

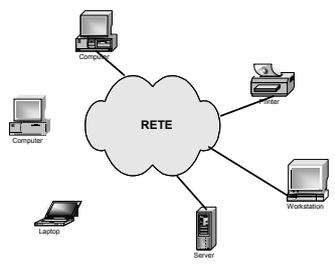
ECAP

Telematica

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 1

ECAP

Cosa e' una rete di elaboratori?



Definizione (semplice):
 Due o piu' computers autonomi e interconnessi in modo da poter scambiare informazioni e adoperare risorse centralizzate (stampanti, scanners, ecc.)

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 2

ECAP

Vantaggi della connessione in rete

- Condivisione di dati e di programmi;
- Condivisione di risorse (stampanti, scanner, ecc.);
- Condivisione dell'accesso ad Internet;
- Gestione centralizzata degli aspetti di sicurezza;
- Gestione centralizzata della gestione dei programmi;
- Possibilità di avere messaggistica tra gli utenti (email).

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 3

Svantaggi della connessione in rete

- Necessità di disporre di personale specializzato o in alternativa di affidare la gestione della rete in outsourcing ad una ditta specializzata al fine di garantirne la qualità e la continuità operative ;
- Necessità di maggiori investimenti:
 - infrastruttura (cablaggio);
 - hardware dedicato (server dedicati);
 - sistema operativo di rete (W2000 server, UNIX).

Quali sono i componenti di una rete?

- Stazioni: PC, servers;
- Schede di rete (Network Interface Card, NIC);
- Cavi;
- Hardware specifico per il traffico dati (hub, switch, bridge, router, gateway);
- Software (Sistemi operativi di rete; protocolli di telecomunicazione).

Come si classificano le reti?

- Scala geografica:
 - Reti locali;
 - Reti metropolitane;
 - Reti geografiche;
- Hardware adoperato;
- Protocolli;
- Organizzazione:
 - paritetiche;
 - client / server.

ECAP

Scala geografica

10 m	stessa stanza	}	Rete locale
100 m	stesso edificio		
1 Km	stesso stabilimento (area)		
10 Km	stessa città'	}	Rete metropolitana
> 10 Km	nazione, continente		
			}
			Rete geografica

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 7
09.09.2003

ECAP

Le reti paritetiche (peer-to-peer) e le reti client/server

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 8
09.09.2003

ECAP

Considerazioni sulle reti LAN paritetiche (1/3)

- Nessuna stazione svolge un ruolo dedicato o particolare:
 - Ogni stazione può accedere a risorse (client) o condividere risorse (server): le stazioni sono paritetiche tra di loro;
- Non è richiesto l'uso di hardware con prestazioni specifiche (server);
- Non è richiesto un Sistema Operativo di rete;

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 9
09.09.2003

Considerazione sulle reti LAN paritetiche (2/3)

- Impatto sulle prestazioni del PC che mette a disposizione le risorse;
- Non c'è gerarchia amministrativa: Ogni utilizzatore e' responsabile per le risorse da condividere e a chi.
- Politica di identificazione delle risorse e gestione della versione dei files: problematica;
- Politica di back-up difficile da praticare;
- Sicurezza: non adeguata ad organizzazioni strutturate;

Considerazione sulle reti LAN paritetiche (3/3)

- Soluzione adeguata
 - Per una piccola organizzazione senza necessità di elevato grado di sicurezza o controllo centralizzato;
 - Per piccolo numero di stazioni (max. 10-15) in ambiente locale;
 - Per condividere file e risorse di alto prezzo.

Considerazioni sulle reti LAN client/server (1/3)

- Ogni stazione svolge uno di due ruoli: cliente o server;
 - Nella rete sono presenti computers dedicati a compiti particolari (p.es. memorizzare files). Tali computers sono detti "servers". Gli utilizzatori sono detti "clienti" del server;
- Il client (workstation, laptop) sono gli utilizzatori ed accedono alle risorse;
- Il server fornisce alla rete le risorse da condividere (file server; printer server);

Considerazioni sulle reti LAN client/server (2/3)

- Nelle reti Windows il Server puo' svolgere un doppio ruolo e assumere la funzione di client (diversamente dalle reti Novell);
- Elevata sicurezza
 - Con memorizzazione e gestione centralizzata delle risorse;
 - Con server piazzati fisicamente in locali di alta sicurezza;
 - Con sistemi operativi attenti all'aspetto sicurezza;
- Back-up centralizzato;

Considerazioni sulle reti LAN client/server (3/3)

- Sistema Operativo di rete per i server;
- Elevata affidabilità per l'uso di server con HW ridondante e sistemi operativi specifici;
- Richiede una gestione fatta da personale specializzato.

Termini importanti

Italiano	English	Deutsch
Rete locale	Local Area Network (LAN)	Lokales Netzwerk
Rete metropolitana	Metropolitan Area Network (MAN)	
Rete geografica	Wide Area Network (WAN)	Geographisches Netzwerk

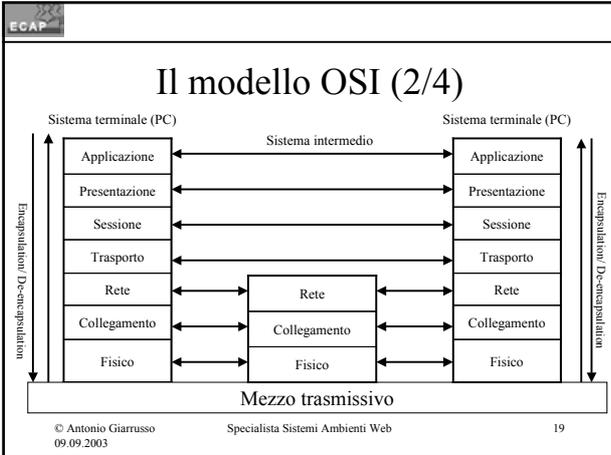
Il modello a strati

Perchè un modello?

- Un modello di riferimento e' utile per analizzare le diverse funzioni che e' necessario realizzare nella comunicazione tra due sistemi di elaborazione dati (computer origine e computer destinazione) e come essi interagiscono tra loro.

Il modello OSI (1/4)

- Il modello Open System Interconnection (OSI) e' stato definito e sostenuto dall'International Organization for Standardization (un organismo delle Nazioni Unite) per favorire la compatibilita' di prodotti di differenti fornitori;
- Al fine di poter essere applicato in situazioni molto generali il modello presenta un certo livello di complessità e di astrattezza;



ECAP

Il modello OSI (3/4)

- Ogni strato è finalizzato a realizzare un compito o meglio un insieme di compiti;
- Ogni strato ha interfacce con gli strati adiacenti (all'interno del proprio computer) e scambia informazioni con lo strato corrispondente che risiede nel computer remoto;

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 20
09.09.2003

ECAP

Il modello OSI (4/4)

- Il livello fisico è realizzato ad hardware (nelle cartoline di interfaccia) – Il livello di collegamento è realizzato in parte a SW e in parte ad HW - Tutti gli altri livelli sono realizzati a SW.
- Il modello OSI ha una importanza teorica notevole, ma non si sono affermate famiglie di protocolli che realizzano esattamente tale modello;

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 21
09.09.2003

Livello applicativo

- S'interfaccia con l'applicazione di rete e gestisce lo scambio dei messaggi tra i processi („programmi in esecuzione“) negli hosts che partecipano dell'applicazione.

Livello trasporto (1/2)

- Il livello di trasporto gestisce il trasporto dei pacchetti dati tra i due processi („programmi in esecuzione“) dall'host sorgente all'host destinazione;
- Il livello di trasporto offre al livello applicativo:
 - La possibilità di indirizzare i processi all'interno degli hosts di origine e di destinazione;
 - La possibilità di incrementare la qualità di trasmissione del livello di rete, che opera in modalità „best effort“;

Livello trasporto (2/2)

- Nel caso della pila TCP/IP due sono i protocolli a livello di trasporto: TCP (Transport Control Protocol) e UDP (User Datagram Protocol);

Livello di rete (1/2)

- Questo livello è responsabile di instradare i pacchetti dati dall'host sorgente all'host di destinazione;
- Il livello di rete non fa nessuna ipotesi sul canale trasmissivo adoperato, che può essere affidabile o non affidabile, in tal senso il livello di rete opera con modalità „best effort“;
- Nel caso della pila TCP/IP il protocollo di livello di rete è noto come Internet Protocol (IP);

Livello di rete (2/2)

- Appartengono al livello rete i protocolli di instradamento adoperati dai routers per scambiarsi le informazioni sulla topologia della rete e scoprire i cammini ottimali di instradamento.

Livello di collegamento (1/2)

- Nel cammino tra l'host di sorgente e l'host di destinazione i pacchetti dati vengono inoltrati di stazione in stazione (host, router) traversando differenti canali di trasmissione (reti) ;
- Questo strato realizza lo scambio dati tra due stazioni direttamente connesse (rete locale, rete geografica) adoperando i meccanismi di trasmissione dati degli apparati utilizzati:
 - I protocolli dipendono dal canale trasmissivo e sono indipendenti dalla pila di rete (linea seriale, rete Ethernet, ISDN,..) ;

Livello di collegamento (2/2)

- A livello di collegamento sono gestiti ad esempio il controllo di flusso, le trame dati, meccanismi per la detezione e correzione di errori, ecc;

Livello fisico

- Questo livello è responsabile della corretta trasmissione dei singoli bits tra due stazione direttamente connesse;
- In esso sono definite le interfacce al mezzo trasmissivo, come i valori di tensione o lo schema temporale;
- Come nel caso del livello di collegamento i protocolli in uso dipendono dal canale trasmissivo e sono indipendenti dalla pila di rete.

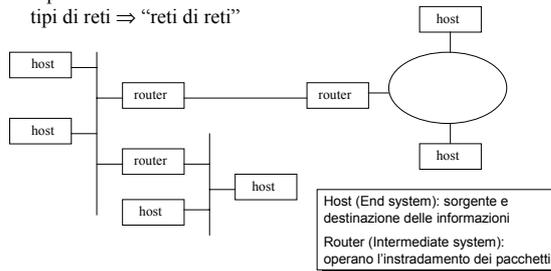
Approfondimento del protocollo TCP/IP

Lo standard Internet

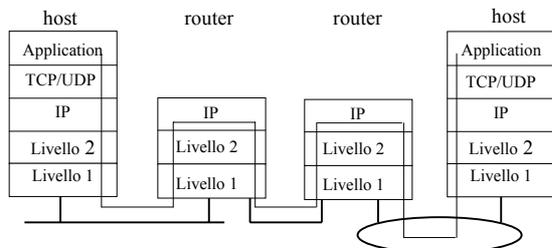
- Lo standard Internet e' uno standard aperto in gran parte sviluppato nel mondo delle universita';
- Lo standard e' descritto in documenti chiamati RFC (Request for comment) per sottolineare il loro carattere temporaneo.

Il protocollo TCP/IP (1/3)

Visione: poter interconnettere differenti tipi di reti => "reti di reti"



Il protocollo TCP/IP (2/4)



La funzione degli strati

ECAP

Il protocollo TCP/IP (3/4)

Incapsulamento

Livello di trasporto

Livello di rete

Livello di collegamento

© Antonio Giarrusso
09.09.2003

Specialista Sistemi Ambienti Web

37

ECAP

Il protocollo TCP/ IP (4/4)

Livello applicazioni

Porta

Livello trasporto

Protocollo

Livello rete

Indirizzo IP

Livello collegamento

Indirizzo MAC

Livello fisico

© Antonio Giarrusso
09.09.2003

Specialista Sistemi Ambienti Web

38

ECAP

Terminologia (1/2)

- **Internet:** Una rete di reti fisicamente non omogenee e appartenenti a diverse organizzazioni amministrative (private, statali) che si estende su tutto il pianeta, basata sull'uso protocollo TCP/IP e di servizi che poggiano su tale protocollo.

© Antonio Giarrusso
09.09.2003

Specialista Sistemi Ambienti Web

39

ECAP

Terminologia (2/2)

- “internet”: rete di reti fisicamente omogenee o non omogenee connesse per il tramite della pila TCP/IP;
- Si parla di intranet quando le reti appartengono alla medesima organizzazione amministrativa;
- Si parla di extranet quando le reti appartengono a differenti soggetti.

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 40
09.09.2003

ECAP

Livello applicativo

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 41
09.09.2003

ECAP

Le applicazioni di rete (1/7)

host router router host

Application Application

TCP TCP

IP IP

Livello 2 Livello 2

Livello 1 Livello 1

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 42
09.09.2003

ECAP

Le applicazioni di rete (2/7)

- Le applicazioni di rete (o applicazioni distribuite) sono applicazioni a cui partecipano due o più hosts connessi per il tramite di una rete;
- Esempi di applicazioni di rete:
 - Domain Name System per mettere in relazione nomi di hosts con indirizzi IP;
 - World Wide Web (WWW) per reperire e acquisire documenti;
 - Posta elettronica per scambiare messaggi;
 - News per creare bacheche condivise;
 - File Transfer Protocol per gestire archivi software;

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 09.09.2003 43

ECAP

Le applicazioni di rete (3/7)

- Ogni applicazione di rete è costituita da diversi elementi, ad esempio il Web consiste di:
 - Standard per la definizione dei documenti (HTML);
 - Client, noto come browser (p. es. Internet Explorer, Netscape)
 - Server (p.es. Apache)
 - Protocollo applicativo HTTP (Hypertext Transfer Protocol);

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 09.09.2003 44

ECAP

Le applicazioni di rete (4/7)

- Il protocollo a livello applicativo è tipicamente costruito secondo lo schema client / server con la componente client generalmente locata nel PC dell'utente, che inoltra richieste alla componente server, locata nell'host remoto, dove il processo („programma in esecuzione“) è „in attesa“ di richieste di servizio;

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 09.09.2003 45

ECAP

Le applicazioni di rete (5/7)

© Antonio Giarrusso
09.09.2003

Specialista Sistemi Ambienti Web

46

ECAP

Le applicazioni di rete (6/7)

- Il protocollo applicativo specifica i messaggi scambiati tra i processi („programmi in esecuzione“) degli hosts partecipanti alla applicazione:
 - Il tipo dei messaggi scambiati tra i due hosts;
 - La sintassi del messaggio, cioè i campi del messaggio e la loro struttura;
 - La semantica dei campi del messaggio, cioè il significato da dare ad ogni campo;
 - Le regole della interazione (quando e come) i messaggi vengono scambiati;

© Antonio Giarrusso
09.09.2003

Specialista Sistemi Ambienti Web

47

ECAP

Le applicazioni di rete (7/7)

- Il software client rende disponibili all'utente le funzionalità dell'applicazione con una interfaccia in generale grafica e al tempo stesso gestisce la componente client del protocollo.

© Antonio Giarrusso
09.09.2003

Specialista Sistemi Ambienti Web

48

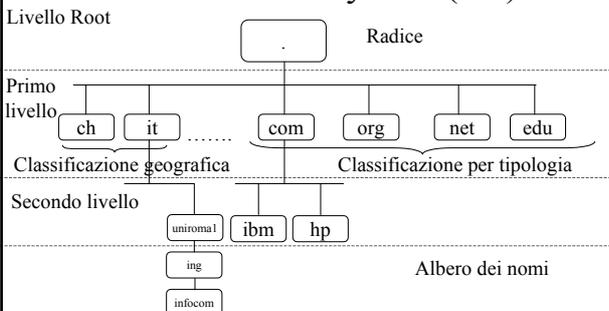
Domain Name System (1/6)

- La ragione di essere di questa applicazione è di tradurre („risolvere“) i nomi mnemonici adoperati per identificare gli hosts in indirizzi IP usati dal software;
- L'applicazione DNS supporta tutte le applicazioni Internet e viene chiamata in maniera trasparente per l'utente;

Domain Name System (2/6)

- L'applicazione DNS è costituita da:
 - Uno schema di tipo gerarchico per creare dei nomi unici da adoperare come nomi mnemonici degli hosts (albero dei nomi);
 - Una banca dati distribuita, contenente i records di informazione adoperati, implementata in servers (name servers) organizzati in una struttura gerarchica e tra loro co-operanti;
 - Un protocollo (chiamato anche esso DNS) per gestire lo scambio dati tra i clients e i servers DNS come pure tra i servers DNS;

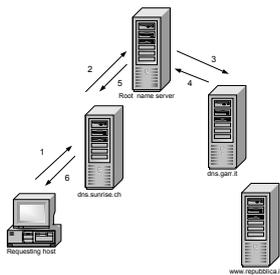
Domain Name System (3/6)



Domain Name System (4/6)

- Risoluzione è il nome del processo che fa passare dai nomi mnemonici agli indirizzi IP;
- L'algoritmo per la risoluzione dei nomi mnemonici è un esempio significativo di algoritmo distribuito, affidabile ed efficiente:
 - Distribuito perchè realizzato da sistemi che co-operano tra loro;
 - Efficiente perchè molti nomi vengono risolti localmente (caching) senza generare traffico;
 - Affidabile in quanto implementato con ridondanza;

Domain Name System (5/6)



Domain Name System (6/6)

- La banca dati è costituita da records che contengono informazioni del tipo:
- Host name ⇒ IP address
- Mail exchange ⇒ host name in funzione di mail server per quel dominio;

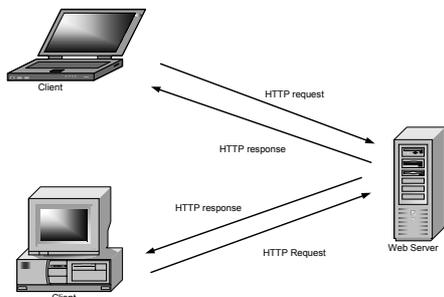
Worldwide Web (1/7)

- Questa applicazione consente ad un utente di reperire e acquisire documenti situati in un host remoto;
- L'applicazione adopera il protocollo applicativo HTTP (HyperText Transfer Protocol);

Worldwide Web (2/7)

- L'implementazione corrisponde al modello client/server:
 - L'utente opera tramite la componente client della applicazione denominata "browser";
 - La componente server opera in ogni host che metta a disposizioni documenti per il WWW;

Worldwide Web (3/7)



Worldwide Web (4/7)

- I clienti piu' diffusi:
 - Internet Explorer;
 - Netscape;
 - Opera;
- Un server largamente adoperato:
 - Apache;

Worldwide Web (5/7)

- I documenti WWW sono scritti in un particolare linguaggio (HTML, HyperText Markup Language) e sono multimediali e ipertestuali;
- Estensioni del linguaggio:
 - Documenti generati dinamicamente (CGI, Common Gateway Interface);
 - Applets Java;

Worldwide Web (6/7)

- Nel caso di documenti generati dinamicamente il server fa partire un programma. L'uscita del programma viene formattata dal server come documento WWW (documento dinamico) e viene trasmesso al client che lo rappresenta analogamente ai documenti statici;
- Nel caso dell'applet Java il server scarica sul client un codice (Java) che successivamente viene processato sul client;

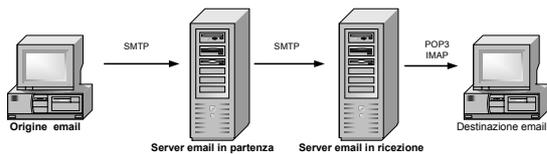
Worldwide Web (7/7)

- Ogni documento del WWW è identificato per il tramite di un identificatore detto URL (Uniforme Resource Locator) costruito secondo la sintassi seguente
`<protocol>://<host name>/<path name>`

Posta elettronica (1/6)

- La posta elettronica permette lo scambio di note e di documenti multimediali tra utenti;
- Questa applicazione contiene:
 - Standard per il formato dei messaggi trasmessi;
 - Componente client per la gestione di posta elettronica nei PC/Workstation delle utenze;
 - Protocolli applicativi costruiti secondo lo schema client/server: SMPT (Simple Mail Transfer Protocol), POP3 (Post Office Protocol), IMAP (Internet Message Access Protocol);

Posta elettronica (2/6)



Posta elettronica (3/6)

- Il protocollo SMTP nella sua componente client viene usato dalle stazioni degli utenti e dai server per emettere e inoltrare i messaggi (opera in modalità “push”);
- Il protocollo SMTP nella sua componente server viene usato nei server per prendere in consegna i messaggi;

Posta elettronica (4/6)

- I protocolli POP3 e IMAP, di uso meno diffuso, vengono utilizzati dal client (PC utente) per scaricare la posta elettronica dalla casella postale configurata presso il server dell’ISP (modalità “pull”);
- L’accesso al servizio di posta elettronica nel PC dell’utente ha luogo per il tramite di clients che supportano sia la creazione e la gestione dei messaggi (“user agent”) sia la loro ricezione e trasmissione (“message transfer agent”);

Posta elettronica (5/6)

- I piu’ diffusi clienti di posta elettronica:
 - Outlook Express (compreso nel pacchetto di Internet Explorer);
 - Outlook (parte di Microsoft Office);
 - Eudora;
 - Messenger (modulo di Netscape);
- Gli indirizzi di posta elettronica in Internet hanno la forma: `username@domain_name`.

Posta elettronica (6/6)

- Un'interessante possibilità per scambiare posta elettronica tra utenti che condividono interessi comuni è offerta da applicazioni (ListServ, Majordomo) che rilanciano le e-mails spedite da un utente a tutti gli abbonati della lista;
- La lista possiede due indirizzi (da usare coerentemente!):
 - Per l'amministrazione della lista;
 - Per la mailing list (rilancio emails).

Network News (1/2)

- Il servizio Network News permette la condivisione di messaggi realizzando una "bacheca" virtuale;
- I messaggi Netnews sono organizzati per argomento all'interno di categorie chiamate "newsgroup";
- Il servizio Network New adopera il protocollo applicativo NNTP (Network News Transfer Protocol);

Network News (2/2)

- I programmi client di News ("news reader") piu' diffusi:
 - Outlook Express;
 - Agent;
 - Netscape Communicator.

File Transfer Protocol (1/2)

- Questo servizio permette agli utenti di trasferire in modo efficiente e affidabile file da e per archivi su host remoti; inoltre l'utente può visualizzare il contenuto di sistemi di archiviazione remoti e di modificare o cancellare files e cartelle ivi residenti.
- L'applicazione adopera uno dei protocolli classici di Internet noto come FTP (File Transfer Protocol);

Trasferimento File / Gestione archivi (2/2)

- Esempi di programmi client per la gestione archivi:
 - WS_FTP;
 - CuteFTP.

Altre applicazioni

- Internet Relay Chat (IRC);
- Finger;
- Whois;
- WAIS;
- Video Conferencing;

ECAP

Livello di trasporto

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 73
09.09.2003

ECAP

Livello di trasporto (1/4)

host router router host

Application
TCP
IP
Livello 2
Livello 1

Application
TCP
IP
Livello 2
Livello 1

IP
Livello 2
Livello 1

IP
Livello 2
Livello 1

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 74
09.09.2003

ECAP

Livello di trasporto (2/4)

- Lo strato di trasporto gestisce il trasferimento dei pacchetti dati dal processo dell'host di origine al processo nell'host di destinazione ;
- Il protocollo a livello di trasporto ha la sua ragione d'essere in quanto:
 - Il protocollo di rete fornisce il trasferimento da host a host ma non distingue a quale processo applicativo è diretto un pacchetto dati;
 - Il livello di rete fornisce un servizio "best effort" ("facendo del suo meglio") con possibile eliminazione, duplicazione e arrivo fuori sequenza dei pacchetti;

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 75
09.09.2003

ECAP

Livello di trasporto (3/4)

- La pila TCP/IP offre al livello applicativo due protocollo di trasporto:
 - User Datagram Protocol (UDP)
 - È utilizzato quando l'applicazione non richiede funzioni di controllo di flusso e controllo d'errore;
 - TCP (Transfer Control Protocol)
 - È utilizzato per applicazioni che richiedono funzioni di controllo e di flusso;

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 76
09.09.2003

ECAP

Livello di trasporto (4/4)

• L'indirizzamento dell'applicazione è necessario per distinguere tra diversi applicativi, che adoperano lo stesso servizio di trasporto ("porta")

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 77
09.09.2003

ECAP

Porte

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 78
09.09.2003

User Datagram Protocol (1/3)

- Il protocollo UDP è il piu' semplice dei due protocolli a livello di trasporto della pila TCP/IP;
- UDP offre:
 - Indirizzamento dell'applicazione tramite la „porta“ rendendo possibile la moltiplicazione (host di origine) e la demoltiplicazione (host di destinazione);
 - Somma di controllo sull'intero pacchetto dati;

User Datagram Protocol (2/3)

Porta di origine (16 bit)	Porta di destinazione (16 bit)
Lunghezza (16 bit)	Somma di controllo (16 bit)
Dati	

User Datagram Protocol (3/3)

- I campi dell'intestazione del pacchetto dati UDP:
 - Porta di origine (16 bit);
 - Porta di destinazione (16 bit);
 - Lunghezza dell'intero pacchetto dati (16 bit), espressa in byte;
 - Somma di controllo sull'intero pacchetto dati (16);

User Datagram Protocol (UDP)

- Perchè usare il protocollo UDP?

Transmission Control Protocol (1/7)

- Questo protocollo offre al livello applicativo un canale trasmissivo connesso tra i processi di origine e di destinazione dei due hosts partecipanti alla applicazione;

Transmission Control Protocol (2/7)

- Il protocollo TCP offre:
 - Indirizzamento dell'applicazione tramite la „porta“ rendendo possibile la moltiplicazione (host di origine) e la demoltiplicazione (host di destinazione);
 - Uno scambio dati affidabile (per l'applicazione):
 - Controllo e recupero errore;
 - Ri-ordinamento dei pacchetti dati di livello di rete;
 - Controllo di congestione (per il bene generico di Internet);

ECAP

Transmission Control Protocollo (3/7)

I
N
T
E
S
T
A
Z
I
O
N
E

Porta di origine (16 bit)		Porta di destinazione (16 bit)	
Numero di sequenza in emissione (32 bit)			
Numero sequenza in ricezione (32 bit)			
Lunghezza intestazione (4 bit)	Campo riservato (6 bit)	Bit di controllo (6 bit)	Larghezza della finestra (16 bit)
Somma di controllo (16 bit)		Puntatore urgente (16 bit)	
Opzioni (se presenti)			Riempimento
Dati			

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 85
09.09.2003

ECAP

Transmission Control Protocollo (4/7)

- I campi del pacchetto dati TCP:
 - Porta di origine (16 bit);
 - Porta di destinazione (16 bit);
 - Numero sequenza in emissione (32 bit);
 - Numero sequenza in ricezione (32 bit);
 - Lunghezza dell'intestazione (4 bit), avendo come unità di misura parole di 32 bit – min 5 / max 15 parole;
 - Campo riservato (6 bit);
 - Bit di controllo (6 bit);

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 86
09.09.2003

ECAP

Transmission Control Protocollo (5/7)

- Larghezza della finestra (16 bit);
- Somma di controllo (16 bit);
- Puntatore urgente (16 bit);
- Opzioni, se presenti, allineate a parole di 32 bit con byte di riempimento (padding);
- Dati („payload“), lunghezza variabile.

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 87
09.09.2003

ECAP

Transmission Control Protocol (6/7)

© Antonio Giarrusso
09.09.2003

Specialista Sistemi Ambienti Web

88

ECAP

Transmission Control Protocol (7/7)

- Essendo il protocollo TCP di tipo connesso esso evolve attraverso le fasi di:
 - Instaurazione;
 - Trasferimento dati;
 - Abbattimento;

© Antonio Giarrusso
09.09.2003

Specialista Sistemi Ambienti Web

89

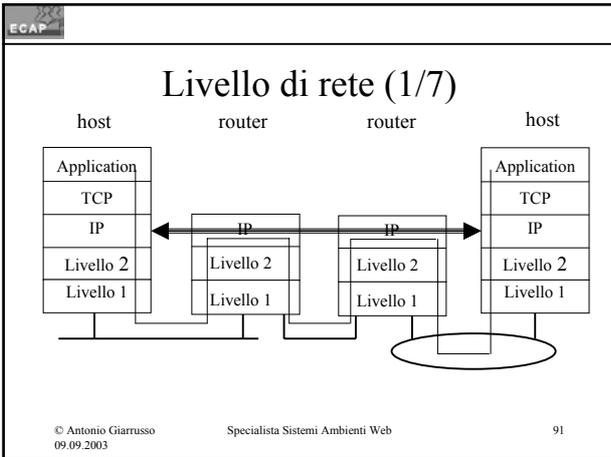
ECAP

Livello di rete

© Antonio Giarrusso
09.09.2003

Specialista Sistemi Ambienti Web

90



ECAP

Protocollo Internet (IP) (2/7)

- Il protocollo Internet (IP) gestisce lo scambio dei pacchetti dati tra l'host di origine e l'host di destinazione;
- Il livello di rete fornisce un servizio "best effort" ("facendo del suo meglio") con possibile eliminazione, duplicazione e arrivo fuori sequenza dei pacchetti;

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 92

ECAP

Protocollo Internet (IP) (3/7)

- Nell'host origine il livello rete riceve i pacchetti dati da quello livello di trasporto, e li elabora secondo questa procedura:
 - Segmentazione (se più lunghi della massima lunghezza consentita dalla sottorete);
 - Incapsulamento in pacchetti IP;
 - Consegna al livello di collegamento per la consegna al primo router;

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 93

Protocollo Internet (IP) (4/7)

- Nell'host di destinazione, il livello di rete riceve i pacchetti IP dal livello di collegamento e li elabora secondo questa procedura:
 - Riassembla i frammenti in pacchetti;
 - Estrae dai pacchetti IP i dati del livello di trasporto consegnandoli nell'ordine in cui sono arrivati;
- Il protocollo poggia su un sistema di indirizzamento globale che assegna ad ogni interfaccia di rete un indirizzo IP secondo determinate regole;

Protocollo Internet (IP) (5/7)

I N T E R N E T A Z I O N E	Versione (4 bit)	Lunghezza intestazione (4 bit)	Tipo di servizio (8 bit)	Lunghezza totale (16 bit)		
	Identificazione (16 bit)			Flags (3 bit)	Posizione frammento (13 bit)	
	Tempo di vita (8 bit)	Protocollo (8 bit)	Somma di controllo (16 bit)			
	Indirizzo IP di origine (32 bit)					
	Indirizzo IP destinazione (32 bit)					
	Opzioni (se presenti)			Riempimento		
	Dati					
					
	Campi informativo					

Protocollo Internet IP (6/7)

- I campi del pacchetto dati IP:
 - Versione del protocollo (4 bit);
 - Lunghezza dell'intestazione (4 bit), avendo come unità di misura parole di 32 bit – min 5 / max 15 parole;
 - Tipo di servizio (8 bit);
 - Lunghezza totale (16 bit), avendo come unità di misura il byte – max 65'536 byte;
 - Identificazione (16 bit);
 - Flags (bandiere) di frammentazione (3 bit);

Protocollo Internet IP (7/7)

- Posizione frammento (13 bit), espressa in multipli di 8 byte;
- Tempo di vita (8 bit);
- Protocollo (8 bit);
- Somma di controllo (16 bit), estesa su tutta l'intestazione;
- Indirizzo IP di origine (32 bit);
- Indirizzo IP di destinazione (32 bit);
- Opzioni, se presenti, allineate a parole di 32 bit con byte di riempimento (padding);
- Dati („payload“), lunghezza variabile;

Indirizzi IP (1/9)

- L'indirizzo IP identifica l'interfaccia degli hosts e dei routers con la rete (un router ha piu' di un indirizzo IP);
- L'indirizzo IP viene usato per instradare i pacchetti di dati attraverso una rete IP;
- L'indirizzo IP è un indirizzo logico, configurabile (non legato all'hardware dell'interfaccia) e portabile da apparato a apparato.

Indirizzi IP (2/9)

- L'indirizzo IP è formato da 32 bit (4 byte) e strutturato in due parti, l'identificatore rete IP e l'identificatore dell'host;
- La combinazione è unica: non possono esistere in una rete due indirizzi IP eguali;

ECAP

Indirizzi IP (3/9)

Classe A: 0 | sottorete | host

Classe B: 1 0 | sottorete | host

Classe C: 1 1 1 | sottorete | host

Classe D: 1 1 1 1 | Multicast address

Classe E: 1 1 1 1 1 | Reserved

← 32 bit →

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 100

ECAP

Indirizzi IP (4/9)

Classe	Bit iniziali	Identificatore rete	Identificatore host	Reti disponibili	Host disponibili
A	0	7 bit	24	128	16'777'216
B	10	14 bit	16	16384	65'536
C	110	21 bit	8	2'097'152	256
D	1110	Indirizzo multicast: 28 bit. Indirizzi possibili: 268'435'456 (2 ²⁸)			
E	11110	Riservata per usi futuri: 27 bit. Indirizzi possibili: 134'217'728 (2 ²⁷)			

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 101

ECAP

Indirizzi IP (5/9)

Significato	Rete	Host
“questo host”	tutti 0	tutti 0
La rete a cui appartiene l'host con indirizzo “Host”	tutti 0	“host”
Tutti gli host	tutti 1	tutti 1
Tutti gli host della rete “Net”	“Net”	Tutti 1
loopback	127 (in decimale) seguito da qualsiasi cosa	

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 102

ECAP

Indirizzi IP (6/9)

- Le due forme correnti per rappresentare gli indirizzi IP sono la notazione binaria e la notazione decimale puntata ("dotted"):

Notazione binaria

Notazione decimale puntata

10010111 01100100 00001000 00010010

↙ ↘ ↙ ↘ ↙ ↘ ↙ ↘

151.100.8.18

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 103

ECAP

Indirizzi IP (7/9)

- Lo spazio di indirizzi riservato per reti interne (RFC 1918):
 - 1 blocco di classe A: 10.0.0.0- 10.255.255.255
 - 16 blocchi classe B: 172.16.0.0 – 172.31.255.255
 - 256 blocchi in classe C: 192.168.0.0 – 192.168.255.255
- Questo spazio di indirizzi non puo' essere instradato via Internet;
- L'uso di questo spazio di indirizzi non è soggetto a registrazione.

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 104

ECAP

Indirizzi IP (8/9)

- La struttura di indirizzamento a due livelli gerarchici era sufficiente nella fase iniziale di Internet; nel 1984 e' stato aggiunto un terzo livello gerarchico: il livello di sottorete (subnet);
- Si utilizzano alcuni bit del campo host per creare un ulteriore livello gerarchico. L'uso di questo livello gerarchico resta nascosto al di fuori del dominio amministrativo che lo gestisce.

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 105

Schema di indirizzamento (9/9)

- Una maschera (“subnet mask”) viene adoperata per identificare la parte della sequenza di 32 bits adoperata per la rete e la sottorete.
- Una ulteriore evoluzione è stata quella del Classless Internet Domain Addressing (CIDR).

L'instradamento (1/3)

- Quando gli host di origine e di destinazione del pacchetto dati IP fanno parte della stessa sottorete, la trasmissione del pacchetto è gestita dai due hosts (instradamento diretto; connessione diretta);
- Quando l'host di origine e di destinazione non fanno parte della stessa sottorete, il pacchetto IP deve essere instradato da un apparato specifico, il router (instradamento indiretto; connessione via router);

L'instradamento (2/3)

- Il router opera sulla base delle proprie tabelle di routing (instradamento), costituite da coppie (rete di destinazione, prossimo router);
- I routers si interfacciano a due o piu' reti (hanno due o piu' indirizzi IP) e operano l'instradamento prelevando i pacchetti IP da una interfaccia, processandoli (esaminando l'indirizzo di destinazione) e rilanciandoli attraverso una altra interfaccia alla destinazione finale o al prossimo router come prescritto dalla tabella di routing;

L'instradamento (3/3)

- Le tabelle di instradamento vengono generate dinamicamente per il tramite di scambio messaggi tra i routers e con algoritmi specifici.

Accesso ad Internet tramite ISP (1/2)

- Nel caso di un host non direttamente connesso ad Internet, l'host deve essere opportunamente configurato tramite le informazioni seguenti:
 - Indirizzo IP router di default;
 - Indirizzo IP name-server;
 - Indirizzo IP;

Accesso ad Internet tramite ISP (2/2)

- L'indirizzo IP puo' essere attribuito dall'ISP con diverse modalita':
 - Dinamica;
 - Statica;
- I protocolli in uso tra l'host e il provider (ISP) sono tipicamente:
 - Point to Point Protocol (PPP);
 - Point to Point over Ethernet (PPPoE).

ECAP

Internet Control Message Protocol (1/2)

- Il protocollo Internet Control Message (ICMP) viene adoperato dagli host e dai routers per scambiare messaggi di errore o altre condizioni che richiedono attenzione:
 - Host non raggiungibile;
 - Pacchetto cancellato;
 -
- La funzione di iCMP è solo di notifica degli errori al sistema di origine, non specifica le azioni da prendere per rimediare errori e malfunzionamenti.

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 112
09.09.2003

ECAP

Internet Control Message Protocol (2/2)

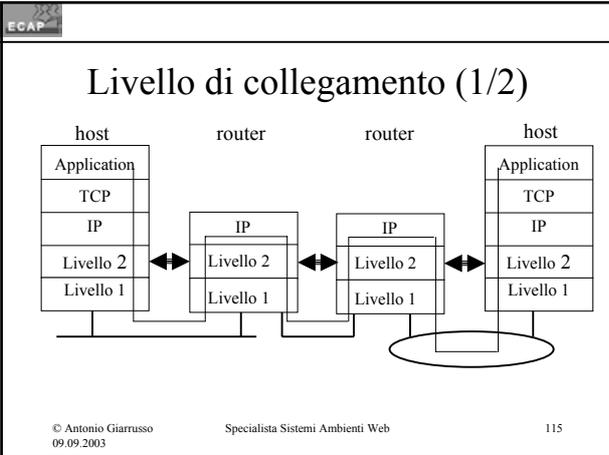
- Il protocollo ICMP viene situato a livello di rete anche se dovrebbe essere considerato al di sopra del protocollo IP nel quale i messaggi di ICMP vengono incapsulati;
- Il destinatario di un messaggio ICMP è il processo che implementa IP (non un programma applicativo od un utente);
- Le due utilità Ping e Traceroute adoperate nella amministrazione di reti IP adoperano messaggi appartenenti a questo protocollo.

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 113
09.09.2003

ECAP

Livello di collegamento

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 114
09.09.2003



ECAP

Livello di collegamento (2/2)

- Il livello di collegamento delle reti locali e dei protocolli delle reti geografiche sono stati definiti per potervi incapsulare differenti protocolli a livello di rete (IP, IPX, NetBEUI), in tal senso i livelli di collegamento e fisico non appartengono a nessuna specifica pila di protocolli di rete.

© Antonio Giarrusso
09.09.2003

Specialista Sistemi Ambienti Web

116

ECAP

Reti in area locale

© Antonio Giarrusso
09.09.2003

Specialista Sistemi Ambienti Web

117

Lo standard Ethernet (1/3)

- Lo standard Ethernet per le reti in area locale venne sviluppato all'inizio degli anni '70 al centro ricerche della Xerox a Palo Alto con sforzi congiunti della Digital, della Intel e della Xerox. (standard Ethernet DIX);
- Lo standard Ethernet DIX è stato approfondito ed esteso nell'ambito del progetto 802 dalla IEEE, l'associazione americana degli ingegneri elettronici;

Lo standard Ethernet (2/3)

- Ethernet e Fast Ethernet sono attualmente le tecnologie di avanguardia e di successo nel campo delle reti in area locale:
 - Sono piu' economiche di altre tecnologie;
 - Possono interconnettere i piu' svariati sistemi di computer;
 - Sono estremamente scalabili.

Lo standard Ethernet (3/3)

- Lo standard 802.3 copre sostanzialmente tre aspetti:
 - La tecnologia trasmissiva che si basa sostanzialmente su un canale trasmissivo condiviso tra le diverse stazioni della rete locale con accesso non coordinato;
 - La trama Ethernet per trasportare tra le stazioni i dati forniti dal livello di rete;
 - Le specifiche hardware che riguardano il cablaggio e l'elettronica adoperata.

ECAP

La tecnica trasmissiva CSMA/CD (1/2)

- Il mezzo trasmissivo è condiviso;
- Le stazioni trasmettono i pacchetti di dati (trame) senza coordinamento con le altre stazioni;
- Nel caso di collisione un hardware dedicato della scheda di rete rileva questa situazione anomala, la trasmissione è interrotta e un nuovo tentativo di trasmissione è eseguito dopo un intervallo di tempo casuale;

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 121
09.09.2003

ECAP

La tecnica trasmissiva CSMA/CD (2/2)

- Tale tecnica trasmissiva è nota come Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD);
- I pacchetti vengono ricevuti da tutte le stazioni. La stazione destinataria copia il pacchetto nella propria interfaccia;
- Le stazioni non destinatarie cancellano il pacchetto dopo averlo ricevuto;

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 122
09.09.2003

ECAP

Indirizzamento MAC (1/6)

- Le stazioni di una rete locale sono connesse tramite un mezzo di trasmissione condiviso;
- La sorgente deve conoscere l'indirizzo della stazione di destinazione per poter effettuare lo scambio dati (sono possibili indirizzi unicast, multicast, broadcast);

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 123
09.09.2003

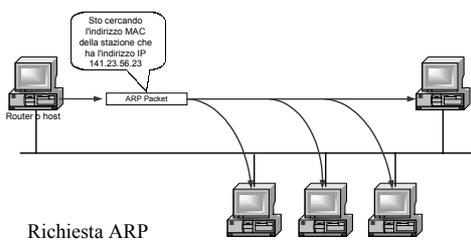
Indirizzamento MAC (5/6)

- Ogni stazione avente una interfaccia Ethernet possiede una tabella („look up“) che fa corrispondere agli indirizzi IP delle stazioni della rete locale i corrispondenti indirizzi MAC;
- La tabella viene popolata con il protocollo Address Resolution Protocol (ARP);

Indirizzamento MAC (6/6)

- Il protocollo ARP (RFC 826), collocato logicamente al confine tra livello di rete e il livello di collegamento, viene adoperato per mettere in relazione l'indirizzo IP (indirizzo globale) con l'indirizzo MAC (indirizzo locale) usato nella rete locale (p.es. Ethernet):
 - Il protocollo definisce messaggi che permettono ad una stazione di richiedere l'indirizzo MAC di una altra stazione connessa alla medesima LAN e avente un indirizzo IP noto.

Protocollo ARP (1/2)



ECAP

Protocollo ARP (2/2)

Io sono la stazione che cerchi. Il mio indirizzo MAC è: AB:34:56:78:CC:BB

ARP Packet

Risposta ARP

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 130

ECAP

La trama Ethernet (1/2)

7 ottetti		Preambolo
1 ottetto		Delimitatore di inizio trama
6 ottetti		Indirizzo di destinazione
6 ottetti		Indirizzo di sorgente
6 ottetti		Lunghezza
		Dati
		Riempimento
4 ottetti		Somma di controllo

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 131

ECAP

La trama Ethernet (2/2)

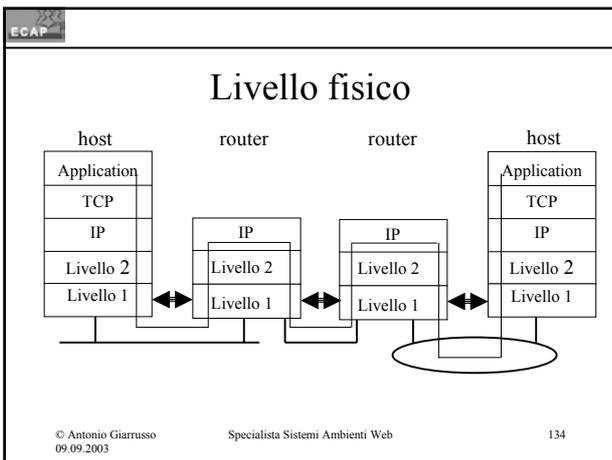
- I campi della trama Ethernet:
 - Preambolo: 7 ottetti, per scopi di sincronizzazione;
 - Delimitatore di inizio trama: sequenza di 8 bit ("10101010") che indica l'inizio del pacchetto dati;
 - Indirizzi di destinazione e di sorgente: 48 bit;
 - Lunghezza: indica la lunghezza del blocco dati, in ottetti (incluso un eventuale riempimento);
 - Riempimento (opzionale): per rendere la lunghezza della trama di almeno 64 byte (esclusi preambolo e delimitatore);
 - Somma di controllo: 4 byte, per il controllo di errore.

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 132

ECAP

Livello fisico

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 133
09.09.2003



ECAP

Reti in area locale

© Antonio Giarrusso Specialista Sistemi Ambienti Web 135
09.09.2003

Topologia

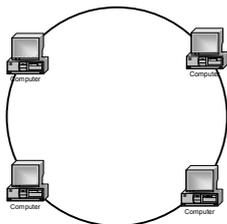
- Topologia a bus;
- Topologia ad anello;
- Topologia a stella;

Topologia a bus



I pacchetti viaggiano sul bus e vengono raccolti da tutte le stazioni. La stazione destinataria copia il pacchetto nella propria interfaccia. (Le stazioni non destinatarie cancellano il pacchetto dopo averlo prelevato dal bus.)

Topologia ad anello



I pacchetti viaggiano di stazione in stazione fino a raggiungere la stazione di destinazione

ECAP

Topologia a stella

Tutti i pacchetti dati passano per il nodo centrale

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 139

ECAP

L'hardware Ethernet (1/3)

- Gli standard definiti dall'IEEE definiscono diverse velocità e mezzi trasmissivi:
 - 10Base5 (cavo coassiale spesso; thick coax);
 - 10Base2 (cavo coassiale sottile; thin coax);
 - 10BaseT (doppino ritorto; twisted pair);
 - 10BaseF (fibra ottica);
 - 100BaseT (Ethernet veloce con doppino ritorto);
 - 100BaseF (Ethernet veloce su fibra ottica);
 - 1000BaseT, 1000BaseF (Gigabit Ethernet su doppino ritorto o fibra);

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 140

ECAP

L'hardware Ethernet (2/3)

- Chiave di lettura della codifica per gli standards su cavo coassiale (spesso o sottile):

Velocità di trasmissione espressa in Mbit/s

Tipo di trasmissione (banda base o banda estesa)

10Base5

Lunghezza max. del segmento di bus espressa in centinaia di metri

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 141

ECAP

L'hardware Ethernet (3/3)

- Chiave di lettura della codifica per gli standards su doppino ritorto o fibra:

Velocità di trasmissione espressa in Mbit/s

Tipo di trasmissione (banda base o banda estesa)

10BaseT

Tipo di cablaggio (T: doppino intrecciato; F: fibra)

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 142

ECAP

Ethernet 10Base5 (1/3)

- La chiave di lettura fornisce:
 - 10 Mbps;
 - Trasmissione in banda base;
 - 500 metri di lunghezza massima (per segmento);
- La realizzazione fisica corrisponde ad un cablaggio a "serpente" che tocca tutte le stazioni una volta sola:
 - Un bus coassiale e' cablato nell'edificio o nel sito dove la rete locale va installata;

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 143

ECAP

Ethernet 10Base5 (2/3)

- Ogni stazione contiene una scheda (adattatore di rete); ad esso viene connesso un corto cavo alla cui estremita è collegato un dispositivo (transceiver) che si aggancia al bus con un dispositivo a vampiro:
- Tutto il bus costituisce un dominio di collisione.

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 144

ECAP

Ethernet 10Base5 (3/3)

- L'estensione della rete può essere incrementata mediante ripetitori fino ad un massimo di 2'500 m (4 ripetitori).

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 145

ECAP

Ethernet 10Base2 (1/3)

- La chiave di lettura fornisce:
 - 10 Mbps;
 - Trasmissione in banda base;
 - 200 metri di lunghezza massima (segmento); - in effetti 185 m
- Le stazioni sono collegate a catena tramite cavo coassiale:
 - Il cavo utilizzato è il cavo RG-58, simile a quello utilizzato usato per la televisione di casa;
 - Il cavo ha una resistenza di 50 ohm e deve essere terminato per evitare riflessioni del segnale;

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 146

ECAP

Ethernet 10Base2 (2/3)

- Le schede di interfaccia delle stazioni sono connesse ai cavi coassiali per il tramite di dispositivi a "T";
- Tutta la struttura (stazioni, cavi coassiali) costituisce un unico dominio di collisione.

© Antonio Giarrusso 09.09.2003 Specialista Sistemi Ambienti Web 147

Ethernet 10Base2 (3/3)

- L'estensione della rete può essere incrementata mediante ripetitori fino ad un massimo di 900 m (4 ripetitori).

Ethernet 10BaseT (1/3)

- La chiave di lettura fornisce:
 - 10 Mbps;
 - Trasmissione in banda base;
 - Uso di doppino ritorto per il cablaggio;
- L'implementazione fisica corrisponde ad una topologia a stella:
 - Un doppino ritorto non schermato e' cablato tra ogni stazione ed un punto centrale di concentrazione (hub, switch);
 - La massima distanza tra il punto di concentrazione e ogni stazione e' limitata a circa 100 – 150 m;

Ethernet 10BaseT (2/3)

- L'hub che funge come centro stella amplifica i segnali in ingresso e rende disponibile ogni pacchetto dati ricevuto ad ogni altra porta (modalità di trasmissione diffusiva):
 - la configurazione a stella si comporta logicamente come un bus;

Ethernet 10BaseT (3/3)

- Se uno switch viene usato come elemento di concentrazione, il pacchetto dati viene reso disponibile solo alla stazione di destinazione: le stazioni possono operare in modalità duplex e sfruttare completamente la larghezza di banda disponibile;

Concentratore (hub) e commutatore (Switch)

- Hub: è un dispositivo appartenente al livello fisico, che non elabora il contenuto dei pacchetti;
- Switch: è un apparato al livello di collegamento, che elabora il contenuto dei pacchetti e li instrada alla porta della stazione di destinazione evitando le collisioni;

Fast Ethernet

- Questo standard prevede l'aumento di velocità di un fattore 10, da 10 a 100 Mbps;
- Le implementazioni proposte:
 - 100Base T4: 4 doppini fra l'hub e la stazione;
 - 100BaseT: doppino classe 5;
 - 100BaseFX: fibra ottica;

Gigabit Ethernet

- Questo standard prevede l'aumento di velocità di un fattore 10, da 100 a 1000 Mbps;
- Le implementazioni proposte:
 - 1000BaseT;
 - 1000BaseF;

Ethernet su supporto radio

- Definite nello standard 802.11
