

# Reti di calcolatori

## Definizione di rete di calcolatori

Una rete di calcolatori è un insieme di apparati per il trattamento automatico dell'informazione collegati ad un comune sottosistema di comunicazione al fine di scambiarsi informazioni o per condividere particolari risorse.



H = Host

DTE = Data Terminal Equipment

Per il collegamento si usano semplici cavi collettori (usati spesso per reti locali) o altri apparati più complessi o veloci, quali fibre ottiche, satellite, ponti radio o cavi coassiali.

## Lo scopo della rete.

1. Consentire lo scambio di informazioni es: Posta elettronica
2. Ottenere un certo risparmio economico permettendo a ciascun apparato di una rete di condividere con gli altri l'utilizzo di particolari risorse o perché troppo costose (stampante laser) o perché troppo importanti (es: file) che devono essere accessibili ad altri computer della rete.

## Storia, come sono nate le reti?

Le reti nascono con l'esigenza di collegare più PC tra loro e con le risorse già esistenti (mainframe vecchi con pc nuovi).

Le prime a nascere sono le *reti locali* (1980). Queste reti permettono il collegamento dei vecchi mainframe delle industrie ai nuovi Personal Computer acquistati per gli operatori.

Con la nascita di più reti locali si sente il bisogno di collegare tutte queste tra loro, ecco la nascita delle *reti Geografiche*.

Ma negli anni 90 si integrano i due tipi di reti già esistenti per creare quello che alla fine ha portato alla rete più conosciuta: internet.

Le reti locali geograficamente distanti ma collegate tra loro formano la *inter - rete*.

## Classi di reti di calcolatori

- **Sistema centralizzato**

Quando si ha una sola unità centrale.

1. Personal Computer
2. Mainframe
3. Minicomputer
4. Supercomputer

Esempio di sistema centralizzato: Mainframe collegato a più unità periferiche tutte sotto il suo controllo.

- **Sistema distribuito**

Quando si ha la presenza di più unità centrali.

1. Multicomputers
2. Reti locali
3. Reti metropolitane
4. Reti geografiche

## Classificazione dei sistemi distribuiti

La classificazione di questo tipo di sistema avviene principalmente in base alla distanza tra le varie unità centrali.

- **Multicomputers**

Quando l'area occupata dalle unità centrali possiede un diametro massimo di qualche metro.

Esempio: Di solito si ha l'esempio del BACK PANEL dove le unità centrali distano al massimo qualche decina di centimetri e si dividono i compiti.

- **Reti locali**

Quando l'area occupata dalle unità centrali possiede un diametro massimo di qualche chilometro e sono contenute CASE diversi.

In questo tipo di rete le macchine sono nello stesso edificio o in edifici appartenenti allo stesso caseggiato.

Questo tipo di collegamento consente scambi di informazioni *veloci ed efficienti*.

- **Rete metropolitana**

Quando l'area occupata dalle unità centrali possiede un diametro massimo non superiore a qualche decina di chilometri.

- **Rete geografica**

Quando l'area occupata dalle unità centrali possiede un diametro massimo superiore alla decina di chilometri.

## I parametri di valutazione di una rete locale (LAN)

- **Velocità**

Si misura in bit/sec che ha come unità di misura i MBPS.

- **Efficienza**

Rappresenta il tempo che passa dall'inizio della trasmissione e la fine della ricezione di ogni unità di informazione.

- **Ritardo di transito** = Lunghezza cavo (km) / velocità di trasmissione

- **Tasso di errori**

Rappresenta il valore medio del rapporto tra il numero di bit ricevuti in modo errato ed il numero totale di bit ricevuti per mezzo fisico in una unità di tempo.

Nessun sistema è privo di errori, ma nelle reti locali il ritardo di transito è trascurabile.

Le principali fonti di errori sono i disturbi elettrici provenienti dall'esterno (nelle reti locali sono evitati tramite cablaggio).

- **Tecnologia di trasmissione**

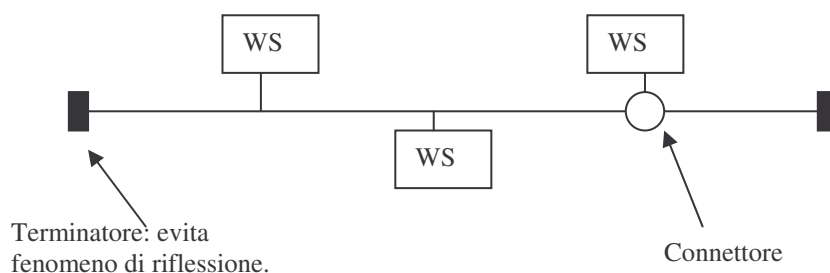
Per le reti Lan è di tipo BROADCAST, ovvero il segnale inviato da una WS viene ricevuto da tutte le altre.

- **Uso di una topologia ben definita.**

## Topologia delle reti di calcolatori

- **A Bus**

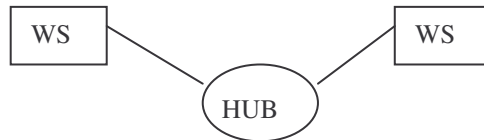
Questo tipo di collegamento richiede un meccanismo di controllo all'accesso del mezzo di trasmissione comune. Tutti i calcolatori sono collegati ad un unico cavo.



- **A Stella**

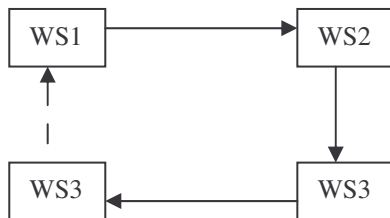
In questo caso troviamo un dispositivo centrale al quale sono collegate tutte le stazioni delle reti.

Le WS per comunicare tra loro invieranno il pacchetto di dati alla HUB che lo trasmetterà a tutte le altre WS le quali lo accetteranno solo se interessate, altrimenti il pacchetto verrà cancellato.



- **Ad Anello (Ring)**

Le stazioni sono collegate tra loro in modo da formare un anello unidirezionale.



## Caratteristiche generali delle reti geografiche (WAN)

Si ricorda che in questo tipo di rete la distanza tra le varie unità centrali supera le centinaia di Km e si estende su intere nazioni, continenti e su tutto il pianeta.

### I parametri di valutazione di una rete geografica

- **Estensione geografica**

Questa è sempre superiore alle centinaia di Km e non ha limite superiore

- **Tipo di sottosistema di comunicazione utilizzato**

Utilizzano sistemi di telecomunicazione di proprietà dei concessionari pubblici.

- **Velocità di trasferimento**

Questa è minore dei MBPS e anche qui si misura in bit / sec.

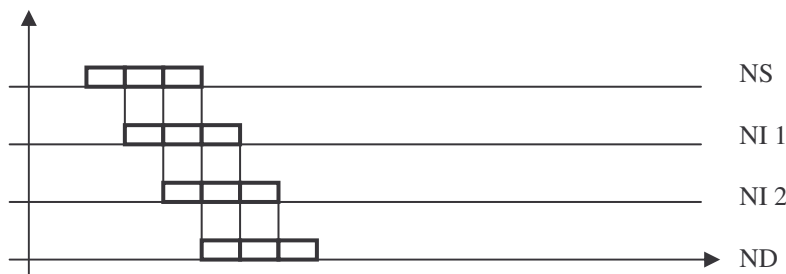
- **Tasso di errore**

In queste reti non è trascurabile (1 bit ogni mille. Questo implica il fatto che è necessario intraprendere azioni di controllo sui pacchetti per rilevare la presenza di errori e correggere le trasmissioni errate. Questi controlli riducono ulteriormente le velocità di trasmissione.

- **Tecnologia di trasmissione**

In queste reti, a differenza che nelle reti locali, si usa una trasmissione **punto a punto** dove i dati vengono trasmessi da una WS ad un'altra. Se il sistema sorgente non è collegato direttamente al sistema destinatario si utilizzano nodi intermedi. I vari nodi intermedi una volta ricevuto il pacchetto, lo controllano e se non sono interessati lo rinviano. Questo tipo di trasmissione è soggetto al **problema dell'instradamento** infatti se i SW utilizzati dai vari nodi intermedi non è buono il pacchetto potrebbe non arrivare a destinazione ed entrare in un loop infinito nella rete.

Per rendere la trasmissione più veloce si usa dividere il pacchetto in tanti pezzi tutti di misura uguale inviandoli uno dopo l'altro. Ad ogni pacchetto verrà attribuito un nuovo campo contenente l'indirizzo di destinazione. In questo modo le trasmissioni sono velocizzate e rese più sicure. Il tempo di ritardo di transito sarà n volte inferiore.



- **Tipologia**

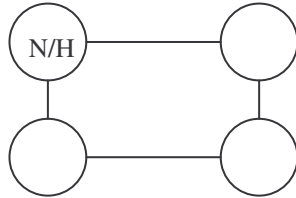
Anche qui abbiamo vari tipi di tipologia.

## Tipologia delle reti geografiche WAN

- **Ciclo**

La comunicazione è bidirezionale e sempre punto a punto. Ogni pacchetto prima di essere trasferito deve essere ricevuto completamente ed elaborato.

Questa tipologia ha  $L(\text{numero di linee di inter - connessione}) = N(\text{Nodi}) = H(\text{Host})$ .



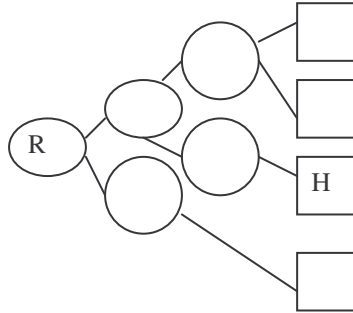
- **Albero**

I nodi sono collegati in forma gerarchica.

Host = foglie dell'albero; ospiti in quanto ospitano programmi applicativi utente.

Router = Nodi intermedi; hanno il compito di instradare i msg da H sorgente a H destinazione.

$L = N - 1$



- **Maglia**

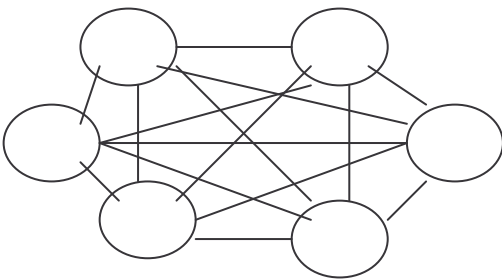
Questa tipologia si divide in due categorie: maglia completa e maglia incompleta

- **In una maglia completa** ogni coppia di nodi è collegata direttamente da una linea di c.

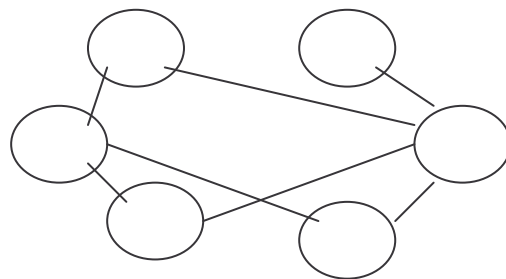
$L = (N(N - 1))/2$  Questo implica un costo molto elevato

- **In una maglia incompleta** esistono coppie di nodi non collegate direttamente .

$N < L < (N(N - 1))/2$



Maglia completa



Maglia incompleta

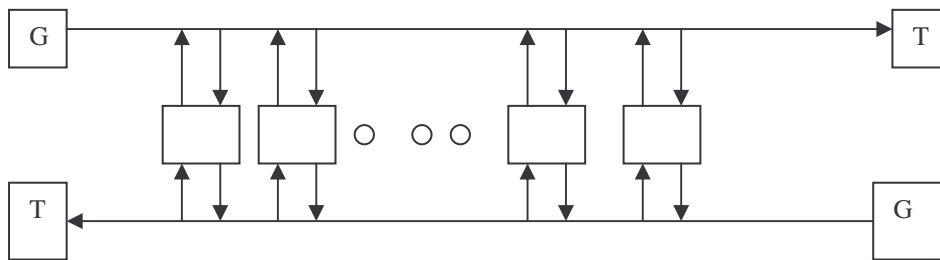
## LE RETI METROPOLITANE (MAN)

### Caratteristiche delle reti metropolitane:

- **Estensione**  
Queste reti hanno una estensione geografica al massimo di qualche decina di chilometri (di solito area di una città).
- **Sottosistema di comunicazione**  
Come per le reti geografiche ( WAN) le reti metropolitane usano sistemi di telecomunicazione di proprietà dei concessionari pubblici.
- **Velocità di trasferimento**  
Quasi elevate come quelle delle reti locali (LAN), girano attorno ai 10 MBPS
- **Ritardo di transito e tasso di errore trascurabili**
- **Tecnologia di trasmissione**  
BROADCAST LIMITATO
- **Topologia**  
*A doppio Bus* ( DQBS = Distributed Queue Dual Bus, ovvero coda distribuita su un doppio bus.)

### DQBS

Tutte le stazioni sono collegate ad un bus con una coppia di linee di connessione.



Nel Bus il segnale è unidirezionale e agli estremi finali abbiamo dei terminatori (T) che evitano fenomeni di riflessione. I generatori (G), invece, trasmettono le celle di comunicazione le quali verranno catturate, scritte e rispedito.

Una cella in genere ha una capacità di contenimento dati pari a 50 byte.

La cattura e la scrittura vengono svolte senza ritardo di transito.

Le celle non sono altro che una variazione di segnale in un cavo coassiale.

### I problemi di questa tipologia

Servono due bus per poter collegare tutte le stazioni, usandone uno solo le stazioni di posto n-i non riceveranno mai le informazioni inviate dalle stazioni di posto n.

Serve simulare la FIFO per evitare che la stazioni più vicina al generatore occupi tutte le celle.

## Principali funzioni di una rete di calcolatori

- **Identificazione dei soggetti della comunicazione**  
Ovvero riconoscere indirizzo del mittente (*indirizzo sorgente*) e l'indirizzo del destinatario (*indirizzo di destinazione*).
- **Instradamento dei messaggi**                    (*ROUTING*)  
Questa è fondamentale per tutte le reti che utilizzano come tecnologia di trasmissione la PUNTO A PUNTO.
- **Segmentazione**  
Suddivisione dei messaggi inoltrati in pacchetti o segmenti
- **Assemblaggio**  
Da parte del sistema di destinazione dei pacchetti o segmenti ricevuti
- **Incapsulamento nei vari pacchetti o segmenti dei messaggi dei dati e delle informazioni di controllo**  
Esempio: inserisco il numero del segmento o pacchetto per rendere possibile la ricostruzione del messaggio originale al sistema di destinazione.
- **Estrazione dei dati e delle informazioni di controllo dall'area dati dei pacchetti o segmenti ricevuti**  
Praticamente l'opposto dell'incapsulamento. Con questa operazione vengono letti i numeri d'ordine dei vari pacchetti o segmenti ricevuti.
- **Bloccaggio di più messaggi in un pacchetto o segmento unico**  
Se ho il campo contenente i dati più piccolo del campo contenente le informazioni di controllo il sistema blocca nello stesso campo dati più messaggi provenienti o destinati anche a stazioni diverse.
- **Sbloccaggio del pacchetto o segmento ricevuto in più messaggi**  
È l'opposto del bloccaggio
- **Rilascio dei segmenti o dei pacchetti ricevuti nello stesso ordine di inoltro**  
Se i pacchetti o segmenti inviati dal sistema sorgente arrivano al sistema di destinazione con un ordine differente questo dovrà elaborare i vari pacchetti riordinandoli per ricomporre il messaggio originale.
- **Controllo del flusso dei dati trasmessi**  
Il flusso viene controllato per evitare che il sistema sorgente invii più pacchetti di quanti il sistema destinazione non possa ricevere e quindi portare alla stessa velocità di trasmissione i due sistemi.
- **Gestione di tutti gli altri errori di trasmissione**  
Per la gestione degli errori di trasmissione viene usato uno standard logico particolare.  
**L'architettura logica** di tutte le moderne reti è suddivisa in un certo numero di **strati**.

Numero di strati:

1. Creare un elenco di tutte le funzioni da svolgere
2. Ordinare tutte le funzioni in base al livello di astrazione relativo a ciascuna funzione.
3. Associare le varie funzioni appartenenti ad uno stesso livello di astrazione ad uno strato ben definito dell'architettura logica.

Queste operazioni servono per rispettare il modello di riferimento ISO creato apposta per l'interconnessione di sistemi aperti.

**Sistema aperto:** Qualsiasi sistema di trattamento dell'informazione la cui architettura logica sia conforme a questo modello.

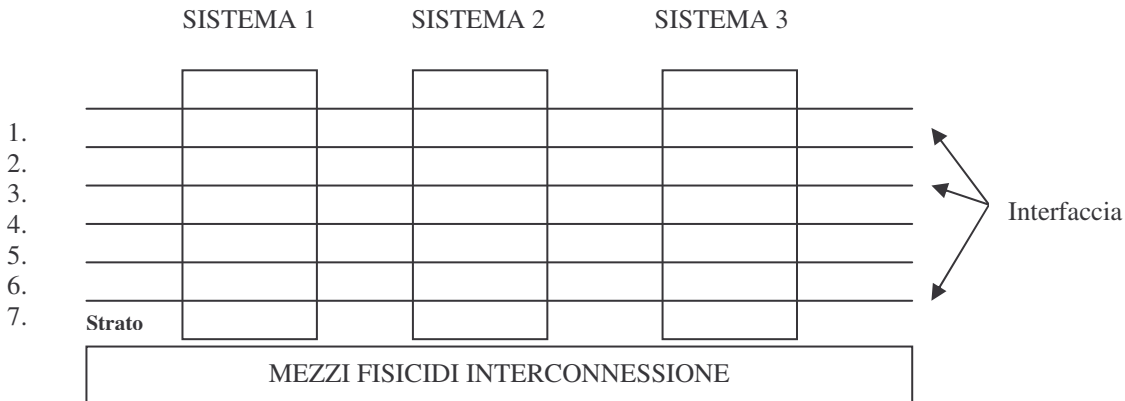
## IL MODELLO DI RIFERIMENTO PER L'INTERCONNESSIONE DI SISTEMI APERTI (MODELLO ISO 7498)

Questo modello è stato emesso nel 1984, esso specifica il modello da seguire per progettare qualsiasi tipo di rete per garantire a tutti i produttori la reciproca interconnettività.

Questo è un modello di architettura logica a 7 strati.

Ciascuno strato svolge un determinato insieme di funzioni (**entità**) di comunicazione dello stesso livello di astrazione.

I nomi dei livelli di astrazione sono: **Strato Fisico** (per operazioni a basso livello, svolge solo trasmissione dati su mezzo fisico.), **S. Di Collegamento**, **S. di Rete**, **S. di Trasporto**, **S. di Sessione**, **S. di Presentazione**, **S. di Applicazione** (operazioni ad alto livello, ovvero applicazioni per utente).



Ogni piano rappresenta un componente HW o SW del sistema.

Questi componenti svolgono funzioni di comunicazione di un particolare strato del modello.

**Strato:** insieme di tutte le entità.

Per questo modello i primi due strati sono composti da componenti HW.

Le varie funzioni di comunicazione o entità di uno stesso strato, ma appartenenti ad sistemi diversi sono dette **entità pari**.

La comunicazione tra le entità pari del primo strato sono dette **comunicazioni**; tutte le comunicazioni riguardanti strati più alti sono dette **comunicazioni virtuali**.

Ogni strato fornisce alle entità dello strato successivo un servizio, o un insieme di servizi di comunicazione attraverso l'**interfaccia** di tale strato.

Le entità dello strato fisico non possono far uso di nessun servizio di comunicazione, possono però comunicare direttamente tra di loro.

Per permettere a tutte le entità pari dei diversi strati di comunicare correttamente tra loro è necessario che queste rispettino un insieme di regole. *Questo insieme di regole comuni a tutte le entità pari di uno stesso strato* viene detto **protocollo di comunicazione** di tale strato.

Per questo modello abbiamo bisogno di almeno 7 protocolli.



## II COMPITI SVOLTI DA CIASCUNO STRATO DEL MODELLO PER L'ITERCONNESSIONE DI SISTEMI APERTI (MODELLO IS7498)

### STRATO DI APPLICAZIONE

Il **compito principale** di questo strato è quello di fornire i servizi di comunicazione direttamente agli utenti, oppure alle applicazioni degli utenti di una rete di calcolatori.

*Esempi:*

Posta elettronica  
Accesso a sistemi remoti  
Trasferimento di files  
WWW (Web browser)

Queste **applicazioni** sono **distribuite**, in altre parole, sono più programmi eseguiti su macchine diverse. Queste sono di due tip:

1. **CLIENT**  
Queste operano come interfaccia tra utenti dei servizi e le applicazioni di tipo server.
2. **SERVER**  
Queste offrono i servizi di applicazione (esempio WWW da Web Server)



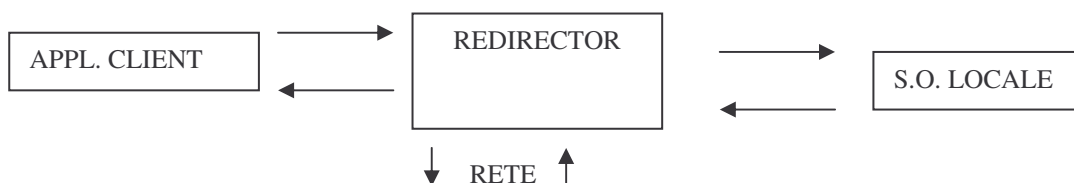
I messaggi scambiati dalle applicazioni distribuite si dividono in due categorie:

1. **RICHIESTE**  
inviata dal client al server
2. **RISPOSTE**  
Inviata dal server al client

Di solito le applicazioni server sono in grado di comunicare con più client. Tutte le applicazioni server sono multiprogrammate (multitreading). Tutte le comunicazioni sono controllate da protocolli.

Esistono delle **applicazioni** che pur **non** essendo **distribuite** permettono di accedere alle risorse di altri sistemi della rete come se fossero risorse locali della macchina sulla quale si sta lavorando. Questo tipo di applicazioni vengono chiamate **REDIRECTOR**.

I **REDIRECTOR** sono componenti dello strato di applicazione che permettono ai programmi applicativi degli utenti di accedere alle risorse di calcolatori remoti nello stesso modo in cui è possibile accedere alle risorse di un calcolatore locale.

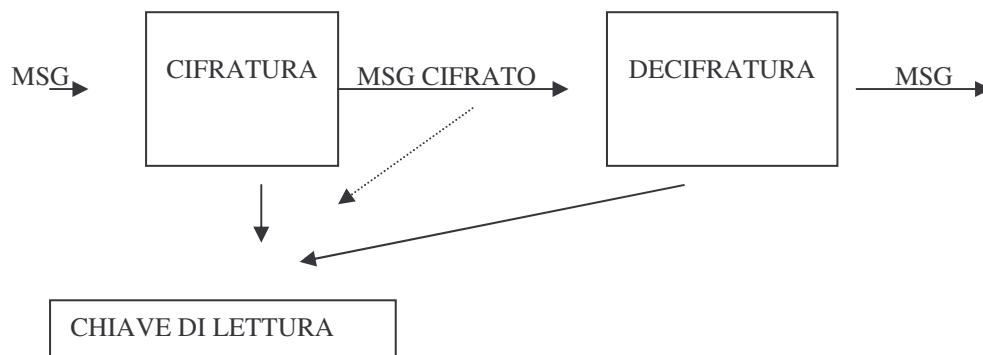


## STRATO DI PRESENTAZIONE

L'operazione principale di questo strato è fornire alcuni servizi alle entità dello strato applicativo.

I servizi forniti sono di presentazione, come:

1. **Conversione** tra differenti formati e codici di rappresentazione delle informazioni (es: convertire un codice in un altro).  
Questi servono per far comunicare correttamente più calcolatori di marche differenti che usano formati di rappresentazione diversi.
2. **Compressione e decompressione** dei files perché spesso i file vengono compressi per aumentare l'efficienza della comunicazione.
3. **Cifratura e decifratura** dei messaggi.  
Questo per permettere all'utente destinatario di leggere correttamente i dati che gli sono pervenuti.  
Per cifrare un messaggio si usano degli algoritmi.



La chiave di lettura è una sequenza di 128 bit.

## STRATO DI SESSIONE

Il compito principale di questo strato è di sfornire servizi di sessione alle entità dello strato di presentazione.

**DEFINIZIONE DI CONNESSIONE:** Per connessione si intende una associazione tra 2 punti di accesso ai servizi di comunicazione di uno strato da parte di utenti e di sistemi diversi; ovvero canale di comunicazione virtuale tra coppie di utenti del servizio di uno strato.

Il modello OSI dice che deve essere attivata più di una connessione

I servizi di sessione sono:

1. **Stabilire, mantenere e terminare** una connessione di sessione tra coppie di utenti  
Tutti i dati inoltrti devono arrivare a destinazione privi di errori e nello stesso ordine di trasmissione.
2. **Controllo del dialogo** tra gli utenti  
È la funzione che regola il dialogo tra gli utenti di una sessione.
3. **Sincronizzazione del dialogo**  
Stabilisce punti di sincronizzazione tra mittente e destinatario durante una connessione di sessione.  
In tali punti entrambi gli utenti salvano una copia di tutte le informazioni inoltrate nella connessione, in questo modo, se dovesse esserci una interruzione la connessione potrà poi riprendere da dove era stata interrotta.

I compiti dei primi tre strati, quelli di livello più alto, sono legati ai problemi degli utenti e delle loro applicazioni. I compiti degli strati a livello più basso sono invece legati alla risoluzione dei problemi relativi alla rete. Tra i due gruppi di strati (alto e basso livello) troviamo lo strato di trasporto.

## **Strato di trasporto**

Questo svolge il compito di nascondere alle entità degli strati superiori gli aspetti relativi alle caratteristiche ad al funzionamento delle reti di calcolatori.

Interfaccia gli strati di alto livello con quelli di basso livello.

Deve rendere il sistema affidabile ed efficiente indipendentemente dal tipo di rete utilizzata.

Compiti svolti:

### **Segmentazione e assemblaggio dei messaggi.**

Questo perché ogni rete è caratterizzata da una lunghezza massima per i messaggi che deve trasmettere, allora lo strato di trasporto segmenta i messaggi a seconda della rete.

Questo è utile anche agli strati di alto livello, infatti non devono preoccuparsi di compiere tale operazione.

### **Gestione degli errori**

Si parla degli errori di trasmissione dei pacchetti, causati dagli strati di basso livello.

Possono essere: errori di duplicazione, di ricezione (i pacchetti vengono ricevuti in ordine diverso dall'ordine di invio).

Lo strato deve garantire all'utente un servizio di comunicazione immune agli errori.

### **Controllo de flusso**

## **Strato di rete**

### **Principali compiti:**

#### **Instradare tutti i pacchetti verso la loro destinazione.**

Questa operazione deve essere svolta in modo cooperativo da tutti i nodi della rete.

Ogni **router** deve essere in grado di scegliere su quale linea di comunicazione ritrasmettere ciascun pacchetto ricevuto.

Se arrivano troppi pacchetti ed il nodo non riesce ad instradarli siamo in una fase detta **CONGESTIONE**.

#### **Gestione delle congestioni**

Questa serve per non perdere i pacchetti.

Se un router si accorge che sta per raggiungere il limite di congestione chiede agli host da cui provengono i pacchetti di rallentare o sospendere la loro frequenza di invio.

#### **Collegare tra loro reti eterogenee**

Si ricorda che un insieme di reti eterogenee viene detto interrete.

## **Strato di collegamento**

Sembra simile a quello di trasporto, l'unica differenza sta nel fatto che questo strato controlla i nodi collegati allo stesso mezzo fisico.

### **I principali compiti**

#### **Gestire gli errori di trasmissione**

Si gestiscono gli errori provocati sul mezzo fisico. Anche in questo caso si gestiscono errori come corruzioni, perdite e duplicazioni.

#### **Controllo del flusso**

#### **Controllo dell'accesso al mezzo fisico**

Se un mezzo fisico è comune a più stazioni e queste trasmettono contemporaneamente si entra in

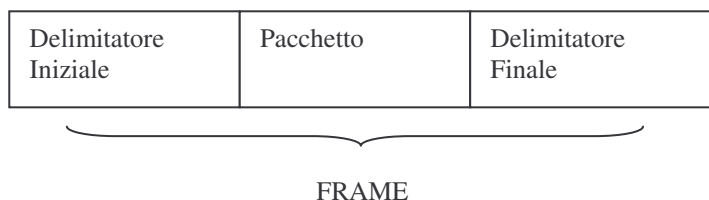
**COLLISIONE**.

Per evitare le collisioni questo strato svolge una funzione di controllo sul dialogo tra le varie stazioni.

Per evitare le collisioni lo strato di collegamento svolge delle funzioni per fare in modo che una sola stazione alla volta possa accedere al mezzo fisico.

### Delimitatore dei pacchetti

Il mezzo fisico non è in grado di riconoscere i punti di inizio e di fine di ciascun pacchetto. I pacchetti vengono delimitati utilizzando una serie di bit che segnano l'inizio e la fine.



## COMPITI DELLO STRATO FISICO

### Attivare, mantenere e disattivare una connessione fisica.

Le **connessioni fisiche** sono dei canali di comunicazione reali tra due o più sistemi di elaborazione. I blocchi di informazioni rilasciati da una connessione fisica sono i bit.

### Delimitare la trasmissione di ogni bit

Per far conoscere al ricevitore quando inizia e quando finisce la trasmissione di ogni bit si usano dei delimitatori. Questo processo viene detto anche **SINCRONIZZAZIONE dei ricevitori con la stazione trasmittente**.

### Trasmettere e ricevere bit sul mezzo fisico

Bit è un concetto astratto perché sul mezzo fisico non vengono trasmessi bit ma segnali.

**Segnale:** Grandezza fisica che rappresenta una informazione.

TIPI DI SEGNALE	TIPI DI MEZZI FISICI
Segnale di tipo elettrico. Passano particolari livelli di tensione o variazioni di livello	Rame o materiale conduttore elettrico
Segnale di tipo ottico, ad impulsi luminosi	Fibre ottiche
Onde elettromagnetiche	Spazio vuoto (paradossalmente mezzo di comunicazione.)

## Reti locali

### Storia

Le reti locali sono state le prime reti usate ed attualmente rappresentano la maggior parte di reti di calcolatori.

Dal punto di vista della **struttura logica** le reti locali presentano alcune caratteristiche particolari.

Ad esempio le reti locali non hanno problemi di instradamento in quanto tutti i terminali sono collegati allo stesso mezzo fisico, infatti lo strato di rete in queste reti è quasi assente.

Presenta invece particolare importanza la funzione di controllo d'accesso al mezzo fisico, necessario per disciplinare l'accesso alla rete per evitare che più stazioni trasmettano contemporaneamente.

### LE TECNICHE DI ACCESSO AL MEZZO FISICO

Sono di due tipi:

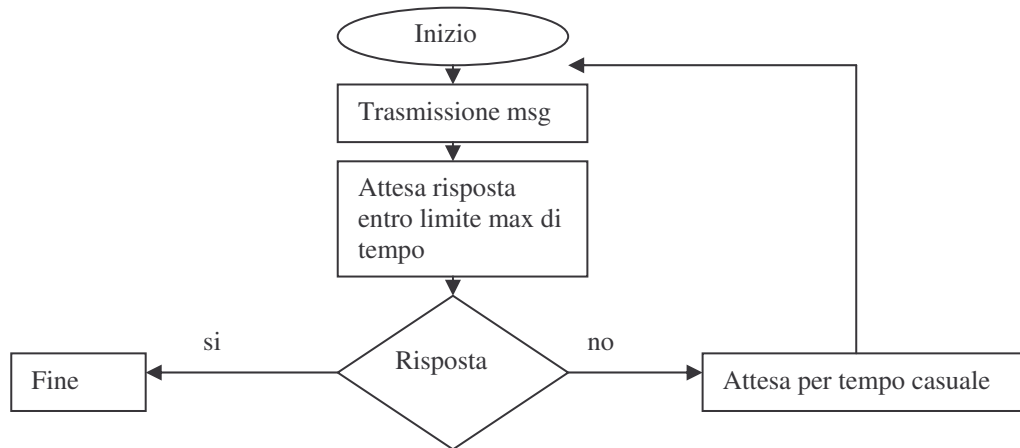
#### Tecniche deterministiche

Disciplinano l'accesso al mezzo fisico facendo in modo che in ogni istante una sola stazione sia abilitata a trasmettere.

### Tecniche non deterministiche

Non impongo alcun vincolo alle stazioni della rete sugli istanti in cui possono trasmettere, è perciò possibile che più stazioni trasmettano sul mezzo fisico contemporaneamente. Queste non eliminano le collisioni, ma ne diminuiscono la probabilità. La tecnica più usata è la tecnica **ALOMA**. Questa permette ad ogni stazione che necessita di trasmettere un msg l'invio immediato.

### Algoritmo di trasmissione di una stazione sorgente



Saturazione mezzo fisico: All'aumento del numero di stazioni aumenta la probabilità che più stazioni trasmettano Frame contemporaneamente nel mezzo fisico.

Per evitare la saturazione si usa la tecnica CSMA / CA (vedi avanti)

### Tecniche deterministiche

Si dividono in

- TOKEN PASSING RING** (Per topologia ad anello)
- TOKEN PASSING BUS** (Per topologia a bus)

### Tecniche non deterministiche

Si dividono in

- CSMA / CA** (Reti locali senza fili)
- CSMA / CD** (Per tipologie a Bus ed a stella)

### TOKEN PASSING RING

Per reti con topologia ad anello. Qui il ritardo di transito è uguale a  $(n-1) * 1 / V_{tr}$ . Dal punto di vista logico è come se tutti i terminali ricevessero il segnale contemporaneamente. È importante controllare le collisioni.

Per risolvere tale problema si fa uso di un GETTONE o TOKEN

Il GETTONE è una **sequenza di bit** che gira sull'anello. Quando una stazione deve trasmettere un FRAME blocca il gettone ed inizia a trasmettere il messaggio. Il gettone viene rilasciato solo quando la stazione sorgente riceve il messaggio che aveva precedentemente inviato.

Questo metodo comporta la presenza di due stati: **Stato di riposo** (Nella rete gira solo il gettone) e **Stato di trasmissione** (gira un frame)

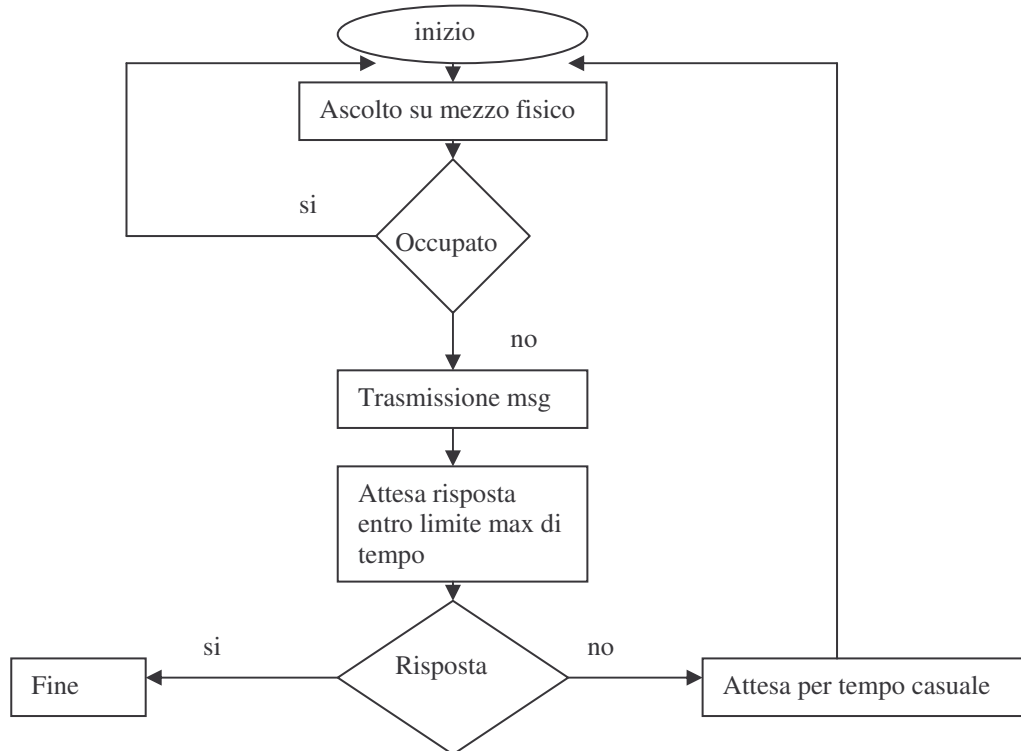
### TOKEN PASSING BUS

Si applica per controllare l'accesso al mezzo fisico da parte di una rete con tipologia a bus.  
Viene stabilito un ordinamento logico di tipo circolare tra le stazioni. Tale ordinamento non dipende dall'ordine fisico dei vari terminali.  
Anche qui circola un gettone. Il gettone verrà tolto dalla rete solo dalla stazione destinazione la quale, se non ha altri frame da inviare, lo libera.

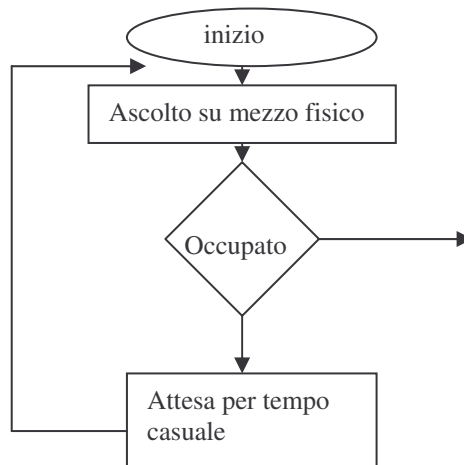
**TECNICA CSMA / CA**  
(Carrier Sense Multiple Acces / Collision Avoidance)  
(rilevamento del segnale portante)

**PERSISTENTE**  
**pèrchè continua ad ascoltare il mezzo fisico.**

Queta tecnica obbliga le stazioni, prima di trasmettere, di verificare la presenza di eventuali segnali al mezzo fisico.



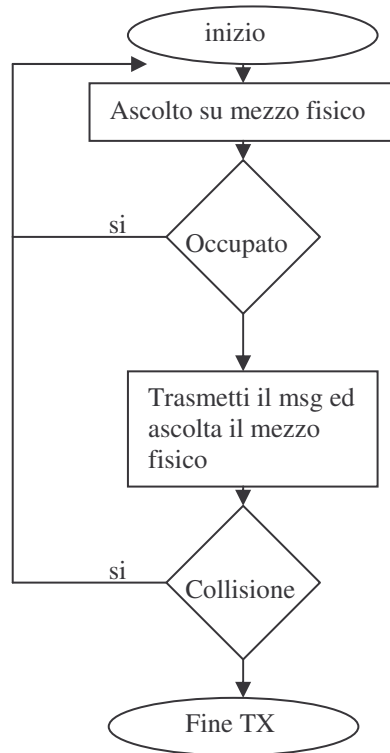
Non persistente



**TECNICA CSMA / CD**  
(couriersense Multiple Acces / collision detection)

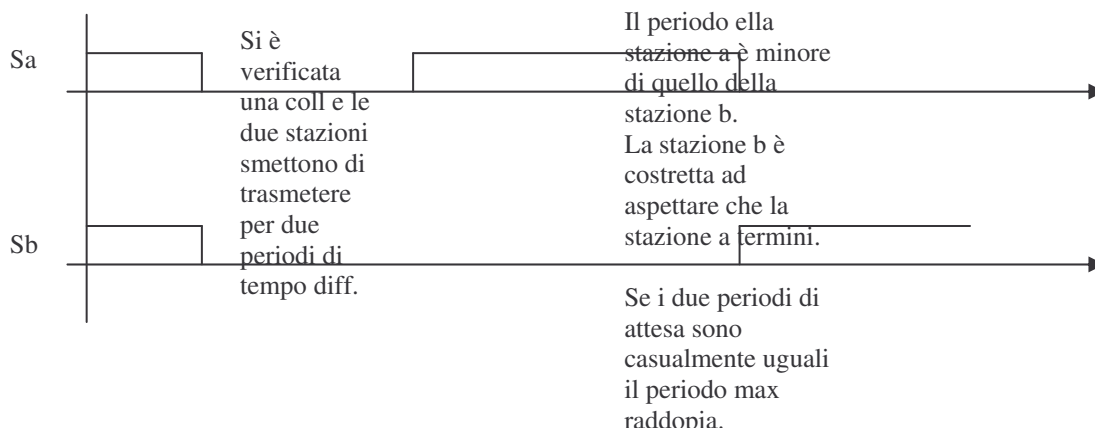
Ogni stazione in fase di trasmissione continua ad ascoltare il segnale presente sul mezzo fisico confrontandolo con quello che sta trasmettendo. Se i due segnali sono diversi la stazione che stava trasmettendo rileva una collisione. In questo caso interrompe subito la trasmissione.

**Algoritmo di trasmissione**

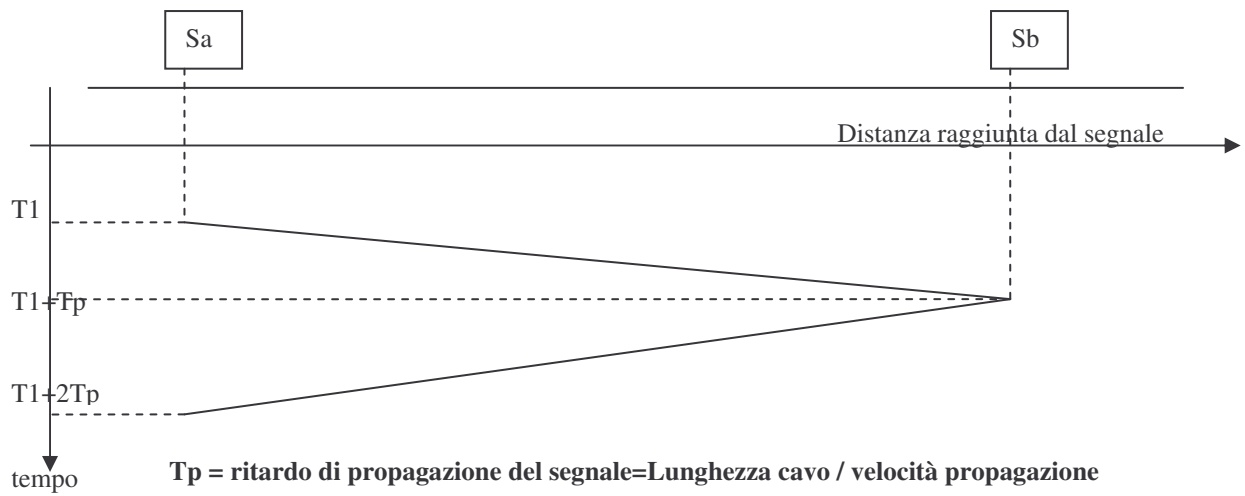


N.B. Nelle reti locali lo strato di collegamento viene diviso in due sottostrati:  
 LOGICAL LINK CONTROL (LLC) Svolge funzioni di livello superiore (gestioni errori di TX)  
 MEDIUM ACCES CONTROL Controlla l'accesso al mezzo fisico (Gestione accesso al mezzo fisico)

**In caso di collisione**



### Gli inconvenienti



**La condizione necessaria e suff.** Perché sia possibile che una stazione si accorga di una collisione è che la durata della trasmissione di un msg sia maggiore di  $2T_p$ , ovvero **Lunghezza msg /  $V_{tr} > 2t_p$**

**Lunghezza cavo  $< L_{msg} / V_{tr} * \frac{1}{2} * \frac{2}{3} \text{Velocità della luce (velocità prop)} = 5120 \text{ metri}$**



## STANDARD ISO 8802 O IEEE 802

L'ISO ha accettato come **standard internazionale per la definizione dell'architettura delle reti locali** lo standard creato dalla IEEE, membro dell' ANSI, membro dell'ISO.

Questo standard è composto da un certo numero di parti:

**Parte 1.** Gestione interconnessione delle reti locali

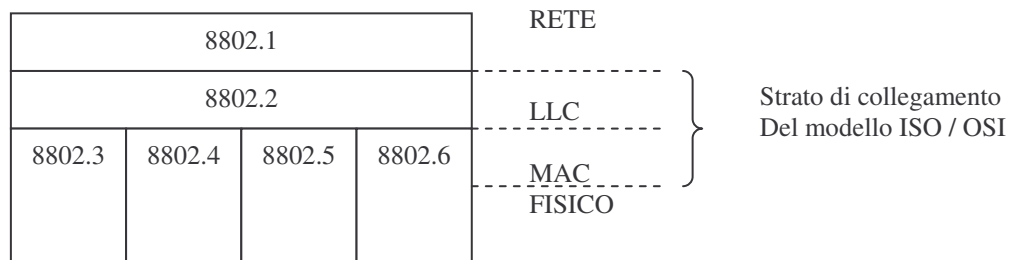
**Parte 2.** Definisce strato LLC (parte di più alto livello dello strato di collegamento)

**Parte 3.** Definisce strato **fisico e MAC** (parte di più basso livello dello strato di collegamento) delle reti locali che usano la tecnica CSMA / CA

**Parte 4.** Definisce strato fisico e MAC delle reti locali di tipo Token BUS

**Parte 5.** Definisce strato fisico e MAC delle reti locali di tipo Token RING

**Parte 6.** Definisce strato fisico e MAC delle reti metropolitane (DQDB)



### Lo standard IEEE 802.3 ISO 8802.3

È da premettere che la maggior parte delle reti locali usa come tecnica di accesso al mezzo fisico la csma/cd.

Questa prevede l'impiego di un certo numero di mezzi fisici alternativi, ognuno con una propria sigla:

1. 10 BASE 5
2. 10 BASE 2 alternativa a quella precedente
3. 10 BASE T
4. 10 BASE F

**10 base 5** rappresenta un **cavo coassiale RG8** (con impedenza caratteristica pari a 50 Ohm e con un diametro di 1cm).

Questi sono impiegati in reti chiamate **THICK NET**.

La **lunghezza massima** è pari a **500 metri** e **non** è possibile il collegamento di **più di 100 stazioni**.





Ogni stazione è collegata direttamente al cavo attraverso uno speciale dispositivo chiamato **TRANSCEIVER**.

Il **transceiver** svolge il compito di trasmettere e ricevere il segnale sul mezzo fisico.

Il segnale sul mezzo fisico rappresenta il bit di informazione in base a una particolare codifica di segnale chiamata **MANCHESTER**.

**La tecnica Manchester**

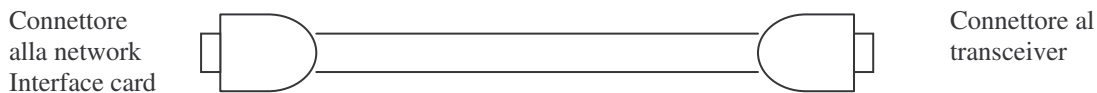
BIT	SEGNALE
0	
1	

In questa tecnica il  $T_b$  (periodo di cifra) = 0,1 micro secondi  
 in un secondo si possono trasmettere  $1-0.1 * 10^6$  bit con  $V_{tr}=10*10^6$  bit/sec o 10MBPS

Sul cavo coassiale viaggiano i segnali elettrici; mentre sul cavo che collega le stazioni (AUI) viaggiano i bit (segnale di informazione).

**IL CAVO AUI (Attachment Unit Interface)**

Questo non puo superare i 50 metri



(NIC)



Svolgono i compiti dello strato di collegamento.

**Inconveniente: Molto costoso e poco flessibile.**

**SPECIFICA 10 BASE 2**

Cavo coassiale di tipo Rg 58 (50 Ohm e diametro di 5 mm) molto economico e flessibile. Per questo viene usato in reti THIN NET. I collegamenti tra le varie stazioni deve essere massimo massimo di 200 metri e non può collegare più di 30 stazioni.

Il Transceiver in questo tipo di reti è incorporato nella scheda di rete.

Il connettore usato non è piu quello per i cavi AUI, ma è chiamato connettore BNC. Questo a differenza del connettore per i cavi AUI è collegato direttamente al bus.

I terminatori del bus sono chiamati TAB è sono costituiti da una resistenza chepermette di evitare i fenomeni di riflessione.

**UNA CARATTERISTICA DELLE RETI CSMA / CD**

Nessun messaggio può essere minorei di 64 byte = 512 bit.  
 Da questo ricaviamo che  $L_{seg} < 1/3C*512/10MBSP=5.12Km$   
 Ovviamente se teniamo conto di vari errori dovuti alle interferenze la  $L_{seg}$  è molto minore, all'incirca 2.5Km.

**LO STANDARD IEE 802.3**

Fino ad ora si è visto che con reti collegate tramite RG8 e RG58 la lunghezza massima del segmento di bus è limitata a 500m e 200m . Per ovviare il problema si usano dei **RIPETITORI**, ovvero dei dispositivi elettronici in grado di rigenerare i segnali ricevuti.

Per rigenerare i segnali si usa la regola 5.4.3.2.1 (o meglio un insieme di regole) .

**Il numero 5** indica che una coppia di stazioni qualsiasi di una rete locale non può essere divisa da più di 5 ripetitori. I ripetitori sono dispositivi analogici e non riescono quindi ad interpretare il messaggio. Il segnale **catturato è riequalizzato** (riproduce la forma originaria dell'onda) **e amplificato**.

**Il numero 4** indica che tra due stazioni qualsiasi in una LAN non ci possono essere più di 4 ripetitori.

I ricevitori sono collegati al bus tramite cavi AUI, no transceiver.

**Il numero 3** indica che solo a 3 segmenti di bus possono essere collegate stazioni.

**Il numero 2** indica che a 2 segmenti di bus non possono essere collegate stazioni.

**Il numero 1** indica il numero di **domini di collisione** della rete.

**Dominio di collisione:** è la parte della rete soggetta a collisioni generate da una qualunque stazione. L'insieme delle stazioni interessate alle collisioni rappresentano il dominio di collisione.

### **SPECIFICA 10 BASE T**

Questo prevede come specifica il cavo UTP.

Gli UTP sono divisi in categorie, per queste reti si usano cavi di categoria  $\geq 3$  perché riescono a tenere i 10 mbps

Per consentire i collegamenti delle varie stazioni si usano gli **HUB** (reti a stella).

La lunghezza massima dei cavi utilizzati per i vari collegamenti è di 100m.

L'Hub riceve il segnale da una stazione ed essendo un dispositivo di tipo analogico lo invia a tutte le stazioni collegate, perché non è in grado di decifrare il messaggio. Gli HUB sono anche detti ripetitori a più porte.

I connettori usati per gli HUN sono gli **RJ45**

È possibile collegare anche diversi tipi di segmento

### **SPECIFICA 10 BASE F**

Questa prevede come mezzo fisico la fibra ottica. Con una fibra ottica la lunghezza massima del segmento arriva a 2 Km.

La fibra ottica va collegata a modem ottici. Questi convergono i segnali luminosi in segnali elettrici.

### **SPECIFICA 10 BASE FX**

È molto simile alla 100 BASE T. Anche questa ha HUB solo che la **velocità di trasmissione** è di 100 MBPS. Si usano cavi UTP di categoria 5 o superiore.

## **Lo stato di collegamento delle reti locali (IEE 802)**

A volte capita che il dominio di collisione sia troppo esteso e quindi difficile da controllare. È d'uso, quindi, dividere il dominio di collisione in più parti. Per compiere tale operazione si usano dei dispositivi che operano a livello di collegamento.

Lo stato di collegamento delle reti locali si divide in due parti:

1. LLC (Logic Link Control)
2. MAC (Media Access Control)

I compiti dello stato LLC:

- Rilevare e gestire gli errori di trasmissione dei dati
- Controllare il flusso dei dati tra due coppie di stazioni qualsiasi della rete

I compiti dello stato MAC:

- Gestire l'accesso al mezzo fisico
- Delimitare ogni blocco di dati
- Assemblare i blocchi da trasmettere

- Disassemblare i messaggi ricevuti dalla rete.

**Come sono assegnati e che struttura hanno  
gli indirizzi delle stazioni di una rete  
secondo lo standard IEE 802**

Gli indirizzi a livello di collegamento sono di tipo FISICO.  
Gli indirizzi fisici definiti dallo standard IEE 802 sono di 48 bit ovvero 6 bytes.

Il bit più significativo (il numero 47) rappresenta il tipo di indirizzo:

- Se il bit vale **0** l'indirizzo è **individuale** (unicast), ovvero appartiene ad una sola stazione.
- Se il bit vale **1** l'indirizzo è di **gruppo**, ovvero appartiene ad un gruppo di stazioni.

**Gli indirizzi di gruppo sono di due tipi:**

- **Indirizzi Broadcast** Specifica l'indirizzo valido per tutte le stazioni della rete. Qualsiasi stazione della rete che riceve un messaggio con indirizzo di destinazione di tipo broadcast lo acquisisce.
- **Indirizzi Multicast** Sono associati ad un particolare sottoinsieme di stazioni della rete. Vale a dire che solo le stazioni che appartengono al sottoinsieme associato ad un particolare indirizzo di tipo multicast acquisiscono il messaggio.

**Gli indirizzi di tipo unicast**

Come già detto in precedenza il bit più significativo (47) è posto a 0.  
Il secondo bit più significativo (46) specifica se l'indirizzo è di tipo **globale** o **locale**:

- Se il **bit vale 0** si identifica un **indirizzo globale**
- Se il **bit vale 1** si identifica un **indirizzo locale**

Gli **indirizzi globali** hanno un significato universale, a differenza di quelli **locali** possono essere usati per specificare stazioni diverse di diverse reti locali.

Inoltre mentre **l'indirizzo locale è assegnato dall'amministratore** della rete **quelli globali sono assegnati dall'IEE**.

IEE assegna ad ogni organizzazione un OUI (Organization Unit Identifier) composto da 16 bit.

Le Organizzazioni a loro volta assegnano ad ogni interfaccia di rete un LAA (Localy Administrator Address) di 24 bit.)

47	46	45	24	23	0
0	0	OUI		LAA	

Gli indirizzi locali sono definiti dall'amministratore della rete e pertanto due stazioni di reti diverse possono avere uguali indirizzi fisici. Gli indirizzi globali sono stati inventati per non ricorrere in questi problemi.

OUI viene assegnato dallo stesso IEEE all'associazione che lo richiede: tramite questo indirizzo infatti si può risalire alla ditta produttrice.

LAA, invece, viene definito dall'organizzazione che ha prodotto la scheda.

**LE MAC FRAME**  
In base alla specifica IEEE 802.3

La mac frame è divisa in campi:

**PREAMBOLO**

il primo campo, detto anche PREAMBOLO, è composto di **56 bit** ed è individuato da un alternarsi di 1 e di 0 (un byte inizia con 1 e finisce con lo 0).

Questo campo ha lo scopo di sintonizzare le stazioni interessate alla trasmissione.

**START FRAME DELIMITER**

Questo campo è composto da **8 bit** ed è composto dal codice: **1 0 1 0 1 0 1 1**

Questo campo segnala l'inizio vero e proprio della trasmissione.

**DESTINATION ADDRESS**

In base a questo campo, composto da **2 – 6 byte**, la stazione ricevente decide se la mac frame può essere memorizzata.

**SOURCE ADDRESS**

In base a questo campo, composto da **2 – 6 byte**. Questo campo identifica la stazione trasmittente.

### TIPO / LUNGHEZZA

Questo campo, composto da **2 byte**, descrive il seguito della frame infatti:

Se il valore di questo campo è  $\leq 1500$  il campo viene chiamato **lunghezza**; altrimenti **tipo**.

**LUNGHEZZA** rappresenta la lunghezza, vincolata a **1500 byte** del **campo dati**, ovvero il **campo successivo TIPO** indica il tipo di protocollo usato dallo strato superiore.

### DATI

Sotto il campo dati abbiamo dei campi differenti a seconda del valore del campo lunghezza/tipo:

LUNGHEZZA	TIPO
<b>PADDING</b> Questo campo ha un valore variabile, infatti serve alla frame nel caso il pacchetto non raggiunga la dimensione massima.(dimensione minima=512 )	

### FRAME CHECK SEQUENCE

Questo campo è composto da **4 byte** e serve per controllare se la frame è stata inviata in modo corretto. Il valore di questo campo viene calcolato sia dalla stazione trasmittente che dalla stazione ricevente tramite un particolare algoritmo. Se il valore calcolato dalle due stazioni è diverso significa che la trasmissione non è avvenuta correttamente.

Nel caso “**TIPO**” si parla di frame ETHERNET. Questo standard è stato stabilito prima dell’IEEE 802.3. Nonostante ciò le due specifiche sono compatibili.

### LO STANDARD ETHERNET

È uno standard relativo alle reti locali con tecniche d’accesso csma/cd che è stato emesso dalla intel, dalla XEROX e dalla SUN (2) prima dello standard IEEE 802.

#### Implementazioni della standard IEEE 802.

Dal momento che prevede diverse specifiche può essere implementato in molti modi:

ETHERNET corrisponde alla tecnica di accesso allo csma/cd su di un mezzo fisico tipo 10 base 5. Si tratta

TOKEN RING IBM è un implementazione per reti che usano come tecnica di accesso la token passing ring e come mezzo fisico l’STP.

#### Strati dello standard ethernet

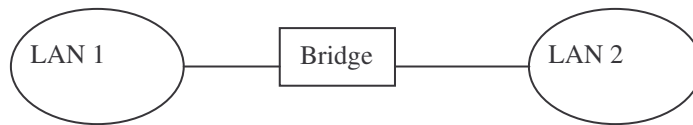
LLC	802.2		
MAC	502.3 csma/cd	802.4	802.5
FISICO	10 b 5, 2, t 100 b tx, fx		

In questo modo si possono collegare reti con diverse tipologie di accesso al mezzo e diversi mezzi fisici purchè queste possano utilizzare lo stesso protocollo di livello LLC.

Per collegare reti eterogenee si fa uso dei bridge

## I BRIDGE

Un bridge è un dispositivo digitale, di fatto un microcomputer dedicato, che possiede due schede di interfacce di rete ed è in grado di collegarsi a due reti locali contemporaneamente mantenendole separate a livello fisico (le collisioni rimangono isolate).

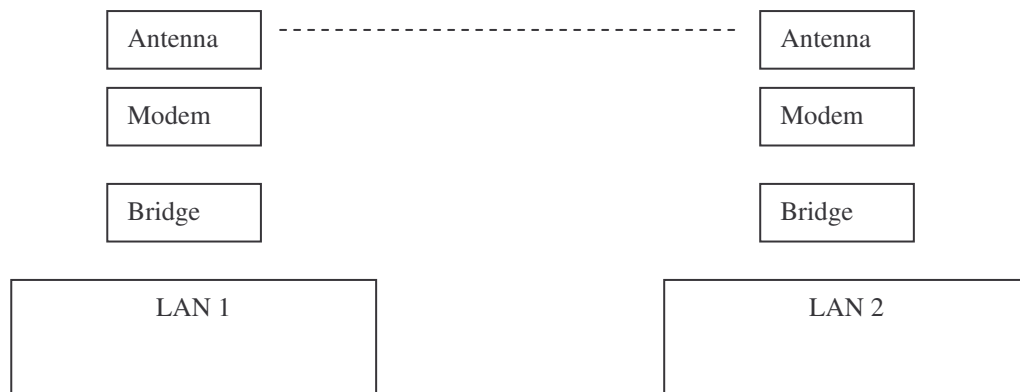


Il bridge esamina anche gli indirizzi di destinazione dei messaggi trasmessi nella rete. Il bridge fa passare il messaggio da una rete ad un'altra solo nel caso in cui un messaggio è destinato ad una stazione che non appartiene alla rete della stazione che lo ha inoltrato.

La tabella che raccoglie gli indirizzi delle varie stazioni collegate alle porte del dispositivo è conosciuta come **TABELLA D'INSTRADAMENTO**.

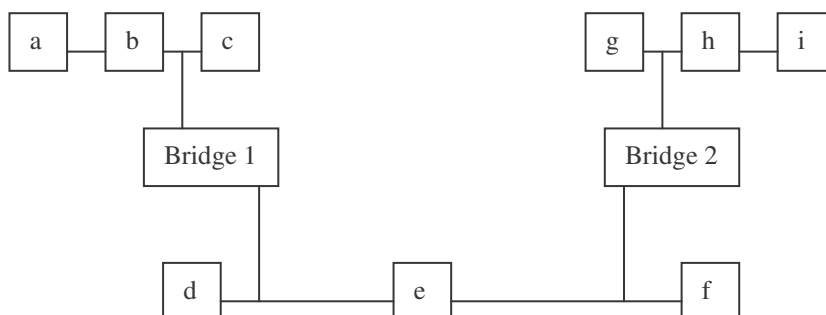
### I principali impieghi di un bridge

1. Collegare reti eterogenee
2. Gestire il collasso della rete (EFFETTO TRASHING), dividere quindi in più domini di collisione una grossa rete che utilizza come tecnica d'accesso al mezzo fisico la CSMA/CD.
3. Collegare reti molto distanti tra loro.



Se collego le lan direttamente al modem avrei problemi in quanto la rete avrebbe uno slot time troppo elevato ed ancora un unico dominio di collisione.

### Nel caso una rete fosse collegata tramite più bridge



BRIDGE 1		BRIDGE 2	
Porta sup	Porta inf	Porta sup	Porta inf
A	G	D	G
B	H	E	H
C	I	F	I
	D		A
	E		B
	F		C

L'utilizzo dei bridge può essere esteso, infatti se immaginiamo un bridge con più di due interfacce di rete otteniamo un dispositivo digitale in grado di collegare più reti locali contemporaneamente. Abbiamo così una specie di hub digitale.

Gli SWITCH sono dispositivi digitali dedicati all'interconnessione di più di due reti locali.

Gli switch, a differenza dei bridge, per instradare i pacchetti usano la **tabella di commutazione**

## Le reti geografiche (WAN)

Le differenze principali tra le reti LAN e le reti WAN

1. Tecnologia di trasmissione: punto a punto per le WAN. Il segnale trasmesso viene ricevuto da un solo nodo per volta.
2. Se non esiste canale di comunicazione diretta tra due nodi il segnale percorre un altro cammino.

**Cammino:** sequenza di linee di comunicazione punto a punto tale che il nodo terminale di destinazione di ciascuna linea sia anche il terminale sorgente della linea successiva.

Le caratteristiche delle linee di comunicazione sono determinate dal **peso**, ovvero dal valore che rappresenta il ritardo di transito di un cammino.

I nodi di una WAN si dividono in:

- Host che svolgono le funzioni applicative utente
- Router : computer dedicati all'elaborazione dei messaggi che viaggiano lungo la rete.

### STRUTTURA DEI ROUTER

Un router possiede un'unità centrale e varie interfacce di rete. Le interfacce di rete si dividono in interfacce di collegamento ad altri router ed interfacce di collegamento per host computer.

Le reti WAN sono caratterizzate da un'alta scalabilità, ovvero si possono aggiungere sempre nuovi nodi.

### COME FUNZIONA UN ROUTER

I messaggi che arrivano sono prima inseriti nella coda dei messaggi di ingresso, poi processati ed infine sono inviati alle varie code dei messaggi in uscita.

### LO SCHEMA DI INDIRIZZAMENTO DEGLI HOST

**Lo schema di indirizzamento è di tipo gerarchico.**

L'indirizzo fisico di un host è rappresentato da un codice binario ed è composto da due parti:

la prima, comprendente i bit più significativi, viene chiamata ROUTER; l'altra HOST ed individua l'HOST appartenente al router.

Il router non conosce il cammino del messaggio, è importante che il router conosca il router successivo a quale inviare il messaggio. Per compiere tale operazione il router possiede una

### TABELLA DI INSTRADAMENTO

Questa tabella è composta da 2 colonne (router di destinazione, router successivo) e da tante righe quanti sono i router della rete.

La tabella di una WAN può essere costruita manualmente dall'amministratore ma può anche essere gestita autonomamente dai vari router. Se una linea di comunicazione si guasta il router invia ai router a lui direttamente collegati un messaggio di avviso o di controllo, questi poi provvederanno a modificare la loro tabella di instradamento.

## Connessione di reti

I Gateway sono dispositivi digitali che hanno il compito di collegare LAN con WAN o WAN diverse tra loro. Normalmente essi collegano solo coppie di reti

Il sistema distribuito i cui componenti sono reti di calcolatori interconnessi con un certo numero di gateway prende il nome di **inter rete**.

Lo scopo di una inter rete è quello di permettere la comunicazione tra coppie qualsiasi di utenti o di programmi applicativi degli utenti.

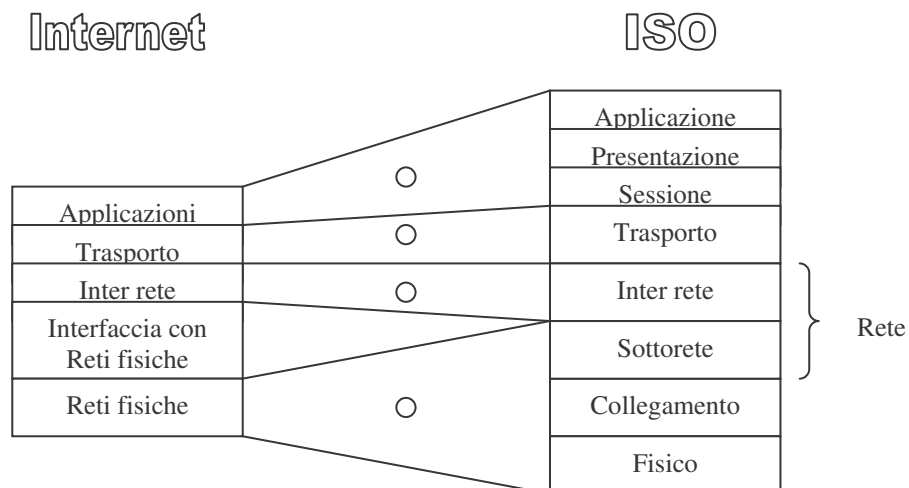
Gli host computer, come gli utenti di un inter rete, non sono interessati alla struttura fisica dell'inter rete alla quale sono collegati, essi la vedono come una rete virtuale in grado di garantire un servizio di comunicazione universale.

### Modello di riferimento Internet

Questo modello definisce l'architettura logica di una inter rete.

Questo modello, come l'ISO, è definito a strati, ogni strato può avere componenti Hw o SW che svolgono compiti appartenenti allo stesso livello d'astrazione fisica.

Il modello internet è diviso in 5 strati.



**Lo strato d'applicazione:** Corrisponde ai tre strati di alto livello del modello ISO. In questo strato operano i principali protocolli applicativi.

ES: SMTP, POP3, FTP, TELNET.

**Lo strato di trasporto** corrisponde allo strato di trasporto del modello ISO. In questo strato operano i protocolli UTP e TCP.

**Lo strato di inter rete** corrisponde allo strato di inter rete, uno dei due sottostrati dello strato di rete del modello ISO, ed usa il protocollo IP.

**Lo strato interfaccia con reti fisiche** corrisponde all'interfaccia tra i due sottostrati dello strato di rete dello strato di rete del modello ISO. In questo strato troviamo i protocolli ARP e RARP.

**Lo strato reti fisiche** corrisponde agli ultimi strati del modello ISO, ovvero allo strato di sottorete, a quello di collegamento e a quello fisico.

In questo strato troviamo i protocolli appartenenti a ciascuna rete fisica.

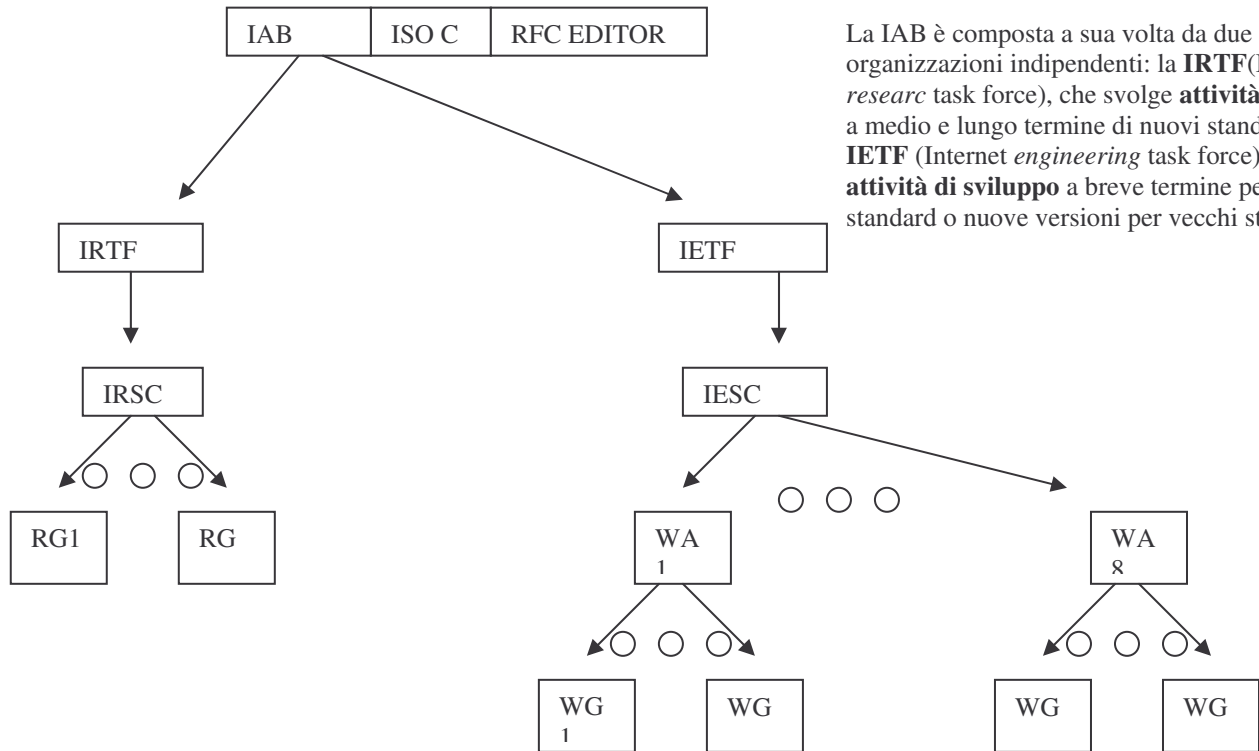


## Le Organizzazioni che gestiscono il modello di riferimento internet

L'associazione che definisce tutti gli standard relativi al modello internet è l'ISO C (internet society).

L'ISO C è un'organizzazione internazionale non governativa, non a scopo di lucro, composta da 6000 individui di più di 100 diverse nazionalità.

Quest'organizzazione ha lo scopo di promulgare tutti gli standard internazionali relativi al modello di riferimento di internet. Per svolgere tale compito l'ISO C si appoggia a due organizzazioni: l'RFC EDITOR, che pubblica tutti gli standard che vengono promulgati e l'IAB (Internet Architecture Board) che ha il compito di effettuare le attività di ricerca e di sviluppo nel settore degli standard.



La IAB è composta a sua volta da due organizzazioni indipendenti: la **IRTF** (Internet *researc* task force), che svolge **attività di ricerca** a medio e lungo termine di nuovi standard e la **IETF** (Internet *engineering* task force) che svolge **attività di sviluppo** a breve termine per nuovi standard o nuove versioni per vecchi standard.

La IRTF, come si può vedere, è a sua volta composta dalla **IRSC** (Internet Researc Stearing Group) che è a sua volta divisa in 11 gruppi di ricerca (RG). Ogni RG svolge attività di ricerca in un determinato settore. Il responsabile di ogni gruppo è membro dell' IRSC.

L'IETF, come si può vedere, è a sua volta composta dalla IESG. L'IESG è divisa in 8 aree di lavoro (WA). Ogni area di lavoro è divisa in gruppi di lavoro (WG), aventi il proprio responsabile. Ogni responsabile fa parte della IESG a sua volta dipendente dall'IETF





## La notazione decimale puntata

Ogni indirizzo IP è rappresentato con una sequenza di quattro numeri decimali senza segno separati tra loro da un punto.

L'indirizzo IP prende quindi la forma di w.x.y.z dove w,x,y,z sono numeri decimali compresi tra 0 e 255.

W rappresenta la classe di appartenenza dell'indirizzo.

CLASSE	W	
	Valore minimo	Valore massimo
A	0	127
B	128	191
C	192	223
D	224	239
E	240	255

## Indirizzi IP RISERVATI

Un particolare sottoinsieme di indirizzi IP è riservato per alcune inteseti private.

Questi indirizzi non sono conosciuti dalla rete internet. Se in internet dovesse entrare un messaggio avente come indirizzo di destinazione quello di una rete privata, internet lo cestina immediatamente.

Classe	Da	A
A	10.0.0.0	10.255.255.255
B	172.16.0.0	172.31.255.255
C	192.168.0.0	192.168.255.255

L'invio di un messaggio:

Lo strato d'interfaccia con reti fisiche ha il compito di completare l'indirizzo di destinazione. Questo compito è anche conosciuto come RISOLUZIONE DEGLI INDIRIZZI IP.

Per la risoluzione degli indirizzi sono usate più tecniche:

1. Questa fa uso di TABELLE DI RISOLUZIONE DEGLI INDIRIZZI. Questa tecnica comporta che tutti gli host abbiano la tabella e che quest'ultima sia aggiornabile.
2. Questa tecnica permette di calcolare l'indirizzo tramite una formula matematica, conosciuta come FORMULA DI RISOLUZIONE DEGLI INDIRIZZI. Questa tecnica richiede che l'indirizzo fisico dipenda dall'indirizzo IP. Questa implica che l'indirizzo fisico deve essere assegnato dinamicamente.
3. Questa tecnica devia gli inconvenienti delle prime due usando il protocollo ARP.

## PROTOCOLLO ARP (Address Resolution Protocol RFC 826)

Questo protocollo può essere usato con reti di tipologia di tipo broadcast.

Se una stazione sorgente conosce solo l'indirizzo IP di una stazione destinazione si hanno problemi in trasmissione.

Questi problemi dipendono dal fatto che le mac frame contengono solo gli indirizzi fisici delle stazioni.

Per la ricerca dell'indirizzo fisico di una stazione il protocollo ARP invia un messaggio di richiesta in broadcast. Questo messaggio contiene l'indirizzo IP della stazione destinazione ed il proprio indirizzo fisico. La stazione che riconoscerà il proprio indirizzo IP, invierà un msg di risposta alla prima stazione citata. Tale stazione potrà poi inviare direttamente il messaggio vero e proprio.

## FORMATO DEI MESSAGGI ARP

Il campo tipo delle mac frame conterrà il valore (806)b16.

Il campo dati sarà pertanto composta da :

0	8	16	31
HW TYPE: specifica il tipo di rete fisica (1 = ethernet)		PROTOCOL TYPE: tipo di protocollo usato dallo strato di interrete (806 = IP)	
HW LENGHT: lunghezzi in byte dell'indirizzo fisico	PROTOCOL LENGHT =lunghezzi in byte degli indirizzi del protocollo IP	OPERATION: definisce il tipo di messaggio ARP 1 richiesta 2 risposta	
SOURCE HW ADDRESS Indirizzo fisico stazione sorgente (byte 0 -3)			
SOURCE HW ADDRESS Indirizzo fisico stazione sorgente ( byte 4 – 5 )		SOURCE PROTOCOL ADDRESS ( byte 0 – 1 )	
SOURCE PROTOCOL ADDRESS ( byte 2 – 3 )		TARGET HW ADDRESS ( byte 0 - 1)	
TARGET HW ADDRESS ( byte 2 – 5)			
TARGET PROTYOCOL ADDRESS ( byte 0 – 3)			

## STRATO DI INTER RETE DEL MODELLO INTERNET E PROTOCOLLO IP

Il protocollo IP, il principale di questo strato, è definito dall'RFC 791

I servizi di comunicazione forniti dallo strato di inter rete tramite il protocollo IP sono:

- Servizi di comunicazione non orientati alla connessione
- Servizi di comunicazione privi di conferma di avvenuta ricezione dell'oggetto della tx.

### I servizi di comunicazione

Sono di due tipi:

1. **Orientati alla connessione:** gli utenti possono richiedere alla rete di stabilire, gestire e terminare una connessione con altri utenti.
2. **Non orientati alla connessione:** Gli utenti possono solo scambiarsi i messaggi senza la garanzia che questi arrivino al destinatario in modo corretto: senza essere alterati, persi, duplicati, corrotti o che arrivino con un ordine diverso dall'ordine di inoltro.

Queste caratteristiche, non sono solo un limite al protocollo, anzi, sono un punto di forza. Il punto di forza sta nel fatto che questo non richiede grossi servizi alle reti sottostanti. Le reti fisiche collegate all'inter rete possono essere di qualunque tipo.

## FORMATO DEI MESSAGGI DEL PROTOCOLLO IP

**I datagrammi:** sono composti da due parti: intestazione e carico. Il carico contiene i dati del messaggio.

Il datagramma che deve essere spedito è incapsulato nel campo "dati" di una frame.

Solitamente anche le frame sono composte da un intestazione, dal campo dati e da una coda.

La lunghezza dell'intestazione del datagramma va da 20 a 60 byte.

I primi 20 byte sono obbligatori; gli altri sono opzionali, sono detti IP OPTINO e sono compresi tra 0 e 40 byte.

0			3	4		7	8					15	16						24	25					31
Versione			H LEN			SERVICE TYPE						TOTAL LENGHT													
IDENTIFICATION												FLAGS		FRAGMENT OFFSET											
Time to live						Protocol type						Header checksum													
Source IP adress												Destination IP adress													

Nel dettaglio

0		3	4		7	8					15	16					24	25					31
Versione			H LEN			SERVICE TYPE						TOTAL LENGHT											

**Total length** specifica la lunghezza in byte dell'intero datagramma. Questo valore va da 0 a  $2^{16}-1$ , questo implica che il campo carico può essere al massimo di 65515 byte

Il campo "Totla length " può essere di  $2^{16}-1=65535$  byte. Questo valore è troppo esteso per le singole reti fisiche che compongono l'inter rete. Questo perché i messaggi che girano all'interno delle reti fisiche hanno una grandezza massima, un MTU. Per reti ethernet MTU = 1500.

I messaggi vengono pertanto segmentati, frammentati, in messaggi di dimensioni minori o uguali all'MTU della rete che stanno attraversando.

Tutti i frammenti, una volta arrivati a destinazione, sono riassemblati.

Per permettere l'assemblaggio dei frammenti appartenenti allo stesso messaggio si uniscono tutti i pacchetti aventi campo IDENTIFICATION uguale.

IDENTIFICATION	FLAGS	FRAGMENT OFFSET
----------------	-------	-----------------

Il campo **Fragment offset** indica la **posizione relativa** del frammento all'interno dell'intero datagramma.

Time to live	PROTOCOL TYPE	HEADER CHEKSUM
--------------	---------------	----------------

Il campo **Protocol Type** indica il tipo di protocollo dello strato superiore. Sono possibili 3 combinazioni:

se il campo vale 1 = Protocollo ICMP

se il campo vale 6 = Protocollo TCP

se il campo vale 17 = Protocollo UDP

SOURCE IP ADDRES
------------------

**Versione** Indica la versione del protocollo IP (4 decimale)

**H LEN** Indica la lunghezza dell'intestazione

**SERVICE TYPE**

0		2	3	4	5		7	Precedence 000 precedenza minima 111 precedenza massima
Precedence		D	T	R				
<p><b>D= Delay:</b> specifica la richiesta di ritardo di transito: 1 per ritardo minore; 0 per maggiore</p> <p><b>T= TROUG PUT</b> per richieta di massimo rendimento</p> <p><b>R=RELIABILITY</b> Per richiedere la massima affidabilità</p>								

0	1	2
RISERVATO	Dont' fragment bit	More fragment bit

**Dont' fragment bit** Se vale 1 sta ad indicare che il datagramma non può essere frammentato.

**More fragment bit** Se vale 1 indica che ci sono altri frammenti.

Il campo **time to live** indica il tempo di vita del datagramma. Il valore di questo campo viene decrementato di 1 ad ogni nodo dell'inter rete. Quando vale 0 il datagramma viene cestinato

Il campo **HEADER CHEKSUM** contiene un codice di controllo su tutta l'intestazione del datagramma.

Indica l'indirizzo sorgente

DESTINATION IP ADDRES
-----------------------

Indica l'indirizzo di destinazione

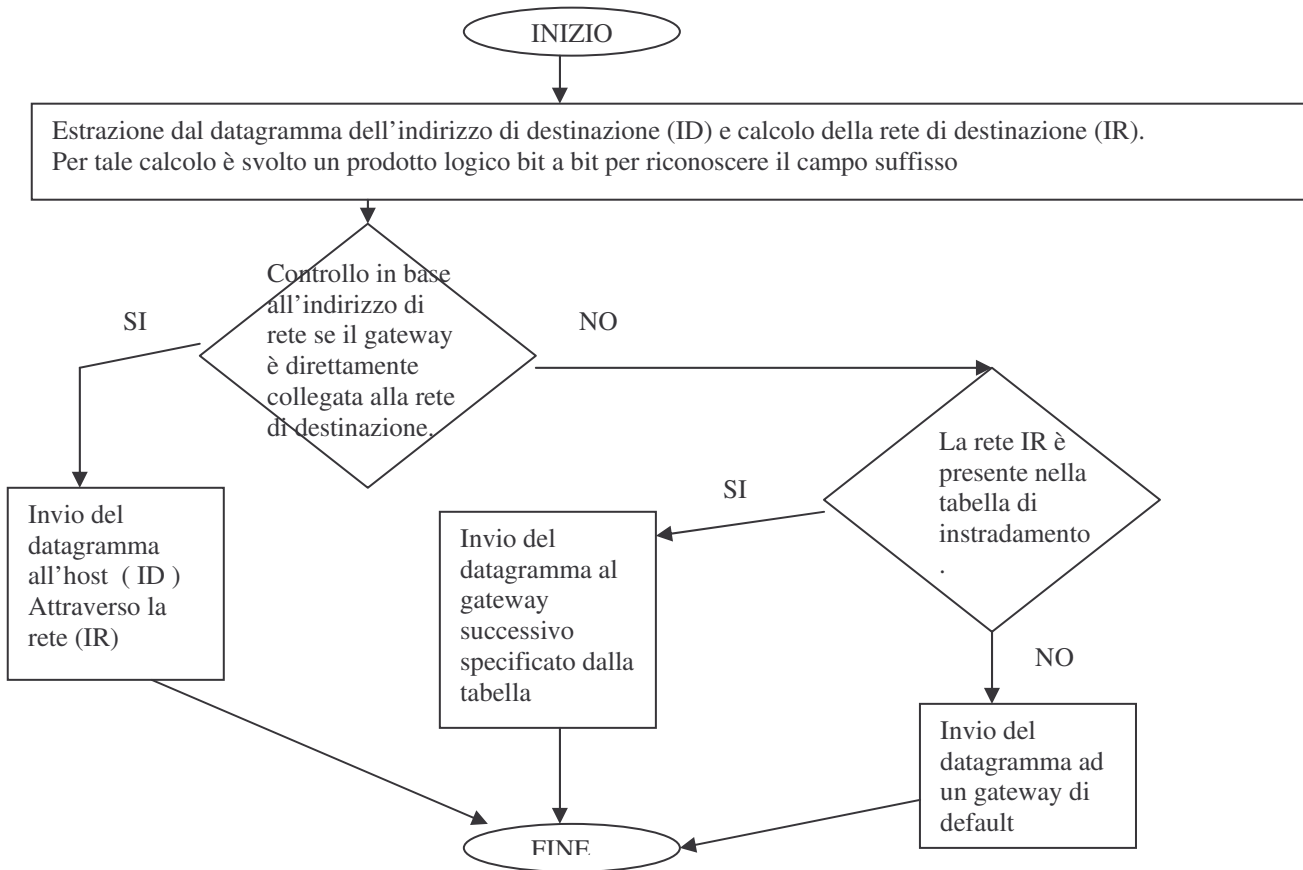
Il principale compito dello strato d'inter-rete è di instradare ogni datagramma che è inoltrato nella rete. Questa funzione è svolta in sequenza dai vari gateway che il datagramma attraversa lungo il suo cammino. Ciascun gateway deve decidere dove instradare il datagramma ricevuto. Per determinare l'indirizzo IP del gateway successivo (indirizzo del prossimo salto) ogni gateway utilizza la tabella d'instradamento.

**LE TABELLE D'INSTRADAMENTO DEI GATEWAY**

Le righe di queste tabelle sono delle coppie di indirizzi del tipo:

RETI DI DESTINAZIONE	INDIRIZZO DEL PROSSIMO SALTO
----------------------	------------------------------

Le operazioni svolte dal gateway quando riceve un datagramma sono:



Per Questo si richiede allo strato di interfaccia con la rete fisica di ricavare l'indirizzo fisico e poi inviare il messaggio. Lo strato di inter-rete deve solo fare richiesta di inoltro di un datagramma con indirizzo IP di destinazione pari ad ID

**INSTRADAMENTO DIRETTO**

**INSTRADAMENTO INDIRETTO**

Per inviare il datagramma l'indirizzo della frame viene modificato (sarà quello del gateway successivo); non muterà, invece, quello della dell'host di destinazione del datagramma (ID)

L'indirizzo del gateway di default è un paramento di configurazione di ogni gateway.

Se un datagramma è cestinato il mittente riceve un messaggio di notifica che specificherà il motivo di avvenuta destinazione.

### IL PROTOCOLLO ICMP (Internet Control Messenger Protocol) RCF 792

Questo protocollo appartiene allo strato di inter-rete. IP utilizza ICMP per notificare al mittente eventuali errori che si possono verificare durante l'inoltro di un datagramma da egli precedentemente inviato. In messaggio ICMP è incapsulato nel campo CARICO di un datagramma IP.

#### FORMATO DEI MESSAGGI ICMP

0	8	16	32	.....
TYPE	CODE	CECKSUM	DATA	

TYPE : indica il tipo del messaggio

CODE Codice relativo al tipo di messaggio. Questo specifica il motivo per cui il messaggio è stato spedito.

CECKSUM Serve a verificare l'integrità del messaggio. Il valore di questo campo dipende dal valore di tutti gli altri campi.

DATA La lunghezza di questo campo può essere ricavata dalla lunghezza totale del messaggio.

Questo contiene il campo intestazione + i primi 64 bit del carico del datagramma IP che è stato cestinato.

#### PRINCIPALI TIPI DI MESSAGGI ICMP

In tutto i messaggi ICMP sono 30. Ecco i principali

**DESTINATION UNREACHABLE** Questo è spedito da gateway della rete internet quando non è in grado di inoltrare un datagramma IP. Questo può dipendere da:

1. Rete di destinazione non raggiungibile
2. L'Host di destinazione non è raggiungibile
3. Il datagramma non può essere frammentato.

**SOURCE QUENCE** (zittire il sorg) Questo è inviato da un router quando è costretto a cestinare un datagramma perché congestionato.

Il sorgente che riceve questo messaggio sospende per un periodo l'invio di messaggi con stesso indirizzo.

**TIME EXCEEDED** Questo è inviato da un gateway quando quando il campo TIME to LIVE del datagramma IP raggiunge il valore 0. Può anche essere inviato dall'host di destinazione quando scade il massimo tempo di attesa di ricezione di un frammento.

**PARAMETER PROBLEM** Questo viene inviato da un host o da un gateway dopo che un datagramma ip è stato scartato a causa di qualche inconsistenza nell'intestazione.

Ci sono altri tipi di messaggi ICMP che sono più specifici sulla causa del cestinamento.

#### ECHO REQUEST / REPLAY

Ogni Host, router o gateway che riceve questo messaggio è costretto ad inviare in risposta un messaggio di tipo ECHO REPLAY.

**ECHO REPLAY** Utilizzati per verificare se una destinazione è raggiungibile.

La funzione PING utilizza messaggi di questo tipo.



## Lo strato di trasporto

In questo strato sono usati due protocolli di trasporto: TCP (Transmission Control Protocol) ed UDP (User Datagram P). Il protocollo TCP è definito dalla RFC 793. Il protocollo UDP dalla RFC 768. Questi due protocolli definiscono servizi di trasporto differenti.

TCP fornisce agli utenti dello strato di trasporto un servizio di comunicazione orientato alla connessione. Questo protocollo è inoltre molto affidabile.

UDP fornisce un servizio di comunicazione non orientato alla connessione e senza conferma della corretta ricezione dei messaggi inoltrati. Questo protocollo resiste perché è più efficiente di TCP. I servizi forniti da UDP offrono una maggiore velocità di trasmissione ed un minore ritardo di transito.

### PROTOCOLLO UDP

Ogni messaggio UDP è incapsulato nel campo dati del datagramma IP  
Un messaggio UDP è formato da un'intestazione e da un campo dati.  
L'intestazione di un UDP è lunga 8 byte

0	16	32
UDP SOURCE PORT NUMBER	UDP DESTINATION PORT NUMBER	
UDP MESSAGE LENGTH	CHECKSUM	

UDP MESSAGE LENGTH rappresenta la lunghezza, in byte, del messaggio.

CHECKSUM è usato per controllare l'integrità del messaggio. Il suo valore dipende dal valore di tutti gli altri campi.

I campi più importanti sono i primi due: essi determinano le porte che gli utenti devono controllare per comunicare tra loro. Le porte UDP sono delle code di messaggi.

### LE PORTE UDP

Le porte sono di due tipi: sorgente e destinazione.



### IL PROTOCOLLO TCP

I principali servizi forniti da questo protocollo sono:

1. **ORIENTAMENTO ALLA CONNESSIONE** che garantisce il corretto rilascio a di ogni unità di informazione inoltrata su di una connessione senza alcuna perdita, duplicazione o alterazione dell'ordine di inoltra.
2. **ORIENTAMENTO AL FLUSSO** (si intende flusso di byte)  
FLUSSO: sequenza, successione di byte, in cui ogni byte possiede una posizione relativa all'interno del flusso.
3. **BIDIREZIONALITA'**: entrambi gli utenti possono ricevere e trasmettere contemporaneamente.

Per garantire tutti questi servizi il protocollo TCP mette a disposizione degli utenti delle porte.

Le porte del protocollo TCP sono simili a quelle del protocollo UDP. Ogni porta del protocollo TCP è individuata da un numero binario di 16 bit detto NUMERO DELLA PORTA. Questo numero può essere assegnato sia dinamicamente dal sistema operativo che specificato direttamente dal programma applicativo che necessita l'utilizzo di una porta.

I numeri di porta si dividono in due categorie: <256 e >= di 256:

i primi (<256) sono detti statici perché associati in modo statico a particolari servizi di comunicazione di livello applicativo; gli altri, sono assegnati dall'host computer su cui è eseguito il programma applicativo.



## IL CAMPO CODE BITS

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>URG</b>	<b>ACK</b>	<b>PUSH</b>	<b>RESET</b>	<b>SYN</b>	<b>FIN</b>

0. indica la presenza di dati urgenti
1. Indica che il campo acknowledge number è significativo
2. richiede l'immediato inoltro del segmento sulla rete
3. stabilizza le condizioni iniziali di connessione
4. usato per stabilire una connessione
5. Usato per terminare una connessione

### Note:

**Volevo infine salutare tutti i compagni con cui ho condiviso gli ultimi anni.**

**Un ringraziamento speciale a Pier Luigi Da Lio per il sostegno da lui accordatomi nella realizzazione di tutto questo.**

**Infine è di dovere ringraziare tutti i professori.**

**Speriamo che la 5 ISC 2k2 abbia lasciato il segno.**