

Modulo 9 – Insieme di protocolli TCP/IP e indirizzi IP

Upon completion of this module, the student will be able to perform tasks related to the following:	
9.1	Introduction to TCP/IP
9.2	Internet Addresses
9.3	Obtaining an IP Address

9.1 Introduzione a TCP/IP

9.1.1 Storia e futuro di TCP/IP

Il ministero della difesa americana (DoD) creò il modello TCP/IP perché voleva una rete che potesse sopravvivere in qualsiasi condizione, questo modello divenne lo standard sul quale si è basata Internet.

Il modello TCP/IP ha solo 4 livelli: Application, Transport, Internet, Network. Anche se alcuni nomi sono gli stessi del modello OSI bisogna non confonderli con quelli del modello OSI perché svolgono funzioni diverse.

La versione attuale del modello TCP/IP fu standardizzata nel 1981.



Nel protocollo IPv4 gli indirizzi sono a 32 bit, divisi in 4 ottetti espressi in forma decimale e divisi da punti (dotted decimal).

Nel protocollo IPv6 (nato nel 1992 col nome di IPng e supportato da IETF) gli indirizzi sono a 128 bit, scritti in esadecimale e separati da : ogni 16 bit.

Esempio:

IPv4 33.134.193.3

IPv6 3ffe:1900:6545:3:230:f804:7ebf:12c2

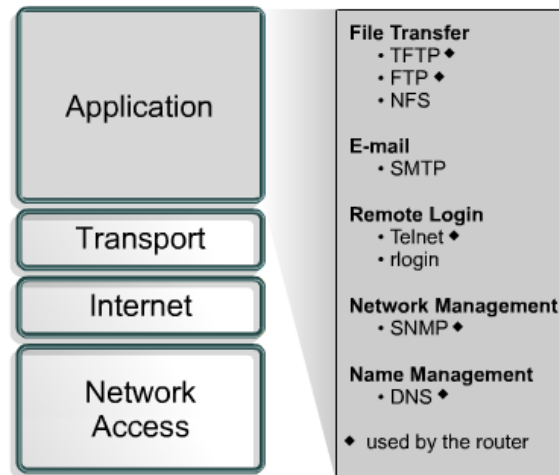
9.1.2 Application Layer

Tratta i protocolli di alto livello, compreso la codifica e il controllo del dialogo (corrispondente a Application, Presentation e Session del modello OSI).

Il modello TCP/IP ha protocolli per supportare il trasferimento di file, le e-mail, il login remoto, oltre alle seguenti applicazioni:

- **FTP** (File Transfer Protocol): è un servizio affidabile connection-oriented usato da TCP per trasferire i file. Spporta il trasferimento di file binari e ASCII bidirezionale
- **TFTP** (Trivial File Transfer Protocol): è un servizio connectionless che usa il protocollo UDP. E' usato dai router per trasferire i file di configurazione ed il sistema operativo IOS. Opera a velocità più alta di FTP.
- **NFS** (Network File System): è un protocollo file system sviluppato da Sun che permette l'accesso a file in un dispositivo di memorizzazione remoto, come un hard disk in rete.
- **SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol): amministra la trasmissione di e-mail in rete.

- **Telnet** (Terminal Emulation): fornisce la possibilità di accedere da remoto ad un altro computer. Abilita un utente a fare il login e ad eseguire comandi. Un client Telnet è detto local host mentre un server Telnet è detto remote host.
- **SNMP** (Simple Network Management Protocol): è un protocollo che permette di monitorare e controllare dispositivi di rete e di gestire configurazioni, statistiche e sicurezza.
- **DNS** (Domain Name System): è un sistema usato su Internet per tradurre i nomi di dominio in indirizzi IP.



9.1.3 Transport Layer

Fornisce i servizi di trasporto dalla sorgente alla destinazione, cioè costituisce una connessione logica tra sorgente e destinazione.

I protocolli di questo livello segmentano e riassemblano i dati del livello application. Il controllo è fornito da finestre variabili e l'affidabilità è data dai numeri di sequenza e dalle risposte positive o negative del destinatario (acknowledge).

Ci sono 2 tipi di protocolli: TCP (connection oriented) e UDP (connectionless).

Entrambi segmentano i dati del livello application e inviano un segmento per volta.

TCP inoltre:

- concorda le operazioni tra i 2 host (end-to-end)
- fornisce il controllo di flusso con finestre variabili (sliding window)
- fornisce affidabilità con i numeri di sequenza e gli acknowledge

9.1.4 Internet Layer

Lo scopo di questo livello è quello di selezionare il miglior percorso attraverso la rete per i pacchetti. Il protocollo principale è IP (Internet Protocol).

IP fornisce l'instradamento dei pacchetti in modo connectionless, è detto best-effort delivery (miglior sforzo per spedire a destinazione). Non è affidabile perché non ha controllo e correzione di errore, questa funzione è svolta dai protocolli di livello superiore.

ICMP (Internet Control Message Protocol) è un protocollo che si usa per i controlli ed i messaggi.

ARP (Address Resolution Protocol) fornisce l'indirizzo MAC dato l'indirizzo IP.

RARP (Reverse Address Resolution Protocol) determina l'indirizzo IP dato l'indirizzo MAC.

9.1.5 Network Access Layer

E' anche detto host-to-network layer. Include tutte le tecnologie LAN e WAN e tutti i dettagli contenuti nei livelli 1 e 2 del modello OSI. Definisce le procedure per interfacciarsi con l'hardware della rete e per accedere al mezzo di trasmissione. Ci sono molti protocolli a questo livello: ad esempio SLIP e PPP per le linee seriali usate dai modem, Ethernet e FastEthernet, ATM, Frame Relay.

9.1.6 Confrontare i modelli OSI e TCP/IP

I due modelli hanno analogie e differenze.

Analogie: sono a livelli, hanno l'Application Layer, anche se con funzioni diverse. Hanno livelli Transport e network comparabili: usano la tecnica packet-switched (si crea un collegamento temporaneo tra i due PC).

Differenze: TCP/IP inserisce presentation e session in application, TCP/IP mette assieme data-link e physical. TCP/IP sembra più semplice perchè ha meno livelli, ma non è vero.

9.1.7 Architettura di Internet

Internet usa il principio di interconnessioni dei livelli network. Lo scopo è quello di costruire una rete con moduli indipendenti, per cui si possono usare tecnologie diverse ai livelli 1 e 2 o applicazioni diverse ai livelli 5, 6 e 7.

Internet deve essere scalabile, cioè non importa il numero di reti collegate e deve essere in grado di trasportare i dati su grandi distanze. Deve essere flessibile per permettere l'implementazione di nuove tecnologie e deve adattarsi dinamicamente alle condizioni delle reti. Deve permettere sempre e ovunque la comunicazione con chiunque.

Un router è un computer speciale richiesto per prendere le decisioni sulla scelta del percorso di un pacchetto. Molti router sono necessari per trattare grossi volumi di traffico di rete.

Ogni router contiene al suo interno una tabella detta routing table che inizialmente contiene le reti direttamente collegate col router, e questa tabella viene condivisa con i router vicini.

Internet è cresciuta rapidamente, ci sono 90.000 strade principali e 300.000.000 di utenti.

9.2 Indirizzi Internet

9.2.1 Indirizzi IP

Ogni computer in una rete TCP/IP deve avere un indirizzo IP che è un identificativo univoco. Quest'indirizzo è detto logico ed opera a livello 3, mentre l'indirizzo MAC, dato dal costruttore alla NIC, è detto fisico ed opera a livello 2.

Un indirizzo IP è una sequenza di 0 e 1 lunga 32 bit, per renderlo più semplice da usare normalmente è diviso in 4 numeri decimali da 8 bit ciascuno separati da punti. Questo modo di scrivere l'indirizzo è detto dotted decimal format.

Ad esempio:

192.168.1.2 corrisponde in binario a 1100 0000.1010 1000.0000 0001.0000 0010

9.2.2 Conversione decimale e binaria

Si divide ripetutamente per due, i resti sono le cifre del risultato a partire dalla cifra meno significativa (LSB)

192/2 = 96 resto 0 96/2 = 48 resto 0 48/2 = 24 resto 0 24/2 = 12 resto 0
12/2 = 6 resto 0 6/2 = 3 resto 0 3/2 = 1 resto 1 1/2 = 0 resto 1
risultato = 11000000

Per fare la conversione opposta da binario a decimale:

la posizione di ogni cifra in un numero binario rappresenta il numero 2 elevato a 1 potenza che dipende dalla posizione, esempio:

$10110 = 1 \cdot 16 (2^4) + 0 \cdot 8 (2^3) + 1 \cdot 4 (2^2) + 1 \cdot 2 (2^1) + 0 \cdot 1 (2^0) = 22 (16 + 4 + 2 + 0)$

9.2.3 Indirizzi IPv4

Ogni indirizzo IP ha 2 parti: una identifica la rete al quale il dispositivo è collegato ed una identifica il dispositivo nella rete. Ogni otetto può contenere un numero tra 0 e 255.

Questo tipo di indirizzamento è detto gerarchico perché contiene diversi livelli. L'indirizzo IP deve essere univoco, la prima parte di esso è detta network e la seconda host.

Gli indirizzi IP sono divisi in classi per definire reti grandi (classe A), medie (classe B) e piccole (classe C).

Address Class	Number of Networks	Number of Host per Network
A	126 *	16,777,216
B	16,384	65,535
C	2,097,152	254
D (Multicast)	N/A	N/A

IP Address Class	High Order Bits	First Octet Address Range	Number of Bits in the Network Address
Class A	0	0 - 127 *	8
Class B	10	128 - 191	16
Class C	110	192 - 223	24
Class D	1110	224 - 239	28

La prima cosa da capire è quali bit appartengono alla parte network e quali alla parte host.

9.2.4 Indirizzi in classe A, B, C, D ed E

Gli indirizzi IP sono divisi in classi, ed è detto indirizzamento classful.

I primi bit dell'indirizzo determinano a quale classe l'indirizzo appartiene.

Class A	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Class B	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Class C	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Class D	Host			
Octet	1	2	3	4

Class D addresses are used for multicast groups. There is no need to allocate octets or bits to separate network and host addresses. Class E addresses are reserved for research use only.

IP address class	IP address range (First Octet Decimal Value)
Class A	1-126 (00000001-01111110) *
Class B	128-191 (10000000-10111111)
Class C	192-223 (11000000-11011111)
Class D	224-239 (11100000-11101111)
Class E	240-255 (11110000-11111111)

Classe A

Si usa per reti molto grandi avendo a disposizione più di 16 milioni di indirizzi per gli host. Il 1° ottetto indica l'indirizzo di rete e gli altri 3 l'indirizzo host. Il 1° bit è sempre 0, per cui il 1° ottetto può andare da 0 a 127, però 0 e 127 sono riservati e non possono essere usati come indirizzi di rete. La rete 127.0.0.0 è riservato per i test di loopback, cioè per inviare pacchetti a se stessi.

Classe B

Si usa per reti medio grandi, l'indirizzo di rete è dato dai primi 2 ottetti, gli altri 2 identificano l'host. I primi 2 bit sono sempre 10, per cui il 1° ottetto va da 128 a 191.

Classe C

E' la più usata per reti piccole fino a 254 host. I primi 3 bit sono 110, per cui il 1° ottetto va da 192 a 223.

Classe D

E' stata creata per avere indirizzi IP multicast. Un indirizzo multicast è un indirizzo che dirige i pacchetti a predefiniti gruppi, per cui un pacchetto ha più destinatari. I primi 4 bit devono essere 1110 per cui il 1° ottetto va da 224 a 239.

Classe E

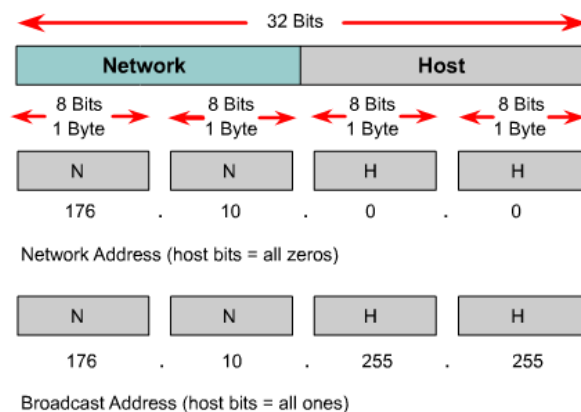
Per il momento la classe E non è usata, la usa IETF a fini di ricerca. I primi 4 bit sono 1111 per cui il 1° ottetto va da 240 a 255.

9.2.5 Indirizzi IP riservati

Certi indirizzi host sono riservati e non possono essere assegnati a dispositivi in rete. Questi indirizzi riservati comprendono:

- Indirizzo network: usato per identificare la rete stessa, in cui tutti i bit della parte host sono 0
- Indirizzo broadcast: usato per inviare pacchetti a tutti i dispositivi della rete, in cui tutti i bit della parte host sono 1

Ad esempio per un indirizzo di classe B si ha:



9.2.6 Indirizzi IP pubblici e privati

In Internet gli indirizzi pubblici, cioè accessibili da chiunque in rete, devono essere univoci. Originariamente venivano rilasciati dall'organizzazione InterNIC, che oggi non esiste più ed è stata sostituita da IANA (Internet Assigned Numbers Authority).

Un indirizzo IP pubblico può essere ottenuto ad esempio da un ISP (Internet Service Provider).

Con la crescita di Internet gli indirizzi pubblici cominciano a scarseggiare, per cui si stanno valutando altri schemi di indirizzamento come CIDR e IPv6.

Le reti private non connesse ad Internet possono avere gli stessi indirizzi IP, anche se gli indirizzi all'interno di una rete devono essere tutti diversi.

RFC 1918 ha stabilito che ci siano 3 blocchi di indirizzi IP da usarsi per reti private interne. Questi 3 blocchi sono uno in classe A, uno in classe B e uno in classe C. I router scaricano immediatamente gli indirizzi IP dei blocchi privati.

Class	RFC 1918 internal address range
A	10.0.0.0 to 10.255.255.255
B	172.16.0.0 to 172.31.255.255
C	192.168.0.0 to 192.168.255.255

Per connettere una rete con indirizzi privati ad Internet occorre fare una traslazione di indirizzi da privati a pubblici chiamata NAT (Network Address Translation).

9.2.7 Introduzione al subnetting

Subnetting è un altro metodo di gestire gli indirizzi IP, divide gli indirizzi di rete in pezzi più piccoli. Fare delle subnet in una rete consiste nell'usare una subnet mask per dividere una rete grande in segmenti più piccoli, più efficienti e più maneggevoli.

Per un amministratore è importante sapere quante subnet occorrono e quanti host vi saranno in ogni subnet.

Gli indirizzi con subnet hanno 3 campi: un campo network, un campo subnet ed un campo host.

I campi subnet e host sono creati dal campo host originario dell'intera rete.

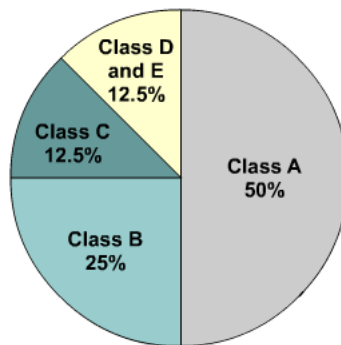
Per creare le subnet l'amministratore impresta dei bit dal campo host originale al campo subnet. Il numero minimo di bit che si possono imprestare è 1 e bisogna lasciare almeno 2 bit nella parte host.

9.2.8 IPv4 e IPv6

Quando TCP/IP fu adottato nel 1980, i suoi progettisti non avevano previsto che il protocollo avrebbe dovuto sostenere una rete mondiale di informazioni, per cui solo 20 anni dopo IP versione 4 (IPv4) è diventata inefficiente per gestire tutti gli indirizzi.

Le classi A e B detengono il 75% dello spazio di indirizzamento di IPv4, però solo 17000 organizzazioni usano le classi A e B.

Gli indirizzi di classe C sono i più numerosi anche se occupano solo il 12,5% dello spazio. Una classe C può avere però solo 254 host.



Nel 1992 IETF osservò che gli indirizzi IPv4 non assegnati erano in esaurimento e che il rapido incremento di Internet faceva sì che i router dovessero sopportare delle routing table enormi e quindi rallentava la loro efficienza.

Per migliorare l'efficienza di IPv4 sono state sviluppate le subnet mask e CIDR (Classless Interdomain Routing).

Nel frattempo è stata progettata una versione più estesa e scalabile di IP, detta IP versione 6 (IPv6) che usa 128 bit anziché i 32 di IPv4. IPv6 usa i numeri esadecimali per rappresentare i 128 bit, che sono divisi in gruppi da 16 bit separati da 2 punti.

9.3 Ottenere un indirizzo IP

9.3.1 Ottenere un indirizzo Internet

Gli indirizzi IP sono quelli più comunemente usati per le comunicazioni in Internet. Questo protocollo ha uno schema di indirizzamento gerarchico che permette a singoli indirizzi di essere associati assieme e trattati come gruppi.

Gli amministratori di rete usano 2 metodi per assegnare gli indirizzi IP: statico e dinamico.

In ogni caso l'indirizzo IP in Internet deve essere univoco al mondo.

9.3.2 Assegnamento statico di un indirizzo IP

L'assegnamento statico lavora bene su reti piccole che cambiano poco frequentemente. L'amministratore assegna gli indirizzi IP ad ogni computer, stampante e server della rete. Bisogna stare attenti a non duplicare gli indirizzi.

9.3.3 Assegnamento di un indirizzo IP con RARP

RARP (Reverse Address Resolution Protocol) associa ad un indirizzo MAC noto un indirizzo IP. RARP permette ad un dispositivo di fare la richiesta per conoscere il proprio indirizzo IP. Occorre un RARP server per rispondere alle richieste RARP. Le richieste RARP sono broadcast, il RARP server in genere è un router. RARP usa lo stesso formato dei pacchetti di ARP anche se cambia l'operation code.

9.3.4 Assegnamento di un indirizzo IP con BOOTP

BOOTP (Bootstrap Protocol) opera in un ambiente client – server e richiede lo scambio di un solo pacchetto per ottenere l'indirizzo IP. Tuttavia, a differenza di RARP, i pacchetti BOOTP possono includere l'indirizzo di un router o di un server e informazioni specifiche del venditore. BOOTP non è stato progettato per fornire indirizzi dinamici, con BOOTP un amministratore di rete crea un file di configurazione che specifica i parametri di ogni dispositivo. L'amministratore deve mantenere il database aggiornato. BOOTP usa pacchetti UDP di tipo broadcast per portare i messaggi, con un indirizzo IP di destinazione 255.255.255.255. Il server BOOTP riceve il messaggio broadcast e risponde con un broadcast, il client con l'indirizzo MAC di destinazione raccoglie il messaggio e riceve il proprio indirizzo IP.

9.3.5 Gestione di un indirizzo IP con DHCP

DHCP (Dynamic host configuration protocol) è il successore di BOOTP. A differenza di BOOTP DHCP permette di ottenere un indirizzo dinamico senza che l'amministratore di rete debba fare un profilo individuale per ogni dispositivo. Tutto ciò che serve per usare DHCP è un range di indirizzi IP definito sul DHCP server. Quando un host diventa attivo chiede al server un indirizzo IP il quale ne sceglie uno e lo assegna temporaneamente a quell'host. Con DHCP l'intera configurazione di rete può essere ottenuta con un messaggio. Il principale vantaggio di DHCP su BOOTP è che permette agli utenti di essere mobili, cioè cambiare i parametri di connessione di rete da un posto ad un altro.

9.3.6 Problemi nella risoluzione degli indirizzi

Nelle comunicazioni TCP/IP in un datagramma IP ci devono essere gli indirizzi di destinazione MAC e IP corretti, altrimenti il pacchetto viene buttato. La suite di protocolli TCP/IP ha il protocollo ARP (Address Resolution Protocol) per conoscere l'indirizzo MAC dato l'indirizzo IP. Proxy ARP è una variazione di ARP che si usa quando tra sorgente e destinazione vi è un dispositivo di routing intermedio, tipicamente un router. Proxy ARP fornisce l'indirizzo MAC di un dispositivo intermedio per trasmettere fuori della LAN a un altro segmento di rete.

9.3.7 ARP (Address Resolution Protocol)

Alcuni dispositivi tengono tabelle che contengono gli indirizzi MAC ed i relativi indirizzi IP degli host presenti nella LAN, queste tabelle sono chiamate ARP tables e risiedono nella RAM. Quando un dispositivo vuole mandare un pacchetto nella rete consulta la ARP table per sapere gli indirizzi di destinazione. Ci sono 2 modi con cui si possono ottenere gli indirizzi MAC:

1. monitorare il traffico che vi è su un segmento di rete
2. fare una ARP request

La ARP request è di tipo broadcast ed il dispositivo con l'indirizzo IP indicato nella richiesta invia una ARP reply con la coppia di indirizzi IP MAC.

Il Proxy ARP si usa quando si vuole inviare un pacchetto ad un dispositivo di un'altra rete. L'host sorgente manda una ARP request con l'indirizzo IP di destinazione, che appartiene ad un'altra rete. Il router si accorge che la richiesta viene fatta per una rete esterna per cui risponde alla richiesta inviando il proprio indirizzo MAC associato all'indirizzo IP di destinazione.

Un altro metodo per inviare dati ad un dispositivo che è su un'altra rete è usare il default gateway, che è un'opzione della configurazione di rete in cui viene fornito l'indirizzo IP del router. Se l'host deve inviare dati ad un dispositivo esterno alla rete, usa l'indirizzo IP di destinazione e l'indirizzo MAC del router prendendolo dalla ARP table.

Se il default gateway ed il proxy ARP non sono configurati il traffico non può lasciare la LAN.