

## **Capitolo 4: Gli indirizzi dell'Internet Protocol (IP address)**

### **4.1 - Fondamenti sugli indirizzi dell'Internet Protocol**

Gli indirizzi IP identificano in modo univoco ciascun host su una internet TCP/IP. Un host può essere un computer, un terminale o anche un instradatore (router). In generale, possiamo dire che un host è un qualunque dispositivo fisico sulla nostra rete, che corrisponde ad una delle seguenti proprietà:

- si usa per accedere ad altri dispositivi sulla rete;
- ci si connette a questo dispositivo in qualità di componente condiviso della rete.

In una internet TCP/IP, ciascun host ha bisogno di un indirizzo IP che lo identifichi in modo univoco. Questo indirizzo IP, naturalmente, deve essere unico in tutta la internet. La scelta degli indirizzi in una LAN è generalmente opera dell'amministratore, ma quando si ha a che fare con reti molto più estese geograficamente e come numero di utilizzatori, cosa si può fare per risolvere il problema? In questo caso, occorre una autorità che si occupi dell'assegnazione dei numeri. Per Internet, la Internet Assigned Number Authority (IANA) stabilisce le linee di condotta che riguardano l'assegnazione degli indirizzi IP ed è preposta a tale assegnazione. Che cosa accadrebbe se un host utilizzasse lo stesso indirizzo IP di un altro host della rete? Questo dipende dal tipo di implementazione del TCP/IP sulla rete. In molti casi, il secondo host, il cui l'indirizzo IP è già in uso, si ritroverebbe impossibilitato ad accedere alla rete. In altri scenari, tuttavia, verrebbe utilizzato l'indirizzo MAC dei due host per riuscire comunque ad identificarli in modo univoco.

### **4.2 - Come si scrive un indirizzo IP?**

Ciascun indirizzo IP è una sequenza di 32 cifre binarie, quindi 1 o 0. Questo è il motivo per cui la versione corrente dell'attribuzione di indirizzi IP è conosciuta come assegnazione di indirizzi a 32 bit. Sarebbe però facile fare confusione se ci si riferisse agli indirizzi in questo modo, pertanto, per gli indirizzi IP si utilizza la rappresentazione per decimali puntati.

### **4.3 - Notazione per decimali puntati**

Un indirizzo IP, che come si è accennato è formato da 32 bit, comprende quattro ottetti di informazioni. Per comodità, ciascuno di questi ottetti viene scritto nella sua corrispondente notazione decimale.

Per esempio, l'indirizzo IP: 01111111 00000000 00000000 00000001, appare di solito sotto forma di 127.0.0.1.

Indirizzo IP (binario): 01111111 00000000 00000000 00000001

Conversione

Bin → dec

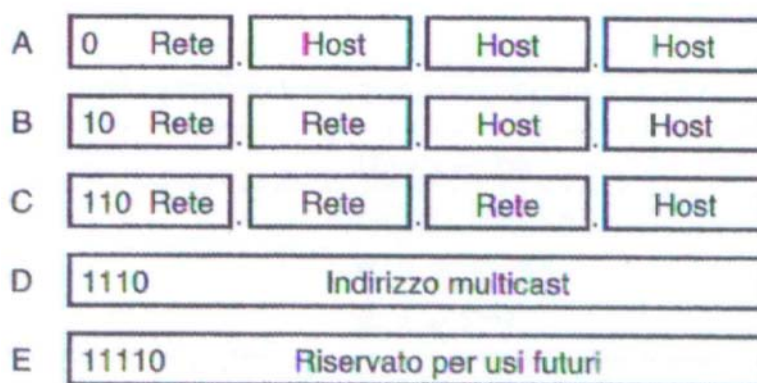
$$\left[ \begin{array}{l} 1^\circ \text{ ottetto} : 2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 = 127 \\ 2^\circ \text{ ottetto} : 0 \\ 3^\circ \text{ ottetto} : 0 \\ 4^\circ \text{ ottetto} : 2^0 = 1 \end{array} \right.$$

Indirizzo IP (decimale): 127.0.0.1

Ciascun ottetto di informazioni é separato da quelli adiacenti per mezzo di un punto.

#### 4.4 - Le classi degli indirizzi IP

Su un singolo segmento di rete, tutti gli host IP condividono lo stesso indirizzo di rete. Ciascun host su quel segmento, deve avere una porzione dell'indirizzo univoca e distintiva. Cinque gruppi di indirizzi IP sono stati istituiti come classi di indirizzi IP e solo le prime tre possono essere assegnate agli host su una rete. In ciascuna di queste prime tre classi di indirizzi IP, gli ID sono composti da una porzione relativa alla rete e da una relativa all'host.



(figura 3.4)

##### 4.4.1 - Indirizzi di Classe A

Un indirizzo di Classe A, assegna 8 bit dell'indirizzo alla porzione della rete e 24 bit alla porzione dell'host. In un indirizzo di classe A, il valore del primo ottetto é compreso tra 1 e 126. Questi numeri sono rappresentati in binario da schemi del tipo: 0#####. Questo consente 126 reti distinte di 16'774'214 host ciascuna. Questi numeri si ricavano mediante i seguenti calcoli:

1) la prima cifra del primo ottetto in un indirizzo di classe A è 0; questo lascia 7 bit per creare ciascun ID di rete univoco. Il valore di  $2^7$  è 128. Tuttavia, non si possono utilizzare due indirizzi: non si può utilizzare il valore 0 come ID di rete e neppure il valore 127, perché è riservato per funzioni di loopback. Questo lascia 126 ID di rete univoci;

2) rimangono 24 bit a disposizione dell'ID dell'host. Il valore di  $2^{24}$  è  $16'777'216$ . Un ID di un host non può essere formato tutto da 0 o tutto da 1. Questo elimina dal gruppo due ID per gli host, pertanto restano  $16'777'214$  host univoci per rete.

#### **4.4.2 - Indirizzi di Classe B**

Un indirizzo di Classe B, assegna 16 bit alla porzione della rete e 16 bit alla porzione dell'host. Il valore del primo ottetto è compreso tra 128 e 191. Questi numeri sono rappresentati in binario da schemi del tipo 10##### e ciò si traduce in  $16'384$  reti univoche, con  $65'534$  host ciascuna. Questi due numeri si ricavano mediante i seguenti calcoli:

1) le prime due cifre del primo ottetto di un indirizzo di Classe B sono 1 e 0; questo lascia 14 bit a rappresentare ciascun ID di rete univoco. Se si calcola  $2^{14}$ , si determina che il numero totale di ID di rete di Classe B è  $16'384$ ;

2) rimangono 16 bit per l'ID dell'host. Il valore di  $2^{16}$  è  $65'536$ . Un ID di un host non può essere costituito da tutti 0 o tutti 1 e questo elimina due ID dal gruppo, pertanto rimangono  $65'534$  host univoci per rete.

#### **4.4.3 - Indirizzi di Classe C**

Un indirizzo di Classe C, assegna 24 bit alla porzione della rete e 8 bit alla porzione dell'host. Il valore del primo ottetto è compreso tra 192 e 223. Questi numeri sono rappresentati in binario da schemi del tipo 110#####. Ciò si traduce in  $2'097'152$  reti univoche con 254 host ciascuna. Questi numeri si ricavano mediante i seguenti calcoli:

1) le prime tre cifre di un indirizzo di Classe C sono 1, 1 e 0; questo lascia 21 bit a rappresentare ciascun ID di rete univoco. Se si calcola  $2^{21}$ , si determina che il numero totale di ID di rete di Classe C è  $2'097'152$ ;

2) rimangono 8 bit per l'ID dell'host. Il valore di  $2^8$  è 256. Un ID di un host non può essere costituito tutto da 0 o tutto da 1 e questo elimina due ID dal gruppo, pertanto rimangono 254 host univoci per ciascuna rete.

#### **4.4.4 - Indirizzi di Classe D**

Gli indirizzi di Classe D sono riservati a gruppi multicast e non è possibile assegnarli a singoli host su di una rete. Un indirizzo di classe D ha il valore del primo ottetto compreso tra 224 e 239 ed è rappresentato in binario da schemi del tipo 1110####. I

rimanenti 28 bit rappresentano il gruppo multicast al quale l'host appartiene.

#### **4.4.5 - Indirizzi di Classe E**

Gli indirizzi di Classe E sono sperimentali e pertanto sono ancora preclusi al pubblico, essendo riservati ad usi futuri. Un indirizzo di Classe E ha il valore del primo ottetto compreso tra 240 e 255 ed è rappresentato in binario da schemi del tipo 1111####.

#### **4.5 - Regole generali nell'assegnazione degli indirizzi IP**

Quelle che seguono sono regole generali da applicare nell'assegnazione degli ID di rete e degli host:

- tutti gli host sullo stesso segmento di rete fisico devono avere lo stesso ID di rete;
- ciascun host su di un segmento di rete deve avere una porzione dell'host univoca nell'indirizzo IP;
- un ID di rete non può mai essere 127. Questo valore è riservato a funzioni di loopback;
- un ID di rete non può essere costituito da tutti 1, poiché questo rappresenta un indirizzo broadcast (255.255.255.255);
- un ID di un host non può essere costituito da tutti 1, poiché anche questo rappresenta un indirizzo broadcast per la rete;
- un ID di rete non può essere costituito da tutti 0, poiché questo rappresenta la rete locale;
- un ID di un host non può essere costituito da tutti 0, poiché di consueto si rappresenta una rete usando la porzione della rete dell'ID con un ID dell'host impostato su tutti 0 e pertanto non è possibile assegnare quest'ultimo ad un host individuale.

#### **4.6 - Il ruolo delle maschere di sottorete**

Le maschere di sottorete indicano quali bit di un indirizzo IP rappresentano la porzione della rete e quali rappresentano invece la porzione dell'host. Con gli indirizzi IP di Classe A, B, e C si utilizzano maschere di sottorete predefinite, nel modo che segue:

- Classe A - 255.0.0.0
- Classe B - 255.255.0.0
- Classe C - 255.255.255.0
- 

La maschera di sottorete di Classe A dice che i primi 8 bit dell'indirizzo IP rappresentano la porzione della rete dell'indirizzo. I rimanenti 24 bit rappresentano la porzione dell'host dell'indirizzo. Diciamo che un host abbia l'indirizzo IP 11.25.65.32. Usando la maschera di sottorete predefinita,

l'indirizzo della rete sarebbe 11.0.0.0 e la componente dell'host sarebbe 25.65.32.

La maschera di sottorete di Classe B dice che i primi 16 bit dell'indirizzo IP rappresentano la porzione della rete dell'indirizzo. I rimanenti 16 bit rappresentano l'indirizzo dell'host all'interno della rete. Se un host avesse l'indirizzo IP 172.16.33.33, la porzione della rete dell'indirizzo sarebbe 172.16.0.0 e la componente dell'host sarebbe 33.33.

La maschera di sottorete di Classe C dice che i primi 24 bit dell'indirizzo IP rappresentano la porzione della rete dell'indirizzo. I rimanenti 8 bit rappresentano l'indirizzo dell'host all'interno della rete. Se un host avesse l'indirizzo IP 192.168.2.3, la porzione della rete dell'indirizzo sarebbe 192.168.2.0 e la componente dell'host sarebbe 3.

#### 4.7 - Il processo di messa in AND

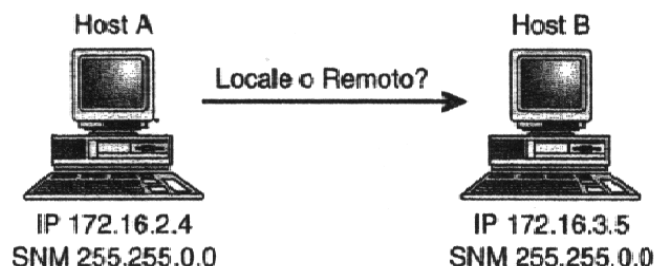
Quando un host mittente cerca di comunicare con un host destinatario, usa la sua maschera di sottorete per determinare se l'host destinatario si trova sulla rete locale o su di una rete remota. Questo processo é conosciuto con il nome di messa in AND. La funzione di messa in AND gode delle seguenti proprietà:

- se i due valori confrontati sono entrambi 1, il risultato é 1;
- se uno dei due valori é 0 e l'altro é 1, il risultato é zero;
- se entrambi i valori confrontati sono 0, il risultato é zero.

Come si può facilmente notare, il funzionamento é il medesimo dell'AND operatore nell'algebra booleana.

Gli indirizzi IP dell'origine e della destinazione, sono confrontati con la maschera di sottorete dell'origine per mezzo del processo di messa in AND. Per ciascuno dei due indirizzi, si crea un risultato AND. Se questi sono uguali significa che gli host si trovano sulla stessa rete. Se invece questi risultati AND sono diversi, significa che l'host destinatario si trova su una rete remota. Tutto il traffico destinato a quell'host remoto, dovrebbe dirigersi verso il router indicato nella tabella di instradamento (routing) dell'host origine.

##### 4.7.1 - Esempio di messa in AND tra due host



### Host A

IP (dec): 172.16.2.4  
IP (bin): 10101100 00010000 00000010 00000100  
SNM: 255.255.0.0

### Host B

IP (dec): 172.16.3.5  
IP (bin): 10101100 00010000 00000011 00000101  
SNM: ? (255.255.0.0)

Se si effettua il processo di messa in AND, il risultato per l'host A (utilizzando la sua maschera di sottorete 255.255.0.0) è ciò che segue:

Indirizzo IP dell'host A	10101100	00010000	00000010	00000100
Maschera di sottorete dell'host A	11111111	11111111	00000000	00000000
Risultato della messa in AND	10101100	00010000	00000000	00000000

Il risultato per l'host B, si può vedere invece qui sotto

Indirizzo IP dell'host B	10101100	00010000	00000011	00000101
Maschera di sottorete dell'host A	11111111	11111111	00000000	00000000
Risultato della messa in AND	10101100	00010000	00000000	00000000

Come si può facilmente notare, i due risultati corrispondono. Questo indica che, per quanto riguarda l'host A, i due host si trovano sulla stessa rete fisica. Le comunicazioni possono quindi svolgersi direttamente tra i due host. La maschera di sottorete dell'host B, infatti, è la medesima dell'host A.

## 4.8 - Indirizzi di rete locale

Sono stati riservati tre gruppi di indirizzi IP per l'uso sulle reti locali, dietro ai firewall ed ai server proxy. Eccoli elencati qui di seguito:

- da 10.0.0.0 a 10.255.255.255;
- da 172.16.0.0 a 172.31.255.255;
- da 192.168.0.0 a 192.168.255.255.

Questi indirizzi sono stati creati per fornire alle reti non collegate ad Internet, un gruppo di indirizzi IP che non fossero in conflitto con quelli attualmente in uso sulla Rete. Qualora le reti che si servono di questi indirizzi riservati dovessero un domani allacciarsi ad Internet, non avrebbero da preoccuparsi del fatto che qualche indirizzo possa essere conflittuale con qualche altra rete su Internet.

#### 4.9 - Il futuro dell'assegnazione degli indirizzi IP (IPv6)

Con la crescita di Internet, lo schema attuale di assegnazione degli indirizzi IP sta velocemente esaurendo gli indirizzi disponibili. La IETF, rendendosene conto, ha il compito di creare la prossima generazione di indirizzi. Parecchie RFC pubblicate, stabiliscono le necessità del nuovo protocollo. Questo nuovo rilascio del protocollo IP, conosciuto ora come IPv6, doveva inizialmente sostituire l'attuale IPv4 con l'avvicinarsi dell'anno 2000. Al momento in cui scriviamo questa tesina, però, il protocollo in uso su Internet è ancora fermo alla quarta versione. Le caratteristiche che avrà l'IPv6, sono comunque riassunte in questo elenco:

- Aumentate capacità di assegnazione degli indirizzi. La dimensione dell'indirizzo per IPv6 sarà di 128 bit, cosa che garantirà un bel gruppo di indirizzi IP per Internet. Questo gruppo fornirà a ciascun utente un insieme di indirizzi IP uguale al numero totale di indirizzi IP disponibile in tutta Internet al giorno d'oggi;
- Semplificazione dell'intestazione IP. Buona parte delle informazioni dell'intestazione di IPv4 diventeranno opzionali o verranno addirittura scartate. Questo accelererà l'elaborazione delle informazioni dell'intestazione IP una volta giunte all'host ricevente;
- Migliorata estensibilità dell'intestazione IP. L'intestazione IP è stata formattata in modo da fornire un inoltro più efficiente, più flessibilità sulla lunghezza dei campi delle opzioni e maggior semplicità per includere nuove opzioni in futuro. Questo permetterà all'intestazione IP di cambiare con l'evoluzione del protocollo nei prossimi anni, senza che sopraggiunga la necessità di riprogettare l'intero formato dell'intestazione;
- Migliorato controllo di flusso. I datagrammi IP saranno in grado di richiedere una migliore qualità del servizio. Questo comprenderà la consegna delle informazioni in un momento specifico e la capacità di richiedere una minima disponibilità di larghezza di banda o servizio in tempo reale;
- Aumentata sicurezza. L'intestazione IP includerà estensioni per supportare l'autenticazione degli host mittente e destinatario ed una migliore assicurazione dell'integrità dei dati. Questo darà anche la possibilità di cifrare i dati durante il trasporto sulla rete.

Questi miglioramenti del protocollo IP dovrebbero agevolare notevolmente l'incessante crescita di Internet e l'aumento delle funzionalità garantite dalle applicazioni che usano il TCP/IP come insieme di protocolli di base.