Calcolatori



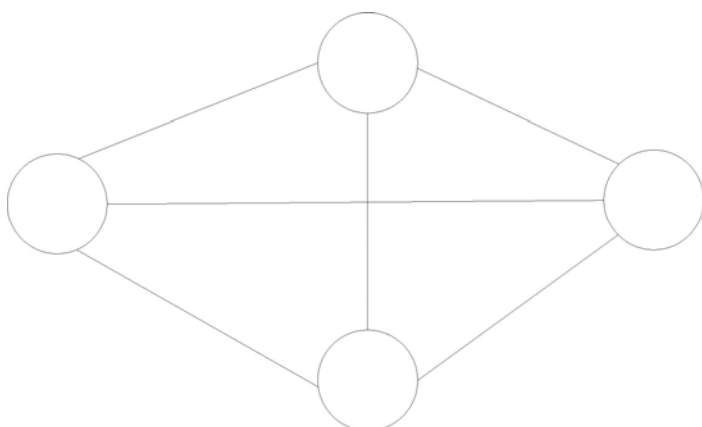
Questo sopra riportato è un modello end-to-end in quanto mette in collegamento direttamente la sorgente con il ricevitore.

Per rete si intende una struttura comunque complessa che consente agli elementi nella rete stessa di poter comunicare fra di loro.



Quando il nodo A vuole comunicare con il nodo B prima di tutto comunica alla rete la sua esigenza e la rete deve selezionare il cammino più conveniente ad esempio quello più corto.
 Conclusa questa fase il tutto si riporta al modello sopra fatto cioè quello end to end.
 Ci sono anche altre funzioni della rete ad esempio quella di controllare la qualità del servizio.
 Ad esempio se è una comunicazione di voce si dovrà controllare la distanza fra i pacchetti che deve essere equa altrimenti si forma l'effetto eco. Oppure che il tasso d'errore sia rispettato.
 Se questi parametri non sono rispettati la rete cerca altri percorsi.
 Un'altra cosa che può capitare è la rottura di un elemento.
 La rete può essere organizzata in tanti modi e questa organizzazione è chiamata TOPOLOGIA DELLA RETE.

Quando le reti sono nate, prendiamo ad esempio la rete telefonica, la modalità più semplice era quella di stabilire un collegamento diretto fra un utente e tutti gli altri.

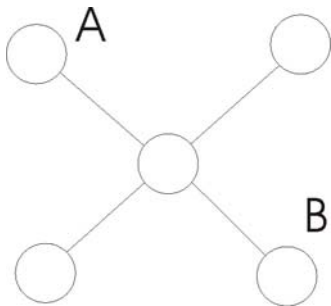


Ogni nodo nella figura sopra è collegato a tutti gli altri nodi.
 Se un nodo vuole comunicare non deve far fare ad un altro come tramite ma ha un collegamento diretto.

Il grado della rete è buono con questo sistema, il problema è che finché sono pochi nodi tutto va bene, ma se aumentano diventa problematico.

Il numero dei collegamenti è $N(N-1)/2$, dove N è il numero degli utenti.

Sono state realizzate topologie diverse come la topologia a stella.



Nella rete a stella abbiamo come un nodo centrale che è un dispositivo dotato di una certa intelligenza. Infatti non si comporta in maniera passiva ma utilizza le informazioni per migliorare il servizio. Ovvero, il nodo centrale mette in commutazione A con B e via via gli altri nodi a seconda delle loro richieste di comunicazione. Il nodo centrale mette in comunicazione due nodi tramite una COMMUTAZIONE ovvero è come se selezionasse il binario al quale è destinato un treno proveniente da A. Come un interruttore con più collegamenti.

La COMMUTAZIONE è il concetto chiave che ha permesso la crescita delle reti di telecomunicazioni.

La topologia di una rete geografica è abbastanza variegata.

Con la stella il numero delle linee è uguale al numero degli utenti.

RETE A MAGLIA: in questa topologia di rete gli utenti non dipendono da un unico nodo. Di conseguenza se un nodo si interrompe gli utenti non rimangono necessariamente tagliati fuori ma possono fare affidamenti sugli altri collegamenti presenti.

Le reti possono essere:

- GEOGRAFICHE cioè WAN wide area network
- METROPOLITANE cioè MAN metropolitan area network
- LOCALI cioè LAN local area network

Una rete geografica può essere una rete che è estesa a tutta una nazione.

Una rete locale ha un raggio d'azione limitato, un edificio ad esempio.

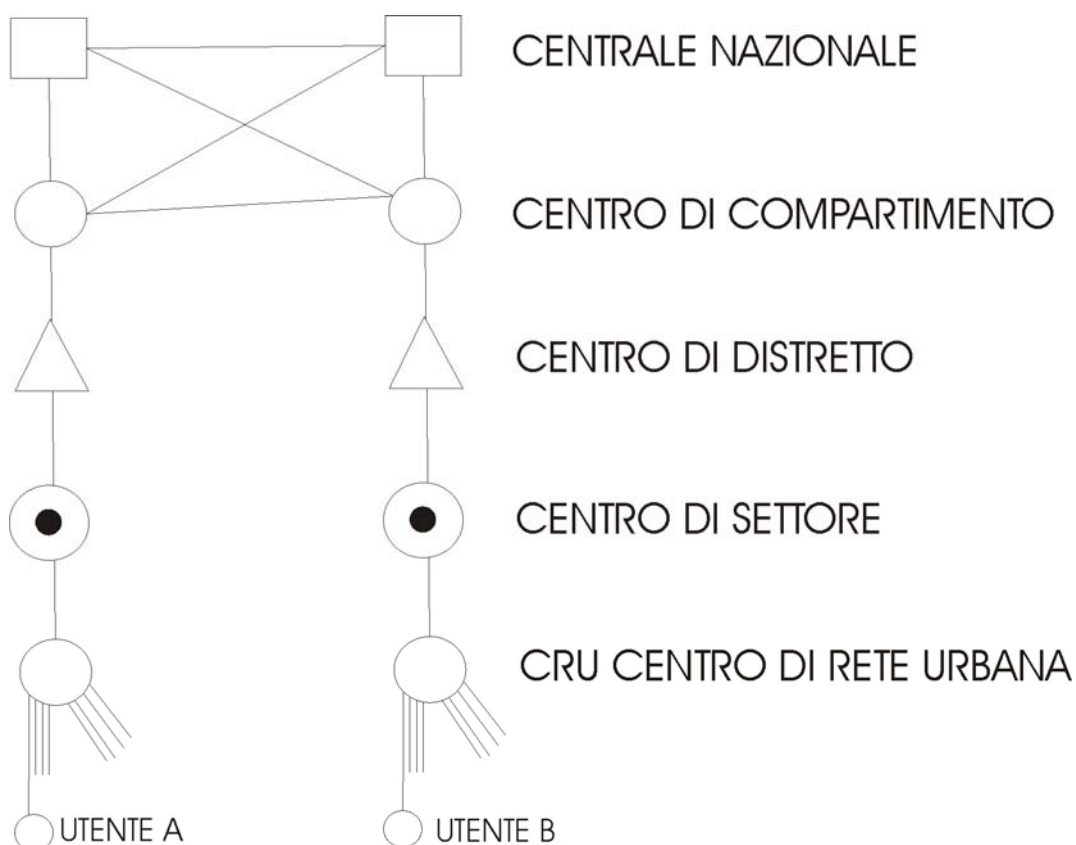
Esempi di reti:

- RETE TELEGRAFICA
- RETE TELEFONICA
- RETE PRIVATA

La rete privata è realizzata per scopi precisi.

RETE GERARCHICA

Si continua sempre facendo riferimento alla rete telefonica e ai suoi problemi di commutazione.



Quello sopra riportato è un esempio di rete telefonica a livello nazionale cioè diciamo partendo da un utente A che si trova in un certo quartiere della città di Prato e vuole telefonare a un certo utente B che si trova ad esempio in un certo quartiere della città di Genova. La comunicazione risalirà i vari nodi, i vari centri per ogni zona finché in generale, non solo nel caso specifico, non si trova la via per andare dall'altro utente.

I CRU ovvero Centri di Rete Urbana svolgono la funzione di aggregare il traffico di più utenti su un unico traffico che va al CENTRO DI SETTORE.

I Centri di distretto possono avere in certe situazioni un collegamento magliato.

Centro nazionale e di compartimento sono collegati a maglia fra di loro.

Un centro di compartimento è solitamente rappresentante ad esempio in Italia di una regione, come la Toscana o la Liguria.

I centri nazionali in Italia sono 3: MILANO, ROMA, PALERMO

Se noi chiamiamo un altro utente che sta a 100 metri di distanza ma che ha un centro di settore diverso allora la chiamata sale la gerarchia finché non trova un percorso che gli fa arrivare la chiamata.

MEZZI TRASMISSIVI

Per il telefono, quello standard, i mezzi trasmissivi sono i doppini di rame.

La banda telefonica va normalmente da 0 a 4 khz.

Successivamente le varie bande da 4 khz vengono riunite.

Anche il collegamento sopra gerarchicamente è di rame.

I centri di settore a loro volta vengono aggregati e si usa magari il cavo coassiale.
Risalendo poi la fine è la fibra ottica.

Questo è il concetto di **multiplexing** cioè di riunire più linee in una sola.

Più utenti, più comunicazioni in una unica linea, una unica comunicazione che al termine verrà ridivisa cioè ne verrà fatto il **demultiplexing**.

TELFONIA:

- Analogica
- Numerica

La telefonia analogica è quella con la banda da 0 a 4 khz.

In realtà la banda effettiva è più bassa e va da 300 a 3400 Hz.

Quindi un collegamento analogico telefonico deve avere questa banda passante.

La banda rappresenta per uno specifico materiale l'intervallo di frequenza al quale le alterazioni che subisce nell'attraversarlo sono basse.



Come si può vedere nel grafico sopra riportato, un segnale elettrico con frequenza che varia dai 10 ai 100 khz subisce una attenuazione lungo l'attraversamento del mezzo fisico che è maggiore prima dei 10 khz e sopra i 100 khz mentre all'interno di quel dato intervallo l'attenuazione è minima e quindi quel dato intervallo di frequenza, quella banda passante è buona per quel dato mezzo trasmissivo.

Da qui nasce il concetto di modulazione cioè trasferire un segnale dalla banda base a una banda ideale per il mezzo attraverso il quale si vuole trasmettere.

Cioè si modifica l'intervallo di frequenza di un segnale per trasmetterlo nell'intervallo ideale per un dato mezzo trasmissivo a noi più congeniale.

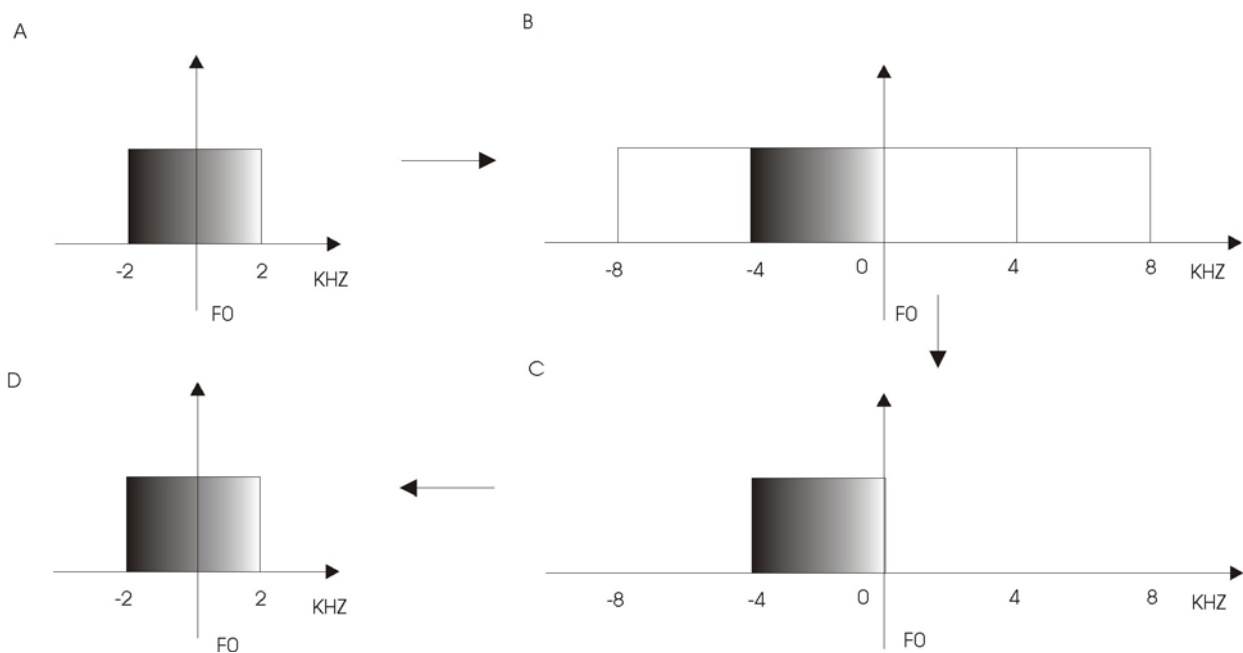
Andiamo a prendere un centro di rete urbana che comunica con uno di settore.

Per riunire le bande degli utenti usa il multiplexing in frequenza.

Questo vuol dire che se abbiamo quattro segnali ognuno con una banda di 4 khz, tutti che cominciano da 1 khz e arrivano a un max di 5 khz cioè 5-1, 4 khz di banda passante, allora per fare il multiplexing in frequenza li riattaccheremo uno dopo l'altro occupando una banda 4 volte superiore e che va mettiamo da 1 a $1+4*4$ cioè da 1 a 17 khz, $17-1 = 16 / 4 = 4$.

Quindi avremo un segnale unico, un segnale elettrico unico che occupa però una banda di 16khz e che al suo interno porta con sé 4 segnali diversi.

FDM = Frequency Division Multiplexing



Nella figura sopra vediamo un esempio. Ora forse non sarà completamente corretto, probabilmente nei numeri. Ma vediamo come un singolo segmento nella parte A viene unito ad altri 3 per ottenere un segnale unico che occupa una banda 4 volte superiore.

Poi si passa alla zona C dove viene fatto il demultiplexing e quindi tramite un filtro passa banda si eliminano le frequenze che non ci interessano e si lascia solo quella del secondo segnale a partire da sinistra, per così dire. Successivamente facciamo la demodulazione di frequenza cioè riportiamo le sue frequenze ai valori originali.

Anche dalla zona A alla zona B abbiamo fatto prima la modulazione di frequenza per cambiare le frequenze e spostare per così dire il rettangolino al suo posto nel treno di segnali, e poi vi abbiamo unito gli altri segnali creandone uno unico e quindi facendo il multiplexing.

Il processo per separare i segnali è realizzato tramite un filtro passa banda.

Un filtro passa banda non è altro che la successione di due filtri, uno passa basso e uno passa alto, rispettivamente per la parte precedente al segnale rispetto alla frequenza e uno per la parte successiva.

Considerando il segnale telefonico che si diceva va da 0 a 4000 Hz si possono individuare diverse zone.

Questo in quanto si diceva che la banda effettiva va dai 300 ai 3400 Hz.

Quello che rimane sono due zone che definiamo come banda di guardia, la prima dagli 0 ai 300 e la seconda dai 3400 ai 4000.

La banda dell'intero canale, cioè da 0 a 4000 è formata dalla banda di guardia + la banda utile.

Si dice che la banda di guardia è composta da due componenti.

La banda oggi giorno è un mezzo pregiato, cioè rispetto ai servizi offerti dalle aziende di telecomunicazioni è una risorsa che viene fatta pagare in modo discreto.

I segnali vengono raggruppati come si diceva grazie al multiplexing in frequenza, cioè l'FDM. I metodi con cui si aggregano i vari segnali sono stati definiti in maniera rigorosa.

Ad esempio:

12 canali di 4 khz finiscono in un segnale di 60-108 khz chiamato gruppo
60 canali in uno da 312-552 chiamato super gruppo
Poi abbiamo
300 canali
900 canali
Fino a 10800 canali insieme nelle centrali nazionali

La telefonia in questi ultimi anni sta diventando da analogica a numerica o digitale.

TEOREMA DEL CAMPIONAMENTO

Si ha a disposizione un segnale di banda limitata anziché osservare l'intero segnale ci basta prendere dei valori, dei campioni a cadenza regolare per non perdere il contenuto.
Il tempo di campionamento $T_c \leq 1/2f_m \rightarrow 125 \mu s$ (telefonico).

Insomma: sostanzialmente noi ogni tot tempo prendiamo nota del valore che passa e quindi facciamo un campionamento, cioè ogni tot tempo abbiamo un valore che descrive il segnale. Ovviamente in quell'intervallo di tempo perdiamo le altre variazioni, ma si conta che appunto l'intervallo di tempo che usiamo per campionare sia adatto al nostro scopo.
In generale più è grande l'intervallo e più informazioni si perdono e quindi anche la qualità è minore.

Si fa un esempio con la musica su di un computer... se il suo campionamento è il famoso 44.000 è sicuramente migliore di un 22.000 perché avremo una qualità teoricamente doppia nel primo caso in quanto prenderemo il doppio di valori di campionamento e di conseguenza anche lo spazio occupato dall'informazione, cioè dai nostri valori sarà doppia e quindi anche il file di una canzone.

Ma non finisce qui, infatti noi abbiamo preso un tot di valori analogici, cioè sono un tot di valori presi a cadenza regolare ma ancora analogici.

Per farli diventare digitali dobbiamo confrontarli con una scala.

Questa scala è rappresentata dai bit coi quali rappresentiamo un singolo valore.

Ad esempio nella voce telefonica si usa una scala di 8 bit.

Questo processo è detto QUANTIZZAZIONE e nella pratica associa ogni valore analogico preso a uno dei valori rappresentabili tramite gli 8 bit a noi disponibili.

Ovviamente non si avrà un valore che corrisponde per forza a un certo numero rappresentato tramite gli 8 bit. Di conseguenza c'è una approssimazione, un arrotondamento che causa un ulteriore eventuale perdita di informazione.

Questo comunque può essere relativo perché ad esempio tornando al campo della musica solitamente fino ad un certo livello che possiamo considerare tipo quello della musica su un cd, non ci accorgiamo della differenza con la realtà, in quanto l'essere umano non ha le capacità per accorgersene, stesso discorso dell'orecchio umano che non percepisce i suoni in tutte le loro possibili frequenze.

A questo punto, una volta che abbiamo prima campionato e poi quantizzato il segnale, abbiamo una serie di 0 e 1, cioè un segnale numerico digitale che può essere trasmesso semplicemente con una forma d'onda per lo 0 e un'altra per l'uno ed il tutto può anche subire una codifica che può portare alla compressione e alla diminuzione dello spazio occupato dall'informazione.

MULTIPLEXING NUMERICO A DIVISIONE DI TEMPO O TDM CIOE' TIME DIVISION MULTIPLEXING

In questo tipo di multiplexing invece che la frequenza viene usato il tempo per unire i segnali.

La banda usata per il telefono è di 64 Kb/s. per ogni canale.
Un canale normalmente ha una banda di 8 KHz.
Esso viene poi quantizzato a 256 livelli e codificato a 8 bit (PCM).

In un tempo T_c trasmetto 3 gruppi da 8 bit quindi ci vorrà $3 * 64$ Kb/s.

In FDM tutti i segnali sono presenti. Nel TDM ogni utente utilizza il canale per un tot di tempo in maniera esclusiva.

Nell'FDM in ricezione ha problemi di distorsione, mentre nel TDM no.
Da qui deriva la superiorità del TDM all'FDM che però occupa più banda.

2048 32 30 canali utente
2 canali signal

132 130 + 12
480 + 57

Nel TDM si trasmettono segnali numerici, cioè segnali legati ai simboli 1 e 0.
Questo vuol dire che indipendentemente dal contenuto sono sempre 0 e 1.
Questo facilita le operazioni di gestione della rete.
Nel segnale numerico non devo usare filtri e fare altre trasformazioni.

MAGGIORE ROBUSTEZZA NEI CONFRONTI DEL RUMORE -> TDM

Nel percorso ci possono essere amplificatori e ripetitori.
Nell'analogico si amplifica anche il rumore.

In un sistema numerico invece sono segnali elementari che anche se distorti dal rumore vengono comunque riconosciuti e non si perde informazione.