

Cenni di Internetworking e principali protocolli TCP/IP

- Nasce da progetti governativi americani per realizzare una rete nazionale
- Progetto finanziato da DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency) → ARPANET → TCP/IP protocol suite
- Servizi dell'Internet più usati:
 - posta elettronica
 - trasferimento file
 - login remoto
- Storia: inizio progetto 1974, forma attuale nel 1977 -1979. Dal 1979 al 1983 viene creata la ICCB (Internet Control and Configuration Board)
- L'Internet con protocolli TCP/IP viene avviata nel 1980 utilizzando ARPANET come spina dorsale
- Transizione all'Internet: 1983. ARPANET si divide in ARPANET (Ricerca) e MILNET (applicazioni militari)
- Diffusione universitaria e attraverso d'istituti di ricerca. Versione BSD
- Nel 1983 si forma lo IAB (Internet Advisory Board) che coordina la ricerca e sviluppo dei protocolli TPC/IP e di Internet
- Nel 1989 lo IAB si riorganizza e si forma lo IRTF(Internet Reseach Task Force) e lo IETF (Internet Engineering Task Force)

- Filosofia open system
 - usare gli standard disponibili
 - se gli standard esistenti sono insufficienti inventare nuovi standard
 - essere preparati a migrare verso standard internazionali se forniscono funzionalità equivalenti
- Concetto di InternetWorking: raccogliere le tecnologie di rete in un insieme coordinato nascondendo i dettagli e di rete alle applicazioni
- Architettura dell'Internet: interconnessione di reti tramite un calcolatore che funziona da gateway. L'utente vede l'Internet come una singola rete virtuale
- N B: i programmi applicativi non conoscono i dettagli sottostanti e le parti sottostanti possono essere modificate senza modificare software applicativi

Gli indirizzi dell'Internet

- Analogamente gli indirizzi fisici a ciascun calcolatore commessi in rete è assegnato un indirizzo intero-indirizzo IP-di 32 bit
- I bit degli indirizzi IP degli host di una rete condividono un prefisso comune
- L'indirizzo IP identifica l'host, la rete e la classe della rete
- N.B.: gli indirizzi IP non identificano un host, ma una connessione ad una rete. Esempio: un host con piu' collegamenti a rete, ha piu' indirizzi IP.

- Classe A:

0	RETE	HOST
---	------	------

 Campo Rete e' di 7 bit, campo Host e' di 24 bit

Si possono rappresentare 128 reti e 16.777.216 host. Indirizzi da 1.0.0.0 a 127.255.255.255

- Classe B:

1 0	RETE	HOST
-----	------	------

 Campo Rete e' di 14 bit, campo Host e' di 16

bit. Si possono rappresentare 2^{14} reti e 2^{16} host. Indirizzi da 128.0.0.0 a 191.255.255.255

- Classe C:

1 1 0	RETE	HOST
-------	------	------

 Campo Rete e' di 21 bit, campo Host e' di 8

bit. Si possono rappresentare 2^{21} reti e 256 host. Indirizzi da 192.0.0.0 a 223.255.255.255

- Classe D:

1 1 1 0	MULTICAST
---------	-----------

 Consente di mandare informazioni a gruppi di

Destinatari. Il campo Multicast e' di 28 bit. Indirizzi da 224.0.0.0 a 239.255.255.255

- Classe E:

1 1 1 1 0	USI FUTURI
-----------	------------

 Il campo usi futuri e' di 27 bit

- Convenzione: indirizzo di host = 0 denota la rete. Indirizzi di host con tutti '1' denota tutti gli host della rete. Se un campo e' a 0 indica quest'host. Esempio: indirizzo con HOST = 0 → quest'host. Indirizzo con RETE = 0 indica questa rete.

- Indirizzo di rete = 127 significa loopback

Problemi dell'indirizzamento

- se un nostro dire trasferito da una rete ad un'altra, IP deve cambiare
- se una rete C cresce oltre 255 host deve cambiare in B
- considerando un calcolatore con piu' connessioni di Internet, il cammino dipende dall'indirizzo
- Notazione con punto decimale. Ad esempio 140. 105. 61. 71 = 10001100. 01101001. 0011101. 01000111
Guardando i primi due bit osserviamo che questa una rete di tipo B

Sottoreti

Problema: con la crescita delle reti, il numero di elementi nelle tabelle di routine esplode! La tabella di routine contiene coppie (IP, porta) dove IP puo' essere distante: (IP= rete|0, porta router) o locale: (IP=questa rete|host, porta host).

Se una locazione inizia con una rete di classe C, per estendere il numero di host, deve chiedere un'altra rete C.

Soluzione: una rete di classe B, divisa in sottoreti gestite localmente. Con la stessa rete B, posso dividere internamente in piu' reti con piu' host.

Quando un calcolatore invia un IP, viene fatto un AND con la maschera di sottorete. Se il numero risultante e' uguale, il destinatario e' sulla stessa sottorete, altrimenti invia ad un router diverso

Routing Interdominio senza classe (CIDR)

Problema: una classe B e' ancora troppo grande! Se le tabelle di routine diventano troppo numerose, si richiede piu' memoria, piu' potenza di calcolo, difficolta' di invio delle tabelle, e ci sono problemi di compatibilita' con i vecchi router.

Soluzione: assegnare gli indirizzi senza una divisione rigida! Si allocano le reti C rimaste in blocchi contigui.

Conversione di indirizzi Internet in indirizzi fisici

Assunzione: A e B condividono una rete fisica. Ogni connessione ha un indirizzo IP ed un indirizzo fisico. Voglio che ad alto livello i programmi usino solo indirizzi IP.

Problema: la comunicazione in Ethernet avviene tra indirizzi fisici! Inoltre IP è di 32 bit e un indirizzo fisico è di 48 bit

Soluzione:

tabelle con copie di indirizzi (IP-fisici)

codifica di indirizzi fisici in funzione di IP, cioè indirizzo fisico = $f(\text{IP})$.

La funzione sarebbe facile se IP fosse maggiore dell'indirizzo fisico:

Ma in Ethernet non è possibile.

Allora si usa un protocollo ARP.



ADDRESS RESOLUTION PROTOCOL (ARP)

- Quando si vuole conoscere l'indirizzo fisico di B, si manda in broadcasting la richiesta all'host B di rispondere con il suo indirizzo fisico
- E' necessaria una cache perché i trasferimenti sono spezzettati in pacchetti e quindi c'è una continua richiesta di indirizzi.
- Implementazione dell'ARP
Fasi:
 - 1 consulta la cache
 - 2 se non è in cache, manda un ARP e aspetta la risposta

Problemi

- la macchina di destinazione potrebbe essere guasta o troppi impegnata
- la richiesta potrebbe andare perduta
- se l'host procede con i programmi applicativi mentre risolve 1 ARP, cosa fare se un'applicazione genera ulteriori richieste ARP per lo stesso indirizzo?
- se A ha ottenuto l'indirizzo fisico di B, cosa fare se B cambia indirizzo? gli indirizzi della cache vengono rimossi dopo un certo periodo.

Funzioni

- Quando arriva una richiesta ARP, il ricevitore estrae (IP trasmettitore, indirizzo fisico trasmettitore). Con questa coppia si aggiorna la cache locale poi si elabora la richiesta
- Quando arriva una risposta ARP si aggiorna la cache. L'eventuali ulteriori richieste vengono messe in coda.
- Se arriva una risposta ARP senza precedenti richiesta arresto dell'elaborazione
- Le richieste viaggiano incapsulate in frame.

Formato del protocollo ARP:



Fig. 5.3 Un esempio del formato del messaggio ARP/RARP quando è usato per la risoluzione degli indirizzi da IP a Ethernet. La lunghezza dei campi dipende dalle lunghezze degli indirizzi hardware e del protocollo, che sono di 6 ottetti per un indirizzo Ethernet e di 4 ottetti per un indirizzo IP.

- ARP rappresenta un messaggio di 28 ottetti
- Il primo campo, tipo hardware vale 1 per Ethernet
- HLUNGH indica la lunghezza dell'indirizzo fisico mentre PLUNGH indica la lunghezza IP
- Il campo Operazione indica richiesta se = 1 risposta se = 2 oppure richiesta/risposta RARP se = 3/4
- Il ricevitore riempie l'indirizzo fisico, scambia destinazione con trasmissione, mette risposta a 2 e rinvia il messaggio

Reverse Address Resolution Protocol (RARP)

- Macchine senza disco (diskless): non hanno memorizzate il proprio indirizzo IP ma solo quello fisico. Problema: dato un indirizzo fisico di rete come si può convertirlo in indirizzo IP?
- Soluzione: protocollo RARP. Il server RARP riempie il campo indirizzo IP di destinazione

Consegna di diagramma senza connessione

Finora abbiamo visto che l'Internet è considerato come una singola rete virtuale che interconnette tutti gli host: l'architettura sottostante è nascosta ed irrilevante per l'utente

Servizio di Internet **fondamentale**: sistema di consegna di pacchetti senza connessione. Definito come sistema non affidabile, best effort, senza connessione

La consegna non è garantita: il pacchetto può essere perso, duplicato, ritardato, disordinato nella sequenza

Best effort: il software cerca in tutti modi di consegnare correttamente pacchetti. Ma le risorse possono essere esaurite o la rete può non funzionare

Unità fondamentale di trasferimento in Internet: DATAGRAMMA INTERNET

- Formato datagramma: intestazione, area dati. L'intestazione contiene l'indirizzo IP di destinazione e l'indirizzo IP di provenienza.
- La dimensione del datagramma può essere qualsiasi. Se il datagramma è più grande del "Maximum Transfer Unit" (MTU) che è il limite massimo dei dati della frame si ha una frammentazione in datagrammi separati ed un riassetto del datagramma al ricevitore.
- Esiste un timer di riassetto: se il tempo è minore di un tempo limite va bene, altrimenti si scarta tutto.
- Il datagramma è considerato come dati e viene incapsulato nella frame Ethernet

Formato del datagramma:

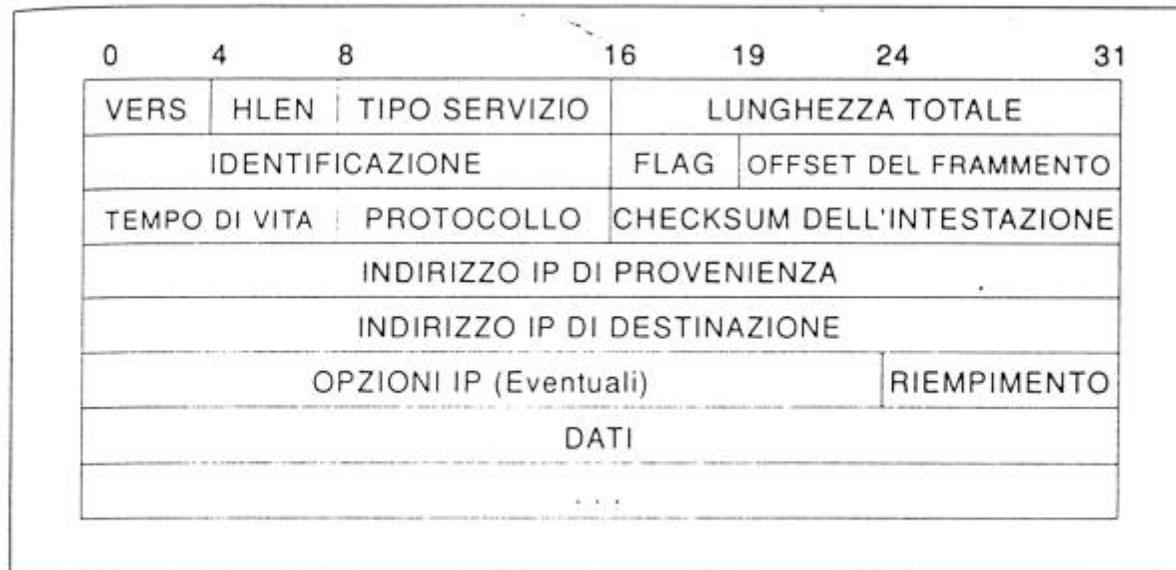
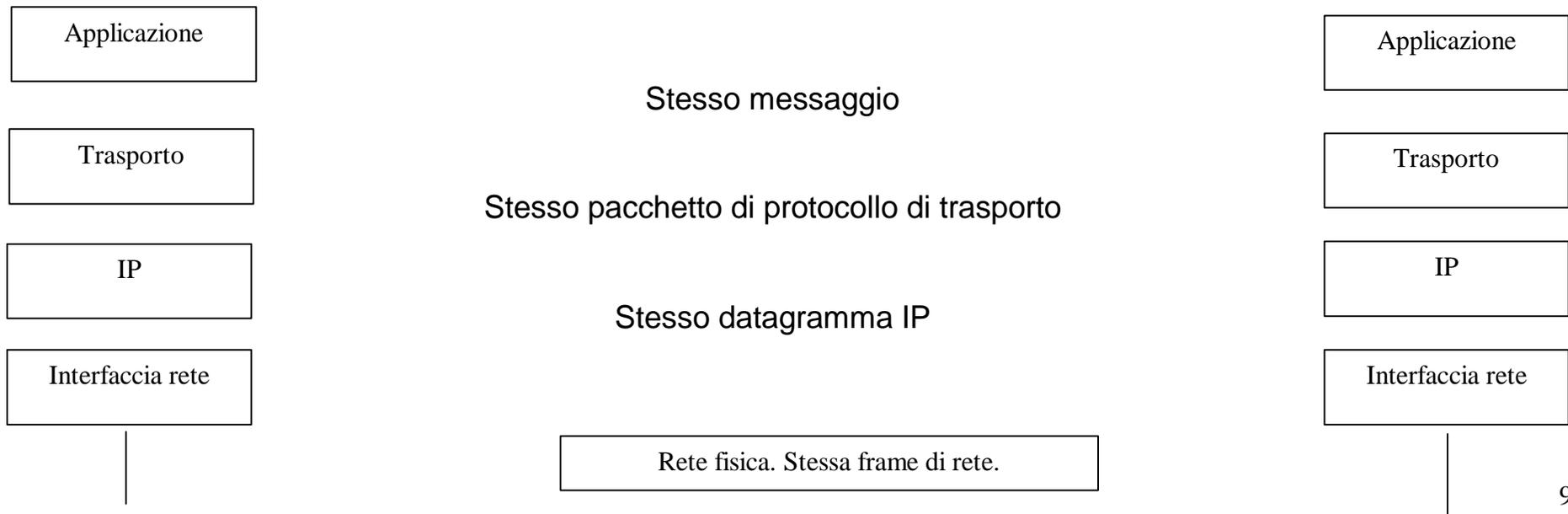


Fig. 7.3 Il formato di un datagramma Internet, l'unità fondamentale di trasferimento in un'Internet TCP/IP.

- Il primo campo e' la versione dei protocolli internet: è di 4 bit e attualmente può essere o versione 4 o versione 6. Campo lunghezza dell'intestazione: è di 4 bit.
- Campo tipo del servizio: è di otto bit e specifica il modo in cui deve essere gestito il datagramma. E' diviso in cinque sottocampi: precedenza o priorità del datagramma di tre bit, un bit di basso ritardo, un bit di alto throughput, un bit di alta affidabilità e due bit non usati.
- Campo identificazione: è un intero che identifica il datagramma.
- Campo FLAG di tre bit: controlla la frammentazione nel senso che può voler dire di non frammentare più o di realizzare ulteriori frammenti
- Campo Offset del frammento: offset del frammento nella datagramma completo.
- Campo tempo di vita: dipende dal tempo di transito nelle reti fisiche. E' la durata in secondi concessa ad un datagramma di restare nel sistema.
- Checksum dell'intestazione: è la somma a 16 bit.

Stratificazione protocollo



User Datagram Protocollo (UDP)

- Usa il sottostante protocollo IP
- Servizio di consegna non affidabile e senza connessione utilizzando IP per trasportare messaggi tra le macchine
- Capacità aggiuntiva: distingue fra più destinazioni all'interno di un host.
- Ogni macchina contiene un insieme di punti di destinazione chiamato porte del protocollo.
- Un programma applicativo basato sull'UDP deve controllare e gestire l'affidabilità.

Messaggio UDP o datagramma di utente. Formato:

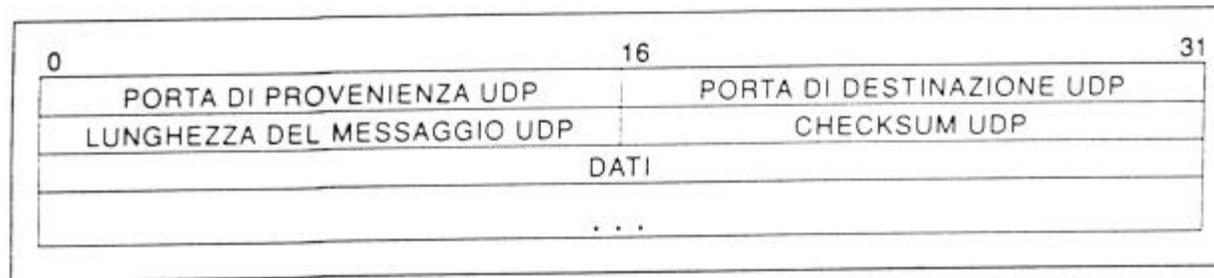
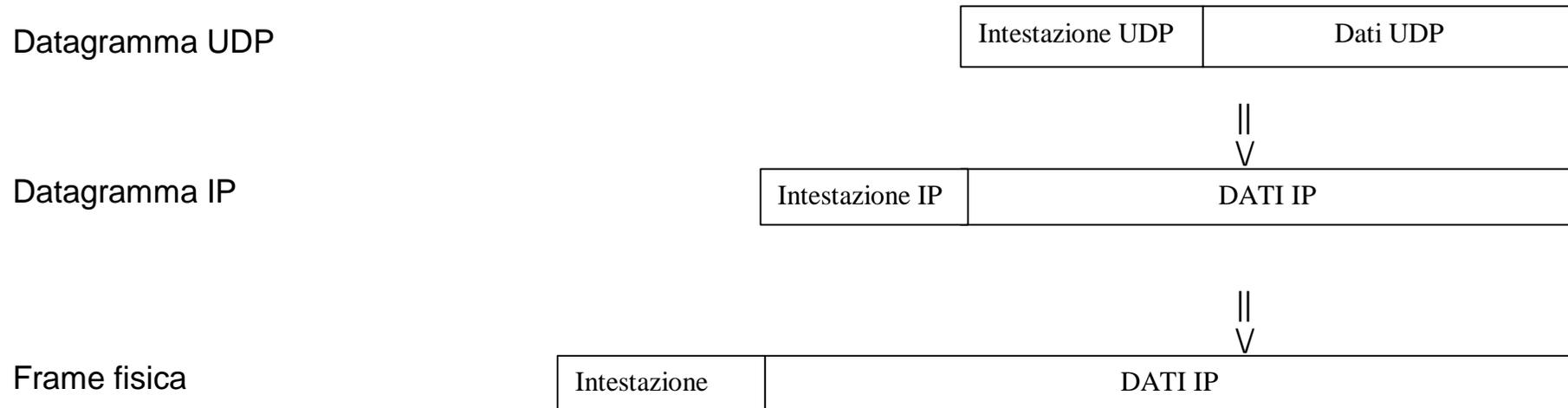


Fig. 11.1 Il formato dei campi in un datagramma UDP.

- La porta di provenienza UDP è facoltativa
- La lunghezza del messaggio UDP è il numero di ottetti intestazione più dati
- Calcolo del Checksum per controllare ulteriormente che tutto sia corretto, si usa una pseudo intestazione UDP composta da IP provenienza, IP destinazione, lunghezza UDP senza pseudointestazione e codice protocollo.
- La pseudointestazione non viene trasmessa ma viene rigenerata al ricevitore. Viene infine e calcolato il checksum di tutto

Incapsulamento del protocollo UDP



Servizio Affidabile di Trasporto → TCP

- Il servizio fondamentale e' quello non affidabile e senza connessione, protocollo IP
- Oltre alle porte di UDP aggiungiamo il servizio di trasporto affidabile all'IP → Transmission Control Protocol (TCP)
- Proprietà del servizio di consegna affidabile
- orientamento alla sequenza di bit, divisa in ottetti: passata esattamente uguale dal trasmettitore al ricevitore.
- connessione di circuito virtuale: viene stabilito e mantenuto durante il trasferimento
- bufferizzazione: le applicazioni raccolgono abbastanza dati da riempire un datagramma, per motivi di efficienza a meno che i dati non siano urgenti
- sequenze non strutturate: l'interpretazione nella sequenza è compito degli applicativi.
- Connessione full-duplex: collegamento simultaneo in entrambe le direzioni
- Affidabilità: riscontro positivo con ritrasmissione

Algoritmo delle finestre scorrevoli

- Uso più efficiente della banda passante disponibile. La dimensione della finestra controlla il flusso dei dati e le diverse velocità
- Esiste una finestra centrata sulla sequenza di pacchetti da trasmettere. Si trasmettono simultaneamente tutti i pacchetti che sono nella finestra. La finestra viene fatta scorrere a destra quando viene ricevuto un riscontro.
- Se un pacchetto viene perso per timer scaduto allora ritrasmissione.

II TCP

- E' un protocollo di comunicazione (l'unità di trasferimento è il segmento TCP)
- Il TCP:
 - stabilisce la connessione,
 - trasferisce dati,
 - invia il riscontro,
 - annunciarla la dimensione finestra,
 - chiude le connessioni.
 - specifica il formato dei dati e dei riscontri
 - specifica le procedure per garantire l'affidabilità
 - specifica il modo in cui il software distingue fra più destinazione
 - specifica come recuperare dagli errori
- Il TCP non impone i dettagli dell'interfaccia con un programma applicativo
- Il TCP non impone l'uso del sistema di comunicazione: possono essere utilizzati diversi sistemi di consegna pacchetti (ad esempio IP)

Formato del segmento TCP

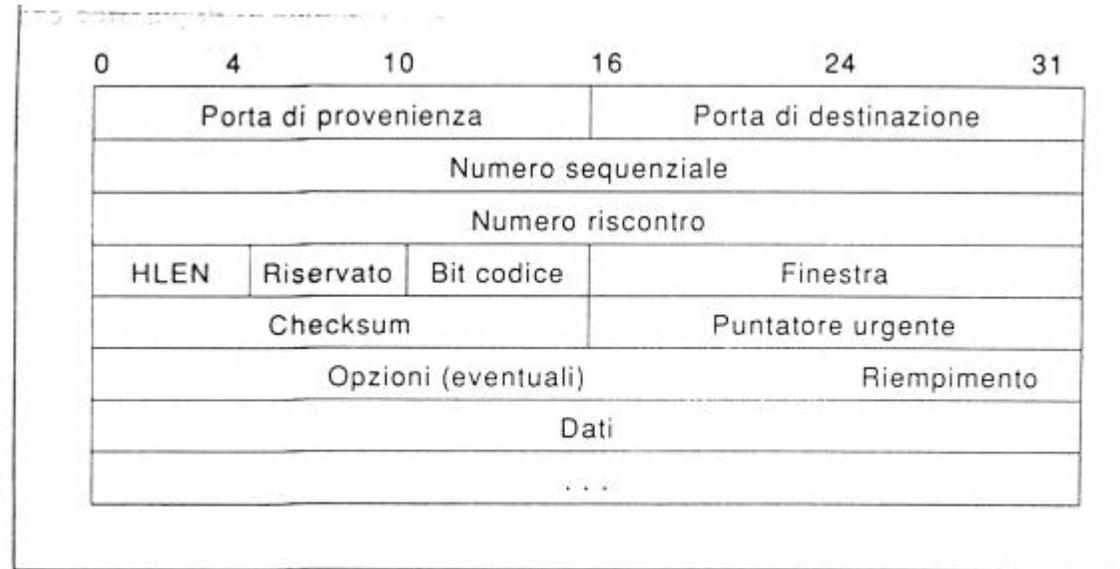
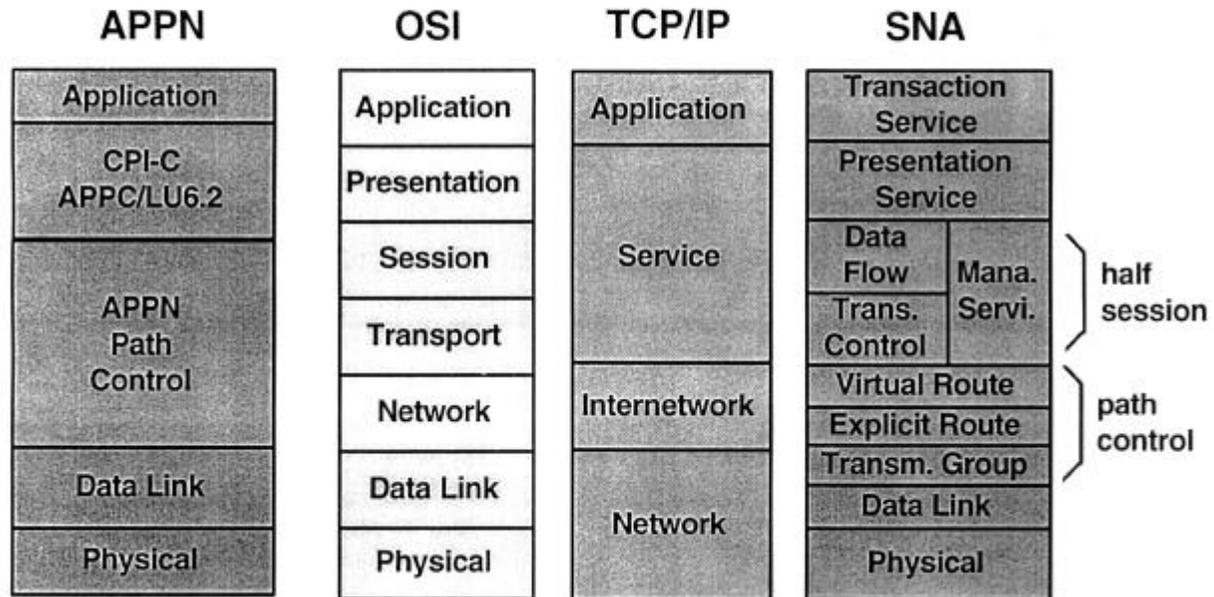


Fig. 12.7 Il formato di un segmento TCP con un'intestazione TCP seguita dai dati. I segmenti sono usati per stabilire le connessioni come pure per trasportare i dati ed i riscontri.

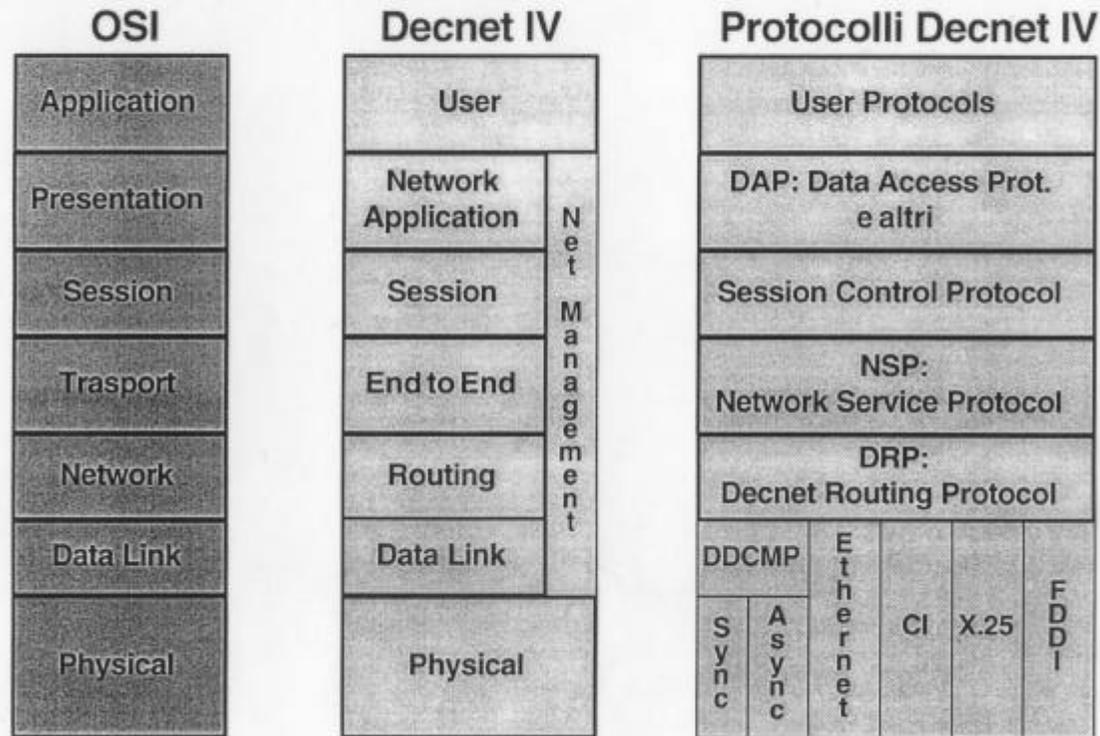
- Campo HLEN: quattro bit, specifica la lunghezza del segmento in multipli di 32 bit
- campo checksum: aggiunge una pseudo-intestazione
- campo puntatore urgente: puntatore alla fine dei valori urgenti

Alcune architetture di rete

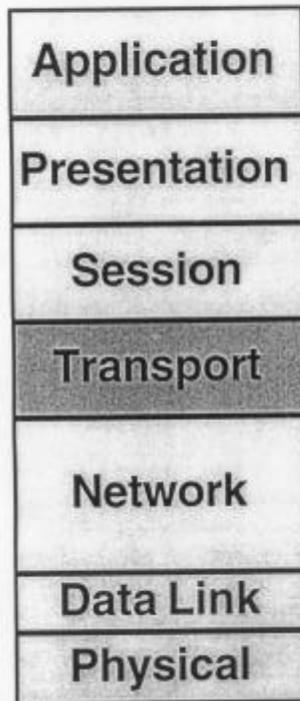
Architettura



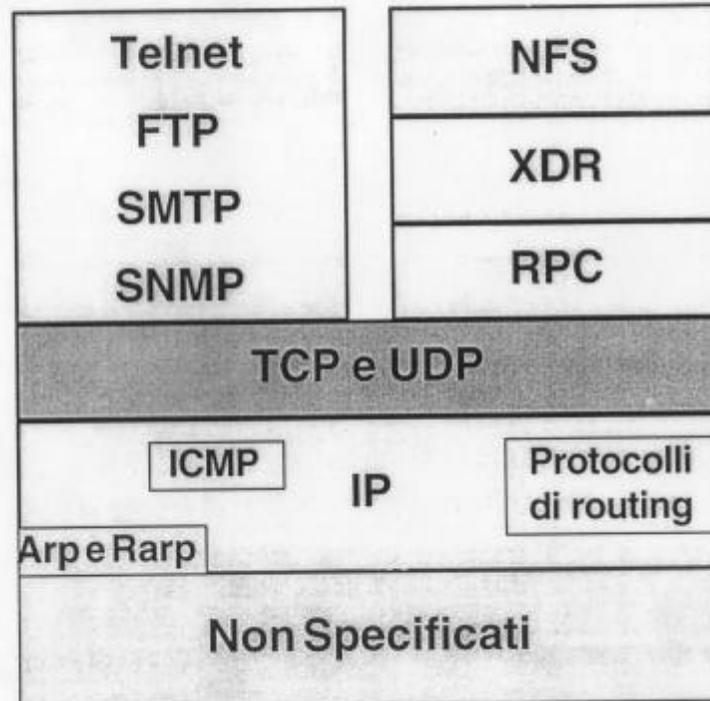
Architettura a livelli



I protocolli TCP e UDP



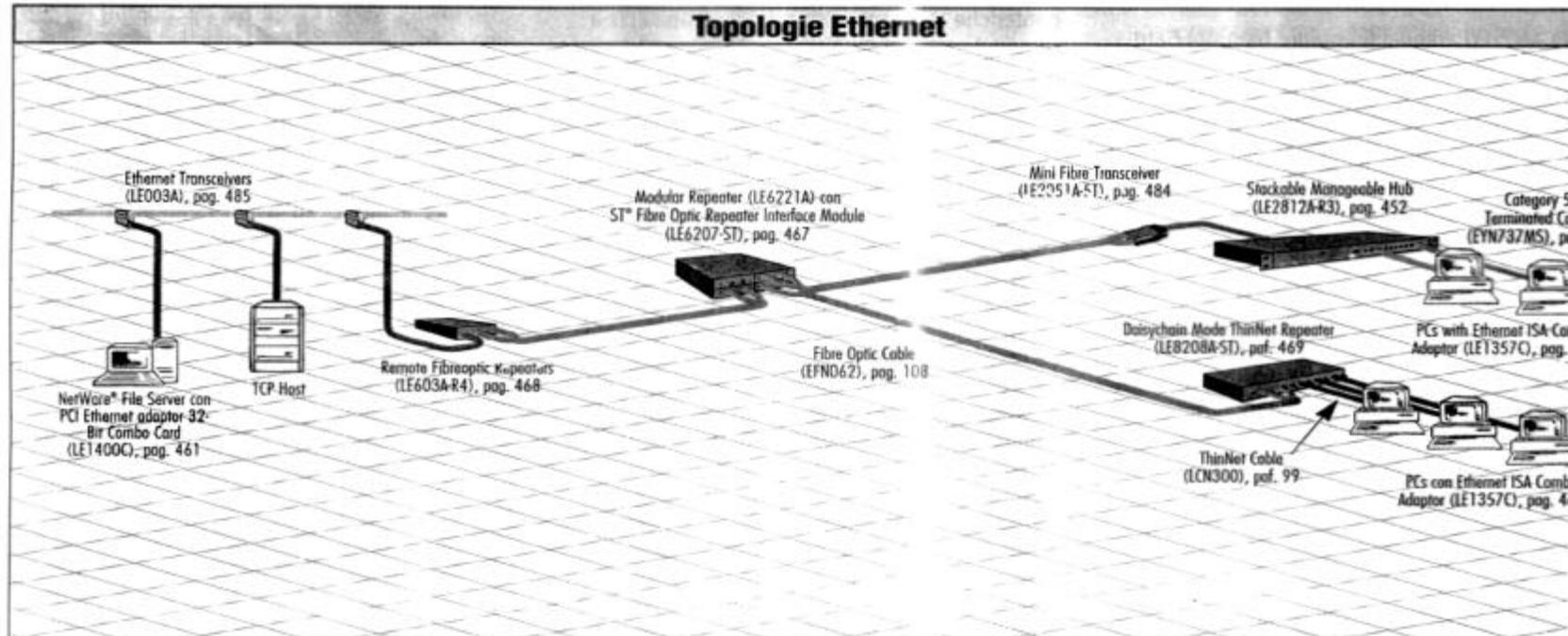
OSI



Internet Protocol Suite

Per progettare una rete, il primo passo e' di consultare un catalogo di apparecchiature di rete disponibili attualmente, le funzioni che offrono e il loro costo.
 Ad esempio (da un catalogo):

Progettate la vostra LAN Ethernet.



Le funzionalità più importanti delle topologie Ethernet:

- Velocità di throughput affidabile—10 Mbps.
- Trasmissione accurata—metodo di accesso CSMA/CD.
- Facilmente compatibile—il numero di componenti LAN che si conformano agli standard Ethernet è maggiore di qualsiasi altro tipo.
- Massima flessibilità—due topologie (bus o stella) e cinque tipi di cavi (Standard o coassialeThin; twisted pair non schermato; FOI o 10BASE-FL in fibre ottiche).

Overview

Stesso dicasi evidentemente per i mezzi trasmissivi. Ad esempio, dallo stesso catalogo, rassegna di cavi ritorti:

CAVICONNETTORI
Twisted Pair non schermato (UTP)

Guida ai cavi Twisted-Pair non schermati (UTP)

Chi cosa è l'UTP?
Il Twisted Pair non schermato è il cavo generalmente più utilizzato grazie al basso costo, alla facilità di installazione, alla flessibilità per spostamenti e cambiamenti, nonché alla capacità di supportare l'intera larghezza di banda LAN.

Realizzato in etere per trasferire la voce, il twisted pair è stato poi oggetto di varie modifiche innovative che ne hanno fatto un ottimo soluzione per applicazioni quali la telefonia, le workstation, i terminali e i sistemi computerizzati. La Categoria 5, quella più alta per i twisted pair, può infatti supportare velocità di trasferimento dati fino a 100 Mbps.

Rispetto a quello non-twisted, il cavo twisted pair presenta il grande vantaggio di una bassa diafonia. Gli intrecci impediscono l'interferenza delle altre coppie del cavo. Per questo motivo, l'utilizzo del cavo non-twisted pair a 4 fili, chiamato filo "quad", non è consigliato per le installazioni multilinea.

Elementi da considerare per la scelta di cavi UTP.
Per avere indicazioni sui cavi UTP da acquistare, rispondere alle seguenti domande:

1. Di che tipo di cavo UTP avete bisogno: grigio piatto satinato o di Categoria 3, 4, o 5?
2. Desiderate un cavo a trefoil o a filo pieno?
3. Dovete installare un cavo plenum di PVC o resistente al fuoco?
4. Quante coppie deve avere il cavo?
5. È necessario installare un cavo preterminato o intendete impiegare lunghezze bulk ed eseguire personalmente la terminazione?
6. Inoltre, il vostro sistema è conforme agli standard 568B o 568A?

Per chiarimenti su molti di questi punti, vedere la pagina a fianco.

TWISTED PAIR NON SCHERMATO / TWISTED PAIR NON SCHERMATO / TWISTED PAIR NON SCHERMATO / TWISTED PAIR NON SCHERMATO

TWISTED PAIR NON SCHERMATO / TWISTED PAIR NON SCHERMATO / TWISTED PAIR NON SCHERMATO / TWISTED PAIR NON SCHERMATO

CAVO GRIGIO SATINATO PIATTO (VOCE) FINO A 1 MBPS

A TREFOLO

4 fili			6 fili			8 fili		
Bulk	Terminato	Placcatura	Bulk	Terminato	Placcatura	Bulk	Terminato	Placcatura
	diritta	incrociata		diritta	incrociata		diritta	incrociata
EL04A pag. 120	EL04MS pag. 120	EL04M pag. 120	EL06A pag. 120	EL06MS pag. 120	EL06M pag. 120	EL08A pag. 120	EL08MS pag. 120	EL08M pag. 120

CAVO CATEGORIA 3 (VOCE/DATI) FINO A 10 MBPS (RJ-45)

A FILO PIENO

PVC				Plenum			
Bulk		Terminato		Bulk		Terminato	
2 coppie	4 coppie	Diritta (568B)	Incrociata (568A)	2 coppie	4 coppie	Diritta (568B)	Incrociata (568A)
EYN712A pag. 86	EYN732A pag. 86	EYN730MS pag. 86	EYN730M pag. 86	EYN714A pag. 86	EYN734A pag. 86	EYN734MS pag. 86	EYN734M pag. 86

CAVO CATEGORIA 4 (VOCE/DATI) FINO A 16 MBPS (RJ-45)

A FILO PIENO

PVC				Plenum				A TREFOLO PVC	
Bulk		Terminato		Bulk		Terminato		Terminato	
2 coppie	4 coppie	25 coppie	Diritta (568B)	Incrociata (568A)	2 coppie	4 coppie	25 coppie	Diritta (568B)	Incrociata (568A)
EYN715A pag. 86	EYN735A pag. 86	EYN735A pag. 86	EYN735MS pag. 86	EYN735M pag. 86	EYN716A pag. 86	EYN736A pag. 86	EYN736A pag. 86	EYN736MS pag. 86	EYN736M pag. 86

CAVO CATEGORIA 5 (VOCE/DATI) FINO A 100 MBPS (RJ-45)

A FILO PIENO

PVC				Plenum				A TREFOLO PVC	
Bulk		Terminato		Bulk		Terminato		Bulk	
2 coppie	4 coppie	Diritta (568B)	Incrociata (568A)	2 coppie	4 coppie	Diritta (568B)	Incrociata (568A)	4 coppie	Terminato
								Diritta (568B)	Diritta (568B)
EYN717A pag. 86	EYN737A pag. 86	EYN737MS pag. 86	EYN737M pag. 86	EYN718A pag. 86	EYN738A pag. 86	EYN738MS pag. 86	EYN738M pag. 86	EYN738A-05A pag. 86	EYN738M-05 pag. 87
								Coaxiale standard	Diritta categoria
								EYN738L1-05 pag. 87	EYN738L1-25 pag. 87

Voice / Video / Data / Fax / Modem / ISDN / Ethernet / Token Ring / FDDI / ATM / SD-WAN / Cloud Managed Network

ORDINI - TEL. (02) 27400.280
FAX. (02) 27400.219

85