

## TCP/IP

di Leopoldo Ceccarelli (MC3544 su MC-link)

*Fino ad ora abbiamo visto in questa rubrica molti tipi di rete, ed analizzati in dettaglio i protocolli relativi e le problematiche relative ad ognuna di esse. Facciamo oggi un salto concettuale che ci consentirà di guardare un qualsiasi insieme di reti eterogenee come ad una entità unica*

La rubrica compie oggi un anno, è quindi pacifico supporre essere molti i concetti assimilati anche dal lettore meno attento. In verità i punti davvero importanti sono due: una singola rete non è capace di servire tutti gli utenti, gli utenti desiderano di essere connessi alla stessa rete. In altre parole non esiste una rete globale come quella telefonica ma tutti la desiderano. Le reti locali forniscono una alta velocità di trasmissione ma sono limitate geograficamente, le reti geografiche invece coprono vaste aree a prezzo di una velocità di trasmissione modesta. Inoltre l'uso del Personal Computer ha stravolto l'approccio gerarchico classico host-terminale, e la comunicazione tra due punti qualsiasi è sempre più richiesta. In generale quindi la comunicazione tra due utenti posti in posizione reciprocamente remota sarà ostacolata dal dover utilizzare una serie di reti diverse sia dal punto di vista dei protocolli che dai mezzi di trasporto fisico.

Per poter rendere trasparente ad un utente una rete possiamo immaginare di utilizzare programmi applicativi fatti ad hoc per certe architetture (interconnessione a livello applicazione) o ricorrere ad un programma opportuno posto

tra l'applicativo e la rete stessa (interconnessione a livello rete). Chiaramente il primo approccio risulta limitato, vanno cambiati o riscritti i programmi applicativi in funzione del tipo di rete ma anche nel caso di modifica di funzionalità preesistenti e aggiunta di nuovo hardware. L'interconnessione a livello rete separa invece le attività legate alla comunicazione dalle applicazioni che riceveranno solo pacchetti o stream di dati. Aggiungere nuove reti comporta semplicemente la sostituzione di opportuni driver software che consentono perciò di salvaguardare l'integrità degli applicativi.

Internet sta a indicare la comunicazione dati, in una rete composta di reti, perpetuata in modo da mascherare i dettagli hardware con cui sono realizzate le singole reti (fig. 1). Giungiamo finalmente così alla implementazione di una rete capace di fornire una comunicazione globale a tutti gli utenti della rete interconnessa con il raggiungimento della interoperatività tra sistemi di differenti venditori.

Parlando di rete interconnessa non parliamo di un nuovo tipo di rete fisica, ma di un «metodo di interconnessione» di reti fisiche. Abbiamo visto nelle ultime due puntate i vari sistemi hardware

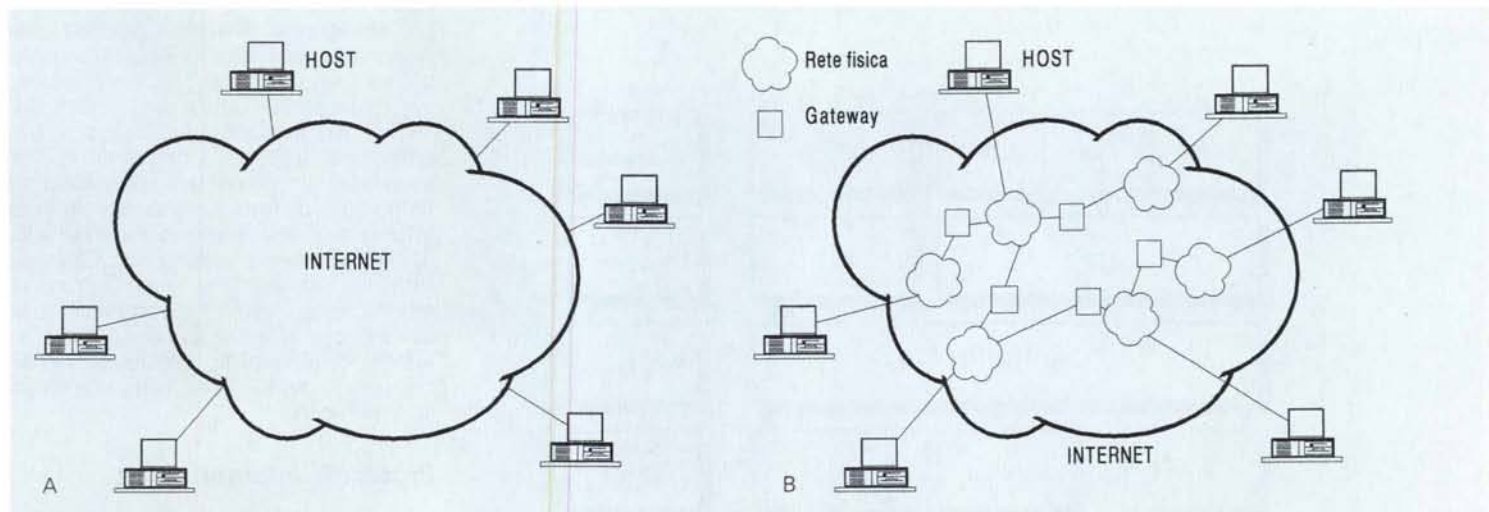


Figura 1 - In una rete TCP/IP il singolo utente vede ogni computer come collegato ad una singola grande rete virtuale (A). La reale struttura è mascherata dal livello Internet (B).

che permettono di connettere tra loro due reti distinte, bene le caratteristiche realizzate da quei sistemi giocano un ruolo minore, la parte del leone spetta ai protocolli software ad alto livello.

**TCP/IP**

Esistono due suite di protocolli non proprietarie molto importanti l'Internet e l'OSI. Tutti i lettori della rubrica dovrebbero ormai sapere che il modello OSI dell'ISO rappresenta lo sforzo della comunità internazionale per la definizione di una architettura di rete aperta. Bene ma non è di OSI che parleremo oggi, abbiamo richiamato brevemente il discorso su esso per dire che se l'OSI promette un futuro standard universalmente accettato da tutti, il TCP/IP è da anni una realtà commerciale supportato da centinaia di produttori. Si arriverà, probabilmente, entro tempi medio lunghi ad una migrazione verso OSI dell'Internet, nell'attesa vediamo di cosa si tratta.

TCP/IP Internet Protocol Suite è il nome dato ad un set di protocolli sviluppati in seno al DoD degli Stati Uniti (Department of Defense) dal DARPA (Defense Advanced Research Project Agency). All'epoca esisteva una sola rete, l'ARPANET, che connetteva pochi computer. Più tardi arrivarono nuove tecnologie di rete, tipo Ethernet e satelliti, e la necessità di realizzare uno standard che specificasse le convenzioni di interconnessione, l'instradamento dei pacchetti e così via, condusse allo sviluppo dell'Internet.

Il nome proviene dai protocolli basilari sui quali si impernia tutta la suite: un servizio di trasporto orientato alla connessione (Transmission Control Protocol) ed un servizio a livello di rete senza



Figura 2 - Modello architetturale del TCP/IP. I quattro livelli sono comparati con la stack OSI.

connessione (Internet Protocol). Nato dunque in ambito militare agli inizi degli anni Ottanta il TCP/IP raggiunge la piena maturità con il suo ingresso all'università, quando il DARPA ne promosse la diffusione tra i laboratori di ricerca universitaria grazie ad una implementazione a basso costo per Berkeley UNIX. La mossa si dimostrò vincente anche perché l'implementazione offriva in più una serie di utility per avere in rete servizi ispirati a quelli UNIX per singolo user. Ad esempio il comando di copia remota di un file, funziona come il comando di copia di UNIX (cp) con la differenza di effettuare la copia di un file in una macchina in rete. Un'altra innovazione importante è stata l'introduzione dei socket, che permettono, ad un pro-

gramma applicativo, un facile accesso ai protocolli di comunicazione.

Abbiamo visto come al mondo esistano diversi organismi internazionali predisposti alle standardizzazioni (ISO, CCITT, IEEE, ecc.), TCP/IP non nasce in seno a questi organismi né, tantomeno, in seno ad una società di telecomunicazioni o un produttore di computer. Il gruppo che si occupa di coordinare lo sviluppo dei protocolli è lo IAB (Internet Activity Board), che è composto, in buona parte, dai ricercatori che contribuirono al progetto originale dell'Internet.

**I livelli TCP/IP**

TCP/IP è un modello a quattro strati: fisico, rete (IP), trasporto (TCP) ed applicativo.

La figura 2 mostra una rappresentazione grafica del modello architetturale del TCP/IP. L'architettura somiglia fino ad un certo punto al famoso modello a sette strati dell'OSI. A livello più basso sono posizionati i protocolli di accesso alla rete che corrispondono allo strato fisico e di link del modello OSI. Lo strato Internet descrive le tecnologie di inter-networking ed include funzioni quali una struttura di indirizzamento universale. Il livello trasporto fornisce un servizio End to End per la trasmissione affidabile dei dati. Infine a livello applicazione sono descritti i servizi per l'utente finale. Una visione generale dei principali moduli del TCP/IP è data in figura 3.

**Livello fisico**

In TCP/IP il livello fisico corrisponde ai primi due livelli dello stack OSI. Lo standard parte da un presupposto fondamentale: l'implementazione del livello fisico indipendente dai livelli superiori. La conseguenza è porre il gestore della rete nella possibilità di decidere quale mezzo fisico usare per la trasmissione, svincolandolo dal protocollo, rendendo il TCP/IP indipendente dal mezzo di trasmissione utilizzato. I protocolli TCP/IP sono stati implementati sopra diverse tecnologie di rete e sono qui definite tutte le regole di accesso alle varie tecnologie: Ethernet, token ring, X.25, reti satellitari, packet radio ecc. Ognuna di queste tecnologie, che rappresenta la soluzione a diverse problematiche in termini di affidabilità, cablaggio, velocità, copertura geografica, offre una diversa interfaccia.

**Protocolli Internet**

Lo strato Internet fornisce agli strati superiori la trasparenza delle diverse implementazioni delle reti fisiche grazie a

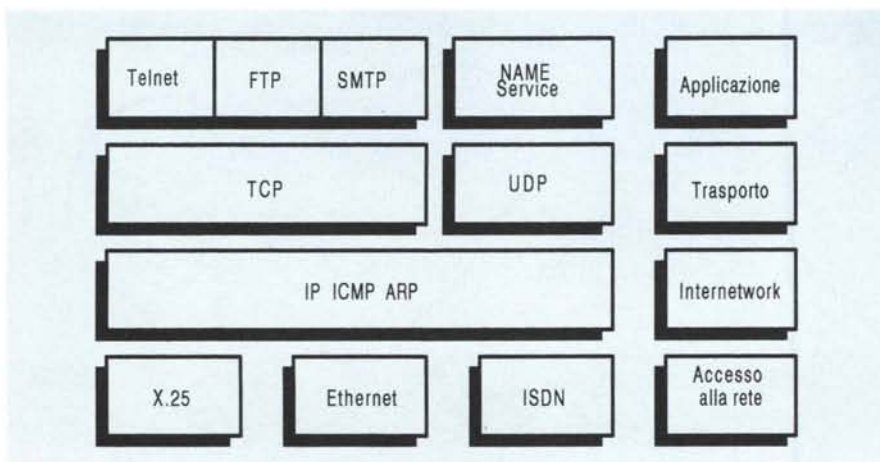


Figura 3 - Principali moduli del TCP/IP.

tre tipi di funzionalità. Un servizio di spedizione indipendente dall'hardware, un sistema di indirizzamento universale, ed un metodo di instradamento dei dati attraverso le reti fisiche.

Il servizio di spedizione dei pacchetti senza connessione è basilare perché comune denominatore dei rimanenti protocolli Internet. La spedizione senza connessione è un tipo di servizio che viene offerto ad esempio dalle reti a pacchetto, i messaggi vengono spediti a base indirizzo, ma, in questo caso, ogni pacchetto viene instradato separatamente.

In certe applicazioni, ad esempio in un file transfer, è necessario avere un sistema che assicuri la corretta spedizione dei dati ed il loro eventuale ripristino in seguito a problemi di trasmissione, corruzione o duplicazione dei dati spediti. Un servizio di trasporto che si definisca affidabile deve considerare «normali» tali problematiche, bisogna consentire di effettuare un collegamento come se esso fosse realizzato a mezzo di un circuito fisico dedicato e permanente. È il discorso del circuito virtuale che abbiamo già trovato nelle reti a pacchetto. Alla luce di ciò precisiamo meglio: l'indirizzo IP identifica univocamente non delle macchine, ma delle connessioni rete macchina (fig. 5).

Il protocollo Internet (IP) è anche responsabile del routing dei pacchetti tra differenti stazioni. Le stazioni in rete possono spedire pacchetti attraverso il sistema interconnesso senza badare a come si raggiunga il destinatario, quando un pacchetto parte da una stazione ed arriva al gateway posto nella medesima rete locale detto gateway si preoccupa di spedirlo verso la stazione destinataria e dunque il nodo destinatario. L'IP contiene informazioni che permet-

tono di effettuare instradamenti ed inoltre è capace di impiegare il giusto protocollo di accesso alla rete per spedire. Il numero di rete permette ad una stazione di determinare se il pacchetto sia destinato alla stessa rete o ad una rete interconnessa. Per instradare i pacchetti ad una rete interconnessa il modulo IP impiega una tabella di routing contenente gli indirizzi di opportuni gateway. Per pacchetti destinati alla rete locale l'IP chiama l'ARP (Address Resolution Protocol) per poter mappare l'host number IP all'indirizzo hardware Ethernet (48 bit).

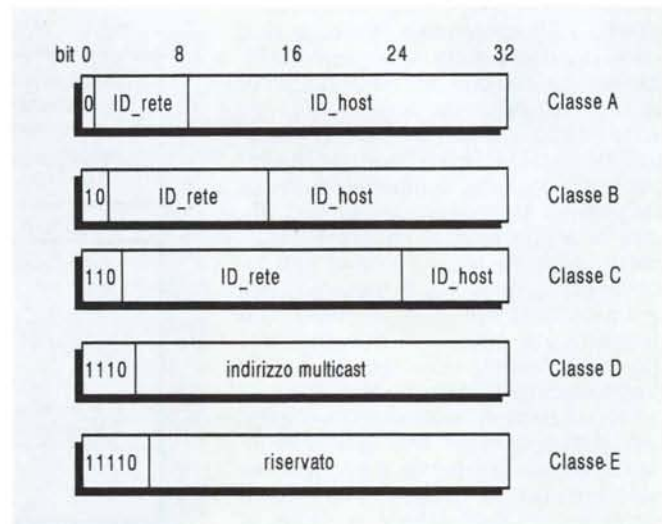
La mappatura funziona in questa maniera: ogni stazione di rete (host o server) prende una tavola e mappa gli indirizzi IP sull'indirizzo Ethernet. Quando una stazione di una rete è pronta per mandare un pacchetto IP sull'Ethernet controlla prima la sua tavola di indirizzi. Se non viene trovato l'indirizzo di desti-

La caratteristica fondamentale del protocollo IP è il cosiddetto indirizzo Internet, si tratta di un sistema di indirizzamento a 32 bit che comprende un identificativo per l'host ed uno per la rete. Ci sono cinque forme di indirizzi Internet suddivisi in classi, ve ne sono tre primarie: A, B e C. La prima è caratterizzata da un numero di rete a 7 bit ed un numero di host a 24 bit, La classe B rispettivamente 14 e 16 mentre la terza 21 e 8 bit rispettivamente. La terza classe può perciò identificare reti con fino a  $2^8$  host e  $2^{21}$  reti (fig 4).

Normalmente gli indirizzi a 32 bit vengono presentati in notazione decimale puntata, ogni ottetto è scritto in decimale ed è separato dagli altri con un punto, si ha quindi per la classe C indirizzi del tipo 192.5.3.8.

Enunciata la regola vediamo subito l'eccezione: pensate ad un gateway

Figura 4  
Le classi primarie degli indirizzi Internet sono le prime tre.



connesso a due reti, come possiamo identificare univocamente quel gateway se raggiungibile in due modi diversi? Infatti non si può. Quel gateway dovrà essere per forza di cose identificato da due IP, una macchina che possiede n connessioni sarà identificata da n indirizzi. Alla luce di ciò precisiamo meglio: l'indirizzo IP identifica univocamente non delle macchine, ma delle connessioni rete macchina (fig. 5).

Il protocollo Internet (IP) è anche responsabile del routing dei pacchetti tra differenti stazioni. Le stazioni in rete possono spedire pacchetti attraverso il sistema interconnesso senza badare a come si raggiunga il destinatario, quando un pacchetto parte da una stazione ed arriva al gateway posto nella medesima rete locale detto gateway si preoccupa di spedirlo verso la stazione destinataria e dunque il nodo destinatario. L'IP contiene informazioni che permet-

tono di effettuare instradamenti ed inoltre è capace di impiegare il giusto protocollo di accesso alla rete per spedire.

Il numero di rete permette ad una stazione di determinare se il pacchetto sia destinato alla stessa rete o ad una rete interconnessa. Per instradare i pacchetti ad una rete interconnessa il modulo IP impiega una tabella di routing contenente gli indirizzi di opportuni gateway. Per pacchetti destinati alla rete locale l'IP chiama l'ARP (Address Resolution Protocol) per poter mappare l'host number IP all'indirizzo hardware Ethernet (48 bit).

La mappatura funziona in questa maniera: ogni stazione di rete (host o server) prende una tavola e mappa gli indirizzi IP sull'indirizzo Ethernet. Quando una stazione di una rete è pronta per mandare un pacchetto IP sull'Ethernet controlla prima la sua tavola di indirizzi. Se non viene trovato l'indirizzo di desti-

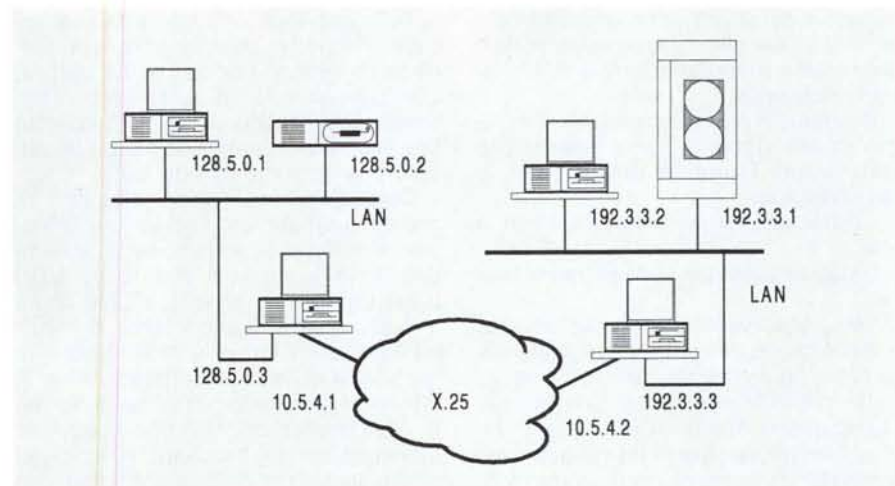


Figura 5 - Una macchina con n connessioni verrà identificata da n indirizzi.

nazione viene creato un pacchetto di richiesta ARP contenente l'indirizzo IP e viene spedito a tutte le stazioni sull'Ethernet. La stazione che ha l'indirizzo IP appropriato risponde spedendo a sua volta a tutte le stazioni il proprio indirizzo Ethernet. Ogni stazione legge questo valore ed aggiorna le proprie tabelle se necessario. Una volta che è stata trovata la esatta mappatura allora il pacchetto originale IP può essere spedito in maniera appropriata. È anche prevista una procedura ARP inversa, RAPR, che permette alle stazioni di trovare il loro indirizzo Internet conoscendo solo il proprio indirizzo hardware Ethernet.

Meccanismi di routing. Tutti i gateway debbono avere una tabella di instradamento contenente le informazioni sulle possibili destinazioni. Per limitare le dimensioni delle tabelle si ricorre al solo indirizzo della rete e non a quello degli host; inoltre si possono convogliare entrate multiple entro un ingresso di default nel caso non si abbia trovato prima il destinatario. Il programma applicativo trasmittente dopo aver preparato i dati li invia al modulo Internet della macchina. Il modulo a sua volta prepara il datagram e lo consegna al protocollo che gestisce la rete. Il datagram trasmesso in rete è contenuto entro un elemento di protocollo della rete stessa, nella figura 6 vediamo un datagram contenuto in una trama Ethernet.

Successivamente è inviato verso il gateway della rete ricevente che, dopo averlo estratto dalla trama, lo invia a chi di dovere.

In dettaglio le operazioni subite da un datagram sono:

Controllo sulla validità dell'header IP e del tempo di vita.

Operazione di routing per determinare l'indirizzamento alla rete successiva. Frammentazione del datagram se necessaria. La frammentazione avviene quando il datagram viene originato da una rete locale che supporta una misura della trama superiore a quella della stazione ricevente.

Ricostruzione dell'header IP. Decremento del «time to live», inserimento informazioni frammentazione, ricalcolo del checksum.

Costruzione header interfaccia con la rete.

Datagram posto in coda di trasmissione.

Sempre a livello di IP esiste un altro protocollo che consente la gestione degli errori ed il controllo dei messaggi, si tratta dell'ICMP (Internet Control and Configuration Board). ICMP facilita l'interazione tra stazioni in rete e gateway, è capace tra l'altro di reindirizzare messaggi, notifica al mittente di un data-

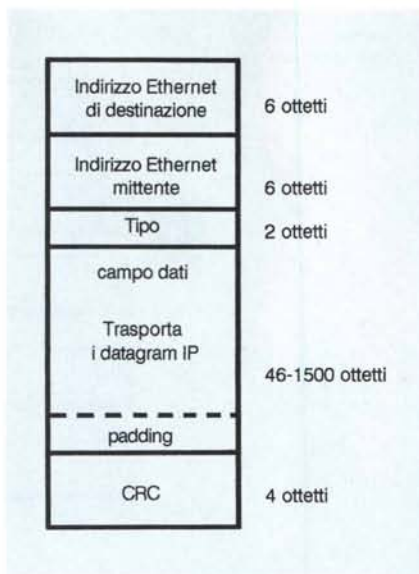


Figura 6 - Il datagram trasmesso in una rete Ethernet è contenuto entro il campo dati della trama Ethernet.

gram problemi sul datagram stesso, avverte IP che un pacchetto non può raggiungere la destinazione o un gateway che non ha sufficiente memoria per consegnare un pacchetto.

### Protocollo di trasporto

Una delle prime richieste per le reti di telecomunicazione dati è la capacità di trasmettere e ricevere dati in maniera affidabile. Una caratteristica legata è la capacità di spedire grosse quantità di dati e di ricostruirne l'esatta sequenza cronologica. A questo scopo è stato sviluppato il TCP. Fornisce un servizio di controllo di flusso End to End in modo da permettere un affidabile spedizione dati. I meccanismi utilizzati includono sequenze, temporizzazioni, checksum, acknowledge.

TCP stabilisce una connessione virtuale, riconosce ogni singolo byte, fornisce un servizio End to End full duplex, corregge gli errori di trasmissione trasmettendo continuamente il pacchetto fino a che non venga riconosciuto, rispetta la sequenzialità dei dati.

Con talune applicazioni che non richiedono un servizio End to End affidabile, è sufficiente aggiungere al servizio datagram Internet il protocollo UDP (User Datagram Protocol). L'UDP opera a livello quattro come cliente del TCP ed è capace di fornire la moltiplicazione di più servizi sullo stesso indirizzo IP e di effettuare un check sull'integrità dei dati. A differenza del TCP non esegue le ritrasmissioni dei pacchetti, si limita ad effettuare un controllo di checksum per sondare la presenza di dati corrotti. Ol-

tre a non garantire che un certo datagram sia stato ricevuto con successo, non permette neanche di capire se i datagram siano stati ricevuti nello stesso ordine di trasmissione.

### Livello applicazione

Tra i protocolli a livello applicazione citiamo solo quelli basilari.

Telnet è un protocollo di accesso di terminale remoto. Permette l'uso di un terminal server o un terminal host ma su un host diverso. L'idea del Network Virtual Terminal è usata per utilizzare un terminale immaginario (virtuale) come se si trattasse di uno standard. Viene definito un semplice terminale a 7 bit ASCII half-duplex. È possibile negoziare un certo numero di opzioni a partire da un modello base in modo tale da offrire un servizio tagliato a misura per l'utente.

Altra caratteristica importante del Telnet è la possibilità di realizzare non solo la connessione con un host ma anche la comunicazione tra processi.

Il protocollo FTP è un servizio di file transfer. L'affidabilità del file transfer è legata ai servizi offerti dal TCP. Altro protocollo simile è la posta elettronica SMTP (Simple Mail Transfer Protocol). Il servizio di posta elettronica TCP/IP è molto affidabile, infatti i messaggi vengono spediti direttamente dalla macchina ove è posto il mittente direttamente a quella del destinatario, in modo tale che il mittente può controllare se il messaggio sia stato ricevuto o meno.

Veniamo infine ad un protocollo molto importante per le reti di dimensione elevata poiché permette di risolvere brillantemente il problema di mappare i nomi usati dagli utenti in indirizzi usati dai computer. Nelle reti di dimensioni contenute il problema non si pone poiché è molto facile mantenere questa tabella. Il DNS (Domain Name Service) risolve questo problema in due modi:

Partiziona i nomi delle risorse, cioè degli host, in una gerarchia di domini, sostituisce al file contenente la tabella dei nomi un data base specializzato e distribuito.

Ad esempio vax.twg.com.

Il dominio di livello più alto per organizzazioni è com.

Il sottodominio è twg, mentre vax è il nome dell'host. Siamo finalmente giunti alla fine di questa rapida rassegna dell'architettura del TCP/IP. Chiaramente sono stati tralasciati molti dettagli poiché abbiamo preferito fornire una visione globale ed immediata del sistema e il porre in evidenza gli aspetti che fanno vedere l'Internet come una unica rete virtuale.

MB

La Gierre Informatica presente da oltre dieci anni nel campo informatico presenta questo mese due prodotti novità veramente innovativi per le loro funzionalità ed estremamente economici per il loro prezzo.

Oltre questi prodotti la ns azienda dispone anche di personal computer in composizione modulare 386 e 486 per reti locali e reti unix per soddisfare ogni esigenza d'utenza.

# Gierre Informatica

Via Umbria, 10 - Reggio Emilia  
Tel: 0522 / 512396 - 517679 - 512301  
Telex: 532317 GIERRE I  
Telefax: 0522/513830

è una società del Gruppo Prima

## Fax / Modem / Scanner:

**Prezzo solo L. 690.000**

- Caratteristiche del prodotto:

- è una scheda ISA a 8 bit per PC XT/AT/386/486 che comprende:
  - un modem a 2400 baud
  - un fax CCITT GIII (9600 baud)
  - una porta per handy scanner a 400 dpi
- tutte le opzioni sopra sono **integrate** nella scheda
- materiale in dotazione al prodotto:
  - handy scanner da 400 dpi - 64 'gray scale' con guida metallica
  - software integrato di gestione fax e modem **in ITALIANO**
  - software di gestione handy scanner in modo 'stand alone'
  - software Paintbrush Plus per l'elaborazione delle immagini
- il software di gestione fax permette le seguenti funzioni:
  - ricezione automatica dei fax con la stampa in **spooler**
  - 'printing capturing' da altri programmi applicativi
  - la gestione dello scanner per fax è **integrata** nel software
  - configurabile a due livelli di utenza: semplice & completa
  - programmabile via batch da altri programmi applicativi
  - lo 'switching' tra gestione fax e gestione modem è istantaneo
  - un editor di testi e documenti è **integrato** nel software
  - nei documenti si possono includere **direttamente** file grafici
  - tutte le selezioni sono fatte tramite menu a tendine con help
  - l'agenda telefonica è un semplice file ASCII tipo 'print file'
  - sono supportati **direttamente** altri scanner (A4 Handy, ...)

## FAX/SCANNER/COPIER:

**Prezzo solo L. 990.000**

- Caratteristiche del prodotto:

- funziona come **normale fax** A4 in Stand-Alone con 'Start' e 'Stop'
- si collega al PC tramite le porte seriali con un cavo in dotazione
- il software di gestione "Full Link" gira in **MS-Windows 3.0**
- si può usare come **Scanner** da Windows 3.0 per archiviazione
- i tipi di documenti 'scannati' sono: PCX- MSP -TIFF- DCX
- i fax in arrivo vengono **automaticamente** registrati e/o stampati
- utilizza la **CAS** di Intel per la comunicazione tra fax e PC
- si può usare come **Fax Server** in rete locale NOVELL e UNIX