

Appunti di reti di calcolatori e programmazione di reti

Prime lezioni

Nozioni generali

Possiamo iniziare con una semplice definizione, ovvero cos'è l'**internet**? Bene, per rispondere a questa domanda bisogna prima avere dei concetti pregressi prima di poter rispondere concretamente a questa domanda.

Innanzitutto, partiamo dall'esterno con i dispositivi, ovvero la parte **finale** della nostra rete, loro infatti sono i responsabili dell'interfaciamento con gli utenti e per questo sono agli estremi e vengono chiamati **Internet's edge**. Questi dispositivi si interfacciano con l'esterno grazie a degli **switches** nel caso di connessione cablata oppure tramite degli **Access Point** nel caso della connessione wireless. In generale tutti i dispositivi si interfacciano a uno switch in una rete (domestica ed aziendale). A loro volta, gli switch si interfacciano con i **router** che si interfacciano con la rete centrale detta **ISP** (internet service provider, ma questo lo vedremo dopo). Tutto questo permette di creare dei **network**, ovvero un insieme di tutti questi apparecchi elencati sopra che lavorano per ricevere e spedire **dati e informazioni**, questo è l'internet.

Altre nozioni

L'internet però è governato da delle regole rigide che permettono lo spostamento dei dati in tutto il mondo grazie alle infrastrutture interconnesse di ISP. Tali regole sono dettate dai **protocolli** i quali sono delle vere e proprie regole che definiscono il formato dei messaggi inviati e ricevuti tra le entità di un network.

Mezzi trasmissivi

Per inviare i dati utilizziamo diversi mezzi trasmissivi come quelli **guidati e non guidati** oppure con i **cavi incrociati** o twisted pair. I più usati rimangono ancora il cavo coassiale e la fibra ottica:

- Il primo lavora con dei conduttori in rame con un rivestimento molto spesso per evitare disturbi;
 - Il secondo è una fibra di vetro che trasmette fasci di luce ad altissima velocità. Ha però bisogno di ripetitori per poter riacquisire la sua forza durante il tragitto.
-

Network Edge

Con **Network Edge** è già stato spiegato che tutti i dispositivi ai gli estremi di un network sono chiamati **host** (sia client che server). Questi si collegano tramite una connessione wireless o cablata a network

esterni che poi si andranno ad interfacciare al **Network core**, ovvero un grafo di routers connessi tra di loro che possono collegare più ISP tra di loro tramite collegamenti chiamati **IXP** (Internet exchange point) oppure tra router come il collegamento di **peering** (o peer to peer che in italiano vuol dire tra simili).

Accesso alle reti

Gli accessi alla rete sono molteplici e, con il passare del tempo, sono cambiati sia nel modo trasmissivo che nei mezzi veri e propri. La **DSL** è stata una delle prime reti fruibili a tutti nelle case, questo perché sfrutta i doppini telefonici già presenti nelle case. In linea di massima questo è stato possibile con la divisione del canale tramite uno *splitter* così da poter far passare sulla stessa linea sia la rete che la voce grazie a una divisione in frequenza.

Come avviene l'invio

Quando un'host deve inviare delle richieste il procedimento non risulta così semplice come pensiamo, infatti il nostro messaggio viene suddiviso in **pacchetti**. Ogni pacchetto ha una dimensione fissa e vengono instradati tramite un **link** (mezzo trasmissivo come una rete cablata) fino allo switch. Ogni rete ha una capacità trasmissiva che viene misurata generalmente con bits/sec. Una formula permette di calcolare il ritardo totale dell'instradamento dei pacchetti con la formula **L/R** dove L è la lunghezza in bit dei pacchetti e R è la capacità trasmissiva

Forwarding e Routing

Nell'instradamento dei pacchetti troviamo il **Forwarding e Routing** come funzioni necessarie per la ricerca di un giusto percorso dei pacchetti inviati. Con **Routing** definiamo un instradamento generale, ovvero il network sceglie il percorso più veloce ed efficiente tra un router e l'altro. Il **Forwarding** invece è quel sistema che permette la gestione in particolare dell'instradamento, è come se decidesse su quale router è meglio "svoltare" nel suo tragitto che, ricordiamo sempre dura centesimi di secondi.

L'instradamento

Nella fase di instradamento troviamo dei ritardi dovuti a diverse caratteristiche della comunicazione stessa, ecco qui un elenco:

- Durante l'instradamento il delay non è dato solo come quello totale citato prima, ma ne esistono di diversi tipi e forme. In genere 3 dei 4 tipi di delay nascono dal router. Il primo detto **store and forward (transmission)** dove i pacchetti vengono inviati dall'host al router fino al completamento totale del singolo pacchetto. Questo avviene per tutto il processo di instradamento dei pacchetti.
- Oltre a questo tipo di delay si pone il problema della fila o **queue** dove i pacchetti provenienti dagli host hanno una velocità di trasmissione dal link precedente molto maggiore di quello successivo. Questo forma nello switch un ritardo interno (**bottle neck**) dove una fila di pacchetti si ferma e devono aspettare che quelli davanti siano sviluppati (questa coda è anche chiamata FIFO, ovvero first come first served).

Se la coda dovesse essere troppo lunga i pacchetti arrivati per ultimi vengono persi e rispediti successivamente. Inoltre, una legge permette di calcolare l'intensità del traffico moltiplicando la lunghezza del pacchetto per la quantità media di pacchetti in arrivo fratto la capacità trasmissiva della rete. Se il risultato dovesse essere maggiore di 1 allora si ha il bottleneck, altrimenti il delay può variare da molto piccolo con valore intorno allo zero fino a un delay medio con il valore che si approssima ad 1. Tutto questo venne teorizzato e poi sviluppato da **Kleinrock**

- Il tipo di delay principale è quello di **propagazione (propagation)**, ovvero quello che divide il nostro router a quello del destinatario. Questo delay è quello principale perchè nel caso di un trasferimento di dati trans-oceanico avremo molto delay, si parla di almeno 200ms. Ma nel caso la distanza sia molto piccola il delay creato da questa caratteristica è quasi inesistente.
- Un delay che esiste ma in linea di massima non influenza veramente la trasmissione è quello detto **nodal processing**, ovvero quel tempo di trasposto del pacchetto dal nostro host al router.

Throughput

Con questo termine si indica la capacità trasmissiva della rete misurata in bit/sec . Questa definizione viene spesso accompagnata da quella di bottleneck già vista in precedenza dove la quantità di dati in arrivo da un primo link ha un Throughput maggiore del link in uscita. Questo provoca ritardi e, nel peggiore dei casi perdita di pacchetti

Commutazione di circuito

La commutazione di circuito è un'alternativa a quella di pacchetto dove la comunicazione avviene su la rete telefonica tradizionale. Questa rete viene divisa tra gli utenti che la utilizzano così da rendere un singolo canale valido per più utenti contemporaneamente. La divisione può essere a **divisione di frequenza** oppure a **divisione di tempo**. La differenza principale tra le due commutazioni sta nella divisione del canale trasmissivo, questo perchè nonostante quella di circuito abbia una migliore capacità trasmissiva non può essere usata contemporaneamente da molti utenti. Invece, quella di pacchetto permette a molti utenti di inviare informazioni grazie a una tecnica dove il canale si mette in **idle (riposo)** quando non trasmette. Inoltre, quella di pacchetto trasmette in un modo **bursty**, ovvero con un forte *colpo* e poi smette, questo avviene ad intervalli regolari per permettere a tutti sulla rete di poter inviare dati.

I Network

Come già citato prima, gli ISP sono coloro che formano la rete vera e propria, ma anche loro hanno bisogno di avere delle regole per poter funzionare a dovere. Prima di tutto devo avere una certa **topologia** (forma) che gli permetta di comunicare con il minor numero possibile di **hop** nella rete. Questi ISP sono suddivisi in reti che parlano tra di loro con degli **IXP (Internet Exchange Point)** che sono messi tra una rete di ISP e un'altra. Gli ISP devono essere concentrati perchè su di loro vengono inviati i dati e i servizi del **Content provider network**, ovvero di tutti quei servizi che offrono dei servizi come Netflix o Youtube. Poi questi servizi arrivano a noi utenti tramite delle regional ISP, che non sono altro che delle reti più piccole che poi arrivano a noi clienti finali.

Security

Introduzione

All'inizio di internet la sicurezza non era neanche stata presa in considerazione dai creatori stessi, questo perchè internet doveva essere una risorsa resa disponibile ai soli governi, scienziati ecc...

Però con il passare del tempo e con l'avanzamento scientifico internet è arrivato nelle case dei cittadini e, quando una cosa diventa comune se ne pagano le conseguenze se non viene gestita da delle regole. Internet è uno di questi casi dove i network erano costantemente attaccati nei suoi primi anni di vita.

Naturalmente ci sono diversi tipi di attacchi che un mal intenzionato può fare per provare a rubare informazioni al un utente, ecco un elenco:

- **Packet sniffing** è il nome utilizzato per il tipo di attacco non grava che permette a un malintenzionato di poter vedere il pacchetto durante il traffico dati e leggere delle informazioni al suo interno come la **header e i protocolli utilizzati**, ma anche l'ip del mittente e destinatario.
- La fase successiva è quella dell' **Ip spoofing** dove viene rubata l'identità e si mandano pacchetti camuffati nella sequenza di pacchetti del mittente, così da poter inserire codice malevolo.
- Il peggiore è il **Dos (Denial of service) e il DDos (Distributed denial of service)** dove, proprio come ci dice il nome, andiamo a negare un servizio bloccandolo con un overflow di pacchetti che portano a un malfunzionamento globale del sistema per colpa delle troppe richieste. Il DDos funziona allo stesso modo ma con una rete di botnet alle sue spalle, ovvero un'organizzazione ben gestita di attaccanti che inviano contemporaneamente richieste a un server che alla fine non riesce a reggere il carico.

A tutti questi problemi le soluzioni elaborate sono disponibili con i concetti dei **pilastri della sicurezza**, ovvero:

- **Authentication** grazie all'utilizzo di credenziali univoche per ogni utente connesso alla rete.
- **Confidentiality** grazie a una serie di algoritmi di crittografia come l'MD5 o l'SHA.
- **Integrity check** che permette di firmare digitalmente un documento così che il criterio della paternità.
- **Access restriction** con l'utilizzo di VPN con protocolli di tunneling e incapsulamento dei dati.
- **Firewall** ovvero difese di tipo hardware e software presenti nei dispositivi che dovrebbero formare una linea difensiva, come dice il nome muro taglia fuoco.

I Protocolli

Definizioni e concetti generali

Come già detto prima, i **protocolli** sono delle vere e proprie regole che definiscono il formato dei messaggi inviati e ricevuti tra le entità di un network. L'organizzazione dei protocolli è di tipo stratificato,

dove ogni protocollo lavora in un ben definita area della comunicazione.

Tipo	Descrizione
Applicazione	Supporta le applicazione network come il protocollo HTML o SMTP
Trasporto	Per il trasferimento dei dati da processo a processo grazie all'incapsulazione
Network	Invio dei datagrammi incapsulati da sorgente a destinatario
Link	Trasferimento dati di due elementi vicini in una rete
Fisico	Livello base dove si lavora con l'hardware

Questa pila è detta **TCP/IP** ed è stata inventata da informatici Americani. Noi Europei invece abbiamo creato una pila simile chiamata **ISO/OSI** che però non ha avuta vita lunga dato che aggiungeva 2 layer alla già esistente pila Americana che in realtà sono stati unificati nella fase di trasporto. Questi due layer sono **Sessione e Presentazione**.

Modulo 2 Appunti

Mezzi trasmissivi

Per segnale definiamo la forma dell'informazione. Può essere di tipo analogico o digitale. Quello analogico varia in un certo range di valori.

Segnali analogici

Un segnale è caratterizzato da 3 parametri:

- **Ampiezza**, ovvero il picco di un segnale;
- **Frequenza**, quanto velocemente il picco torna a valle e vice versa;
- **Fase** movimento della curva sull'asse delle x;

Più sinusoidi unite tra di loro possono avere come risultato un segnale molto diverso dalle 2 originarie. Questo perchè sicuramente i primi 2 segnali (sinusoidi) erano diverse. L'unità di misura della frequenza è l'**Hertz**.

Sequenze significative si chiamano **larghezza di banda (bandwidth)**. Più è complesso un segnale più sarà grande la lunghezza di banda. Non tutte le frequenze sono trasmesse allo stesso modo, questo comporta un cambio del mezzo trasmissivo per diverse frequenze. Con l'arrivo dell'elettronica negli anni 70'/80' si può applicare la teoria del **sampling**, ovvero del campionamento nel tempo dell'onda sonora prendendo l'ampiezza ogni x secondi. È molto importante avere un criterio di campionamento dell'onda analogico.

Il **Teorema di Shannon** dice che il campionamento di un'onda analogica, affinché non si perda segnale, deve essere fatto 2 volte la frequenza del segnale stesso. Con il quantizzatore possiamo prendere il singolo campione e digitalizzarlo in un segnale digitale trasformando il valore prima in

decimale e poi in binario.

Le caratteristiche che comporta il passaggio al digitale sono:

- L'**integrazione** che permette di avere un solo sistema per la comunicazione dei dati, dato che ora le informazioni sono condivise tramite bit e non più pacchetti come prima che, potevano essere più grandi rispetto al canale trasmissivo e quindi venivano troncati.
- La **computazione** è la trasformazione dell'informazione da analogico a digitale tramite i bit che sono processabili con computer.

Trasmissione

La **Multiplicazione** è un network che permette la condivisione in un canale di più link. Ci sono 2 tipologie di moltiplicazione, ovvero quella a divisione di **frequenza** e quella a divisione di **tempo**. Le differenze principali, anche se già spiegate in precedenza, sono principalmente il tipo di segnale che viene trasmesso. Ovvero in quella di frequenza dividiamo il segnale, nella seconda dividiamo i bit.

La moltiplicazione a **divisione di codice** che, con una elaborazione matematica permette di mandare le informazioni tutto il tempo dividendole dalle altre che stanno comunicando.

Quando faccio la moltiplicazione a divisione di tempo dobbiamo definire delle *fasi*.

Dobbiamo tener presente degli istanti di tempo, o meglio **slot**, dove dividiamo il tempo in unità fondamentali che permettono la trasmissione solo ad intervallo di tempo predefinito. La versione **unslotted**, senza istanti di tempo, permette la trasmissione senza divisione temporale, dove tutto viene condiviso insieme allo stesso tempo. Nel caso della soluzione slotted, possiamo formare dei *gruppi* o **frame** dove le informazioni vengono organizzate con dei divisori.

Il canale telefonico digitale ha uno standard trasmissivo di 64000 bit al secondo.

L'Europa per trasmettere utilizza lo standard **frame E1**, questo perché la trasmissione slotted framed permette un controllo accurato di tutta la trasmissione. Questo però porta un limite massimo di trasmissione. Il limite di trasmissione viene superato da un TDM unslotted dove ogni blocco di bit viene legato al mittente.

Se la nostra comunicazione ha bisogno di una grandezza ben specifica dobbiamo usare lo slotted framed, mentre se non abbiamo bisogno di una grandezza fissa (come il messaggio di whatsapp o skype) usiamo quello unslotted. In realtà la differenza è che con l'unslotted non siamo interessati

Due leggi importanti sull'evoluzione della tecnologia sono quella di **Moore** e quella di **Edholm**.

La prima dice che ogni 18 mesi il numero di transistor per processore raddoppia, e questa è vera sin dal primo processore; e poi quella di Edholm che dice che ogni 18 mesi la banda a disposizione dell'utente raddoppia a costo costante.

Mezzi trasmissivi

Come primo concetto trasmissivo dobbiamo l'**attenuazione**, ovvero la misura di degrado del segnale (elettromagnetico), misurando la sua perdita di potenza e si misura in dB/km. Questa cresce in base alla distanza e a segnali di alta frequenza.

I mezzi trasmissivi principali sono stati i **doppini telefonici** e cavi di rame. In realtà il doppino è formato da 2 cavi di rame intrecciati. Questo intreccio (chiamato **twisted pair**), se fatto bene, diminuisce l'attenuazione del segnale. Con lo sviluppo i mezzi trasmissivi avevano la necessità di migliorare la loro

efficienza e qualità, per questo vediamo come il twisted pair si può dividere in due categorie, ovvero l'**STP (Shielded twisted pair)** e **UTP (Unshielded twisted pair)**. Con l'STP abbiamo un cavo formato da tante coppie avvolte in un conduttore che fa da schermo. Naturalmente il costo di questo cavo è il maggior costo, la necessità di essere messo a massa e la grandezza. Con l'UTP invece abbiamo un cavo meno costoso, più semplice da spostare ma non schermato. I cavi vengono divisi in categorie, nello specifico dalla 1 alla 7 e vediamo come ogni categoria ha un bandwidth maggiore e una frequenza maggiore.

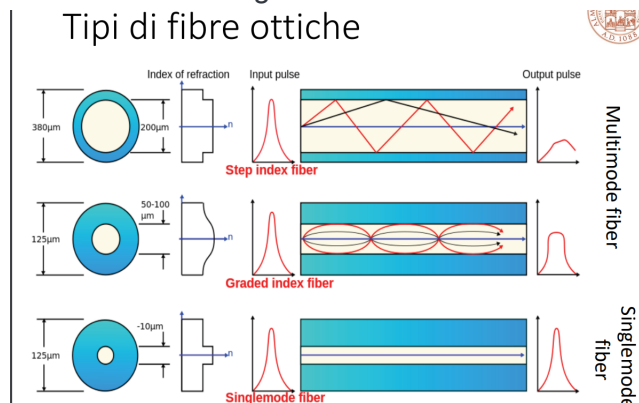
Il cavo STP più comune è il **cavo coassiale**. La sua sezione ha forma cilindrica, è formato da due conduttori, uno interno e uno esterno, entrambi con schermatura. Questi cavi possono differire per diametro e quindi, possono diventare molto costosi e difficili da maneggiare. Il diametro infatti è fattore importante della resistenza all'attenuazione del nostro cavo, più è grande meno attenuazione ci sarà.

Radio comunicazioni

La radio comunicazione permette il broadcast (trasmissione a tutti coloro che hanno la stessa frequenza) e quindi si presenta come un ottimo mezzo diffusivo. Inoltre, non ha vincoli fisici e per questo è adatto per la mobilità. Ma come difetto ha il fatto che presenta un solo spettro radio. Le onde elettromagnetiche prodotte per la diffusione radio viaggiano in linea retta, oppure vengono trasmesse tramite la ionosfera, ovvero rimbalzando su questo strato per poi essere captate da altre antenne. La prima comunicazione radio venne effettuata nel 1895 da Marconi con il ponte radio. Tutti questi servizi radio funzionano tramite antenne e tralicci. Ogni singola antenna ha una propria area di copertura che permette a un certo numero di utenti di potersi collegare alla rete tramite frequenza. Con la venuta delle metropoli si è ideato il sistema **cellulare** dove venivano piazzate tante **celle** per permettere la copertura totale ai clienti. Ogni cella ha una frequenza diversa e, grazie alla loro forma a scacchiera la sovrapposizione delle celle non è un problema perché hanno frequenze diverse.

Fibra ottica

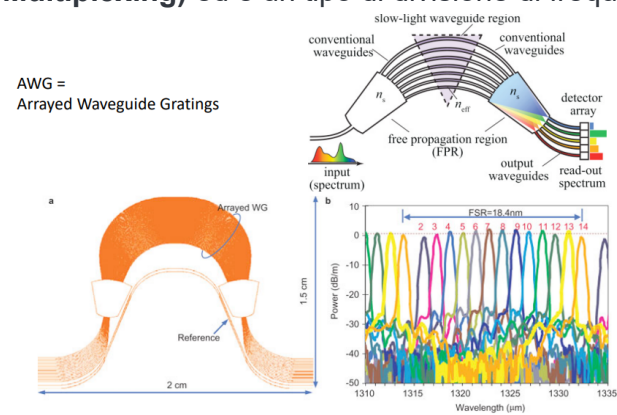
La fibra ottica è un filamento di vetro o plastica molto sottile. Facendo passare un fascio di luce in un filamento di vetro con il tempo perderà intensità perché il vetro assorbe la luce. Per esempio un vetro di una finestra assorbe moltissima luce, questo perché al suo interno ci sono molte impurità. Questo è dato dal fatto che il vetro è fatto di ossido di silicio, che può contenere impurità. La fibra ottica invece è fatta da vetro molto puro che non permette l'assorbimento della luce. La luce all'interno della fibra viaggia tramite riflessione grazie a un indice di rifrazione del **cladding** (mantello) più grande di quello del core.



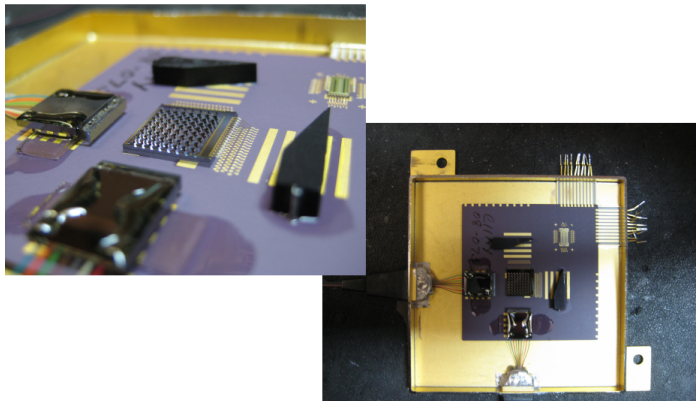
Divisione tra fibre monomodali e multimodali.

La trasmissione in una fibra è iniziata da un diodo led o laser e poi letta in uscita da un foto-rilevatore. A livello storico la fibra ha fatto un paradosso nelle comunicazioni, ovvero che è molto più performante rispetto al rame e meno costosa del rame stesso. L'unica criticità delle fibre è la **giuntatura** (collegamento) tra due fibre. Per far si che questo avvenga è necessario un macchinario molto costoso che fonde i due cavi e il core. Con un **amplificatore ottico** possiamo far tornare l'intensità del fascio di luce al suo stadio originale tramite il **drogaggio** di una parte di cavo con il *germanio* che funzionerà da ripetitore.

Con l'evoluzione negli anni 90 si è sviluppata la possibilità di poter cambiare il colore dei laser che fino a poco prima erano solo in luce bianca. Con la presenza di laser *colorati* possiamo dividere la fibra ottica con diversi laser che però, per entrane nella fibra, devono passare per un prisma che permette a tutti i laser colorati di diventare luce binaca, ottenendo una capacità molto più elevata in base al numero di colori dei laser trasmissivi. Naturalmente alla fine della fibra ci sarà un altro prisma che da luce bianca restituisce i laser colorati. Questa divisione viene chiamata **WDM (Wavelength Division Multiplexing)** ed è un tipo di divisione di frequenza.



Questa immagine rappresenta una **AWG = Arrayed Waveguided Gratings** e descrive il funzionamento dei prismi in entrata e uscita della fibra ottica. Questa possibilità di spostare i fasci di luce è resa possibile dai **MEM**, ovvero dei piccoli specchi meccanici che, se angolati, permettono di direzionare i fasci di luce. Se invece non si ha più bisogno di uno specifico fascio di luce lo si fa sbattere contro un pezzo di plastica nero, questo perchè il nero assorbe la luce.



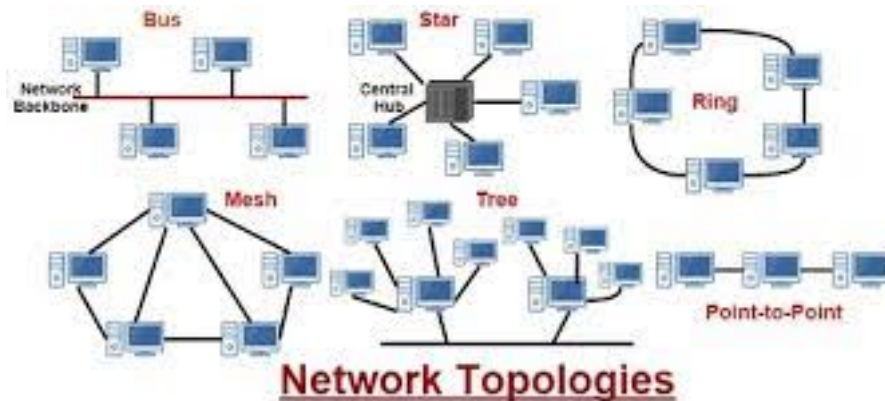
Nome	Descrizione
FTTCab	Fiber to the cabinet, la fibra arriva fno agli armadi e poi arrivano nelle case con i doppini
FTTC	Fiber to the curb, la fibra arriva fino al marciapiede

Nome	Descrizione
FTTB	Fiber to the building, dove la fibra arriva fino al
FTTH	Fiber to the home, dove la fibra raggiunge la singola abitazione

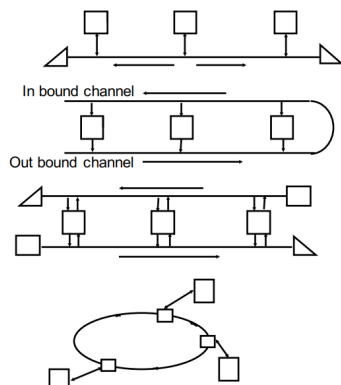
Reti LAN

Per **LAN** (Local Area Network) definiamo un tipo di infrastruttura di telecomunicazioni che consente agli host (dispositivi connessi alla rete) di comunicare in un'area *delimitata* attraverso un **canale fisico condiviso** con un tasso di errore basso e con un elevato bit rate (con velocità di trasmissione alta).

Le LAN sono molto utilizzate per piccole reti, dato il loro prezzo basso e conveniente. Inoltre prediligono il rame come mezzo trasmissivo e non la fibra ottica perchè essendo piccole non possono sopportare un prezzo così alto per poter ottenere delle fibre di tipo FTTH. La loro peculiarità però è la topologia (forma), ne possiamo avere di diverso tipo e questo perchè sono adattabili alle esigenze. Le più diffuse sono quelle a stella, a maglia e gerarchica. Quelle peer-to-peer (punto-punto) vengono utilizzate solo se i terminali sono pochi e quindi non serve un nodo di comunicazione.



- Bus bidirezionale
- Bus unidirezionale
- Doppio bus (dual bus)
- Anello



La seconda immagine invece rappresenta delle **topologie** punto-multipunto, queste sono particolari perchè sono in broadcast, ovvero che ogni messaggio inviato da un host viene visto da tutti gli host della rete ma, solo il destinatario effettivo lo può leggere o vedere il suo contenuto, questo grazie a un protocollo. Questi reti sono importanti perchè lavorano con un solo mezzo trasmissivo, il bus e permettono lo scambio di dati a tutti gli host in una LAN. Un problema di queste reti però rimane la collisione, perchè non esiste un mediatore tra host e bus e quindi, seppur piccola, c'è la possibilità che 2 host trasmettano nello stesso istante e quindi i pacchetti alla fine andranno persi.

Ogni scheda di rete è segnata da un indirizzo **MAC**, che sono dei codici univoci per ogni device così da poter essere riconoscibile all'interno di una rete. Questi indirizzi hanno 48 bit (6 byte) e indicano il

produttore della scheda e le schede presenti nel nostro device. La rappresentazione del mac è in esadecimale e un esempio è: 00-60-b0-78-e8-fd

ARRIVATI FINO A PAGINA 10 LAN

Appunti di laboratorio

La virtualizzazione

Esistono due tipi di virtualizzazione, di tipo 1 e 2. Semplicemente quella di tipo 1 permette di far girare sistemi operativi da "console" in bootstrap, mentre quelle di tipo 2 permette di avviare applicazione per la virtualizzazione già da un sistema operativo.

Tabella con comandi che sarà aggiornata con il tempo. Per aprire il cmd in linux ctrl + alt + t

Nome	Descrizione
man	permette di vedere il manuale del comando (man touch)
history	ti fa vedere la storia (puoi anche usare ctrl + R)
ip	
ip link	
xdg-open nomefile	serve per aprire dei file
touch	per creare dei file
sudo	super user do serve per fare comandi da amministratore
sudo ip addr add 10.0.2.16/24 dev eth0	significa il loro indirizzo ip
sudo ip link add eth0 type dummy	creazione di una nuova rete di tipo dummy