



La Sapienza

Università degli Studi di Roma

Dipartimento di Informatica e Sistemistica

RETI DI CALCOLATORI II

Esercitazione 5 – RIP / OSPF / BGP

Ugo Colesanti

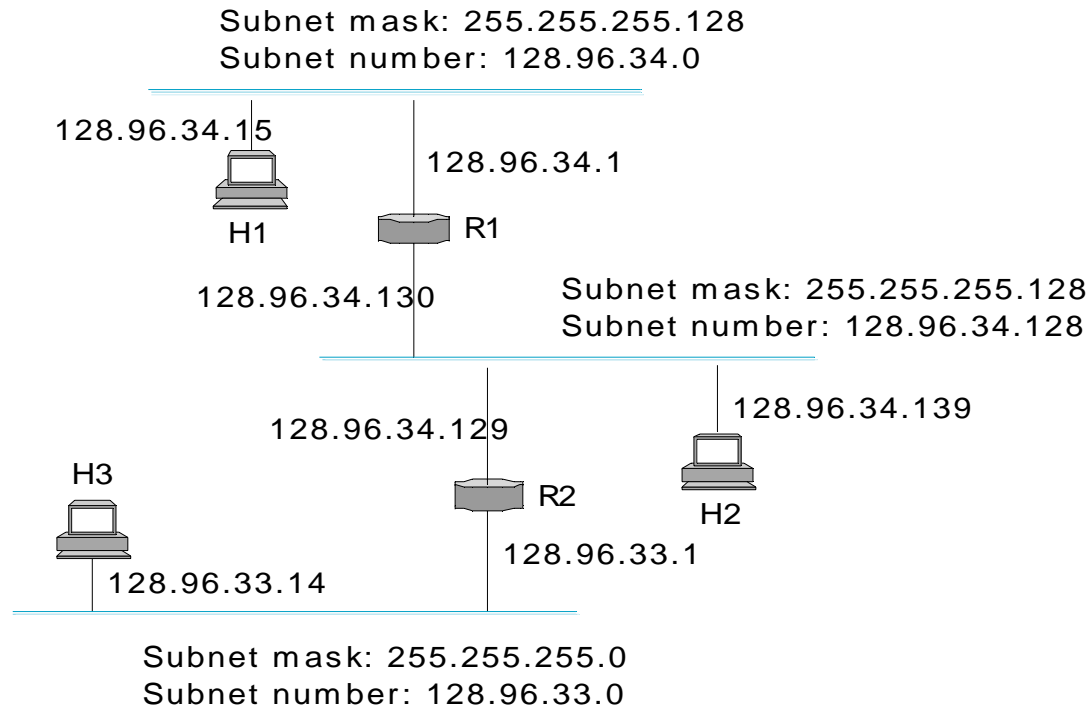
colesanti@dis.uniroma1.it

A.A. 2008/2009

RIP

- **Distance vector routing protocol**
 - **Molto diffuso perchè open e semplice**
 - **Si basa sul numero di hop**
 - **Algoritmo distribuito (Bellman – Ford)**
 - **Neighbors: se hanno un interfaccia sulla stessa sottorete**
- **Non adatto a reti grandi**
 - **Lento tempo di convergenza**
 - **Limitato a 15 hop**
 - **Instabilità prodotta da vecchi instradamenti che persistono (refresh 30s)**

Esercizio 1



- **D1: Supponendo di usare subnetting, si scriva la tabella di instradamento del router R2 per la rete in figura nel formato**
 - **Dest | NextHop | Subnet Mask**

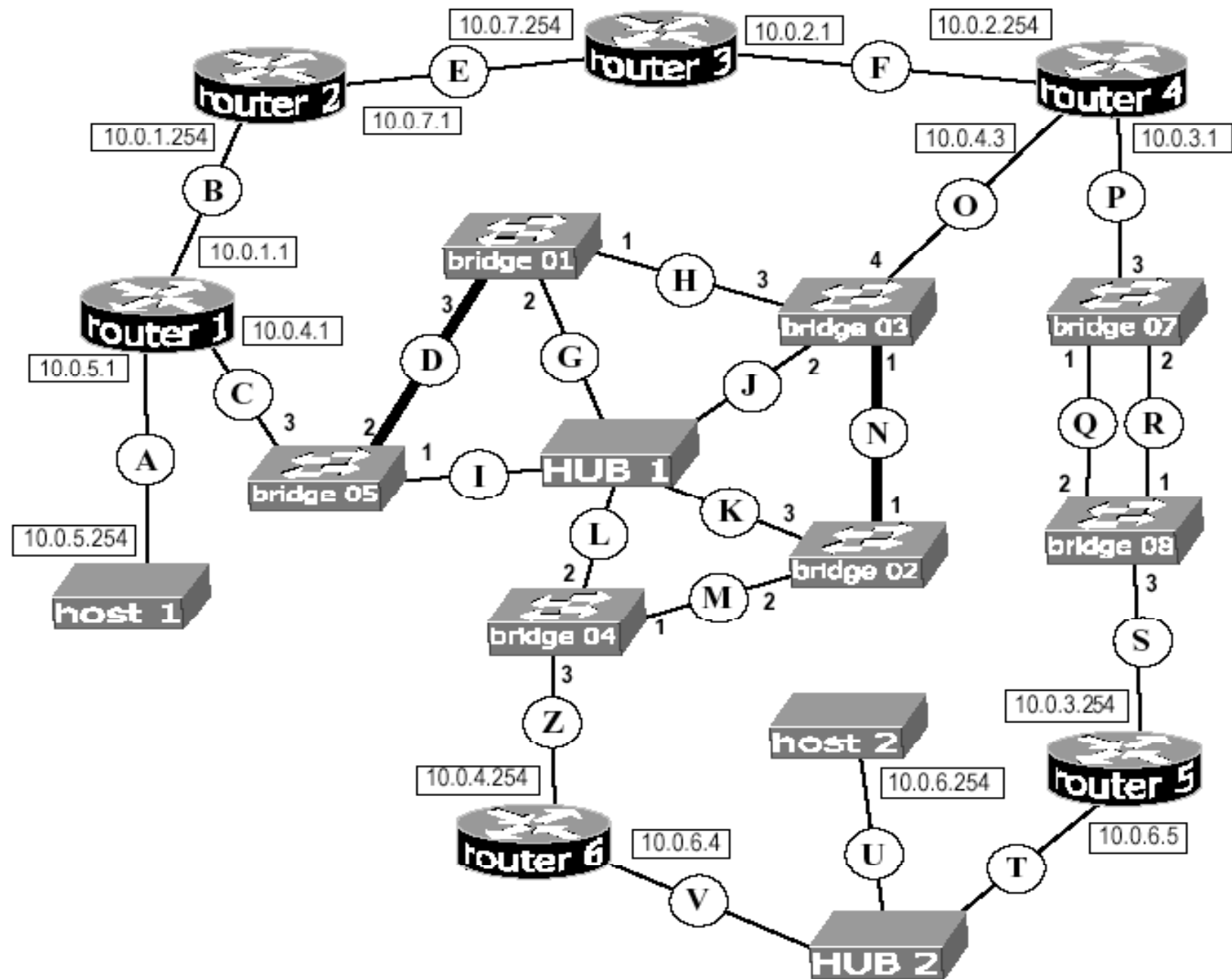
Esercizio 1 - Soluzione

- Routing table R2:

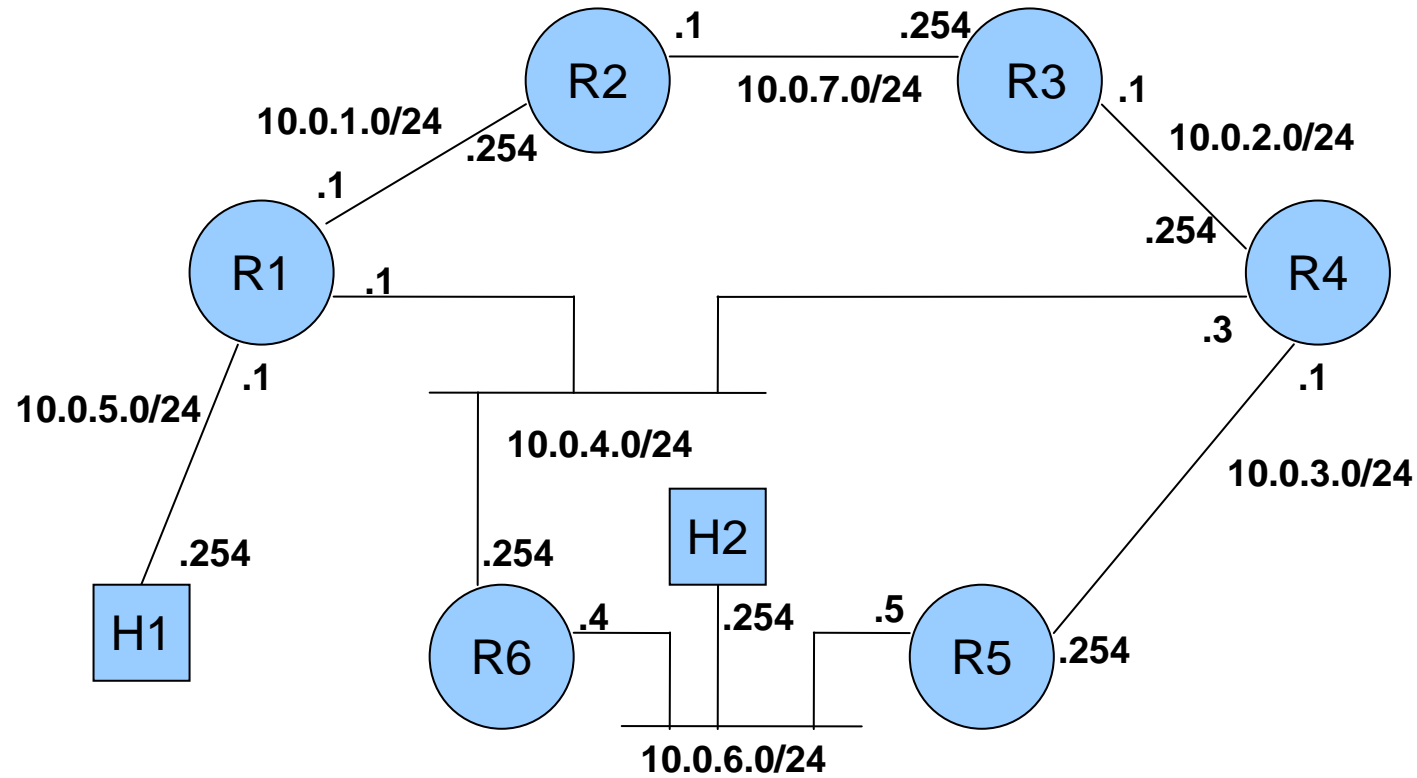
DestNet	NextHop	Subnet
128.96.34.128	Direct	255.255.255.128
128.96.33.0	Direct	255.255,255,0
128.96.34.0	128.96.94.130	255.255.255.128

Esercizio 2

- **Data la seguente topologia (v. prossima slide)**
 - lo spessore dei link è proporzionale alla loro capacità (es. 1 e 2 per le due tipologie di link)
 - i router usano il protocollo RIP
- **D1: Si costruisca la tabella di instradamento al router R1, secondo lo schema seguente:**
 - **DestNet | NextHop | NetMask | Interfaccia | Costo**
 - **(n.b. Per le interfacce, usare le etichette dei link)**
- **D2: Dare la nuova tabella di instradamento considerando l'HUB 1 spento.**



Esercizio 2 - Soluzione



Esercizio 2 - Soluzione

DestNet	NextHop	Subnet	Interface	HopCount
10.0.5.0	direct	255.255.255.0	A	0
10.0.1.0	direct	255.255.255.0	B	0
10.0.4.0	direct	255.255.255.0	C	0
10.0.7.0	10.0.1.254	255.255.255.0	B	1
10.0.2.0	10.0.4.3	255.255.255.0	C	1
10.0.6.0	10.0.4.254	255.255.255.0	C	1
10.0.3.0	10.0.4.3	255.255.255.0	C	1

CIDR (1/3)

- **Complementare all'indirizzamento di sotto-rete:**
 - **Indirizzamento di sotto-rete:** In un organizzazione, un singolo prefisso per più reti fisiche.
 - **Indirizzamento CIDR senza classi:** una organizzazione può avere agli indirizzi assegnati, più indirizzi di classe (e.g. invece di un indirizzo di classe B, 256 indirizzi di classe C).
- **Visione gerarchica dell'indirizzamento senza classi:**
 - **ISP forniscono accesso alla rete alle organizzazioni -> vasto spazio degli indirizzi agli ISP**
 - **Gli ISP danno piccole parti degli indirizzi alle organizzazioni che hanno stipulato un contratto.**
- **Problema: Tanti indirizzi per una singola organizzazione -> tabelle di routing troppo lunghe**

CIDR (2/3)

- **Class Inter-Domain Routing: comprime indirizzi contingui in una singola coppia <indirizzo di rete, conteggio>**
- **In pratica:**
 - **Indirizzo di rete: indirizzo di partenza (più basso del blocco)**
 - **Conteggio: maschera di bit**
- **Notazione abbreviata (notazione CIDR o slash): indirizzo/x , x=1..32**
 - **e.g. 128.134.168.0/21**
- **Aggregazione:**
 - **Due indirizzi /20 contingui e con stesso prefisso a 19 bit possono essere aggregati in uno /19**
 - **Due indirizzi /19 contingui e con stesso prefisso a 18 bit possono essere aggregati in uno /18**
 -

CIDR (3/3)

- **Esempio:**

ISP ha assegnato 128.211.0.0/16

decide di assegnare ad una organizzazione, un blocco CIDR di 2048 indirizzi a partire da 128.211.168.0:

Blocco CIDR: 128.211.168.0/21 -> spazio degli indirizzi: da 128.211.168.0 a 128.211.175.255

Esercizio 3

- **D1: Data la tabella sottostante, mostrare come essa possa essere compressa usando CIDR**

INDIRIZZO DI RETE	NETMASK	INTERFACCIA
194.100.0.0	255.255.255.0	int 1
194.100.1.0	255.255.255.0	int 1
194.100.2.0	255.255.254.0	int 1
194.100.4.0	255.255.252.0	int 1
194.100.8.0	255.255.248.0	int 1
194.100.48.0	255.255.240.0	int 1
194.100.64.0	255.255.240.0	int 1

Esercizio 3 - Soluzione

- **194.100.0.0/24 -> da 194.100.0.0 a 194.100.0.255 (256 indirizzi)**
194.100.1.0/24 -> da 194.100.1.0 a 194.100.1.255 (256 indirizzi)
194.100.2.0/23 -> da 194.100.2.0 a 194.100.3.255 (512 indirizzi)
194.100.4.0/22 -> da 194.100.4.0 a 194.100.7.255 (1024 indirizzi)
194.100.8.0/21 -> da 194.100.8.0 a 194.100.15.255 (2048 indirizzi)
→ tutti contigui con I primi 20 bit tutti uguali, 4096 indirizzi → 194.100.0.0/20 in CIDR
- **194.100.48.0/20 -> da 194.100.48.0 a 194.100.63.255 (4096 indirizzi)**
194.100.64.0/20 -> da 194.100.64.0 a 194.100.79.255 (4096 indirizzi)
→ contigui, ma 48 -> 00110000 mentre 64 -> 01000000 , non ho un prefisso da 19 bit comune, non posso fare aggregazione

Esercizio 3 - Soluzione

- Tabella:

DestNet	Interface
194.100.0.0/20	int1
194.100.48.0/20	int1
194.100.64.0/20	int1

Esercizio 4

- **D1: Data la tabella sottostante, mostrare come essa possa essere compressa usando CIDR**

network	netmask	interface
200.0.0.0	255.255.192.0	A
200.0.64.0	255.255.192.0	A
200.0.128.0	255.255.128.0	A
200.1.0.0	255.255.0.0	A
193.0.2.0	255.255.255.0	B
193.0.3.0	255.255.255.0	B
193.0.4.0	255.255.255.0	B
193.0.5.0	255.255.255.0	B

Esercizio 4 - Soluzione

- **200.0.0.0/18 -> da 200.0.0.0 a 200.0.63.255 (16384 indirizzi)**
200.0.64.0/18 -> da 200.0.64.0 a 200.127.255 (16384 indirizzi)
200.0.128.0/17 -> da 200.0.128.0 a 200.0.255.255 (32768 indirizzi)
200.1.0.0/16 -> da 200.1.0.0 a 200.1.255.255 (65536 indirizzi)
→ tutti contigui con stesso prefisso da 15 bit, 131072 indirizzi → 200.0.0.0/15
- **193.0.2.0/24 -> da 193.0.2.0 a 193.0.2.255 (256 indirizzi)**
193.0.3.0/24 -> da 193.0.3.0 a 193.0.3.255 (256 indirizzi)
193.0.4.0/24 -> da 193.0.4.0 a 193.0.4.255 (256 indirizzi)
193.0.5.0/24 -> da 193.0.5.0 a 193.0.5.255 (256 indirizzi)
-> 193.0.2.0 e 193.0.3.0 contigui e indirizzo 23 bit comune -> 193.0.2.0/23
-> 193.0.4.0 e 193.0.5.0 contigui e indirizzo 23 bit comune -> 193.0.4.0/23

Esercizio 4 - Soluzione

- Tabella:

DestNet	Interface
200.0.0.0/15	A
193.0.2.0/23	B
193.0.4.0/23	B

Esercizio 5

- Un ISP può allocare lo spazio di indirizzi 194.48.0.0/16.
- Tre organizzazioni A,B e C richiedono rispettivamente 2048, 8192 e 4096 indirizzi e le rispettive NETMASK.
- Le organizzazioni A e C possano essere raggiunte attraverso l'interfaccia 1, mentre l'organizzazione B attraverso l'interfaccia 2.
- **D1: Ottimizzare l'allocazione in modo tale da poter aggregare le tabelle di instradamento CIDR e illustrare le entry della tabella.**

Esercizio 5 - Soluzione

- **A e C sulla stessa interfaccia, B su un'altra -> almeno due voci nella tabella**
- **A -> 2048 indirizzi -> /21**
 - **C -> 4096 indirizzi -> /20**
 - **→ non si può fare aggregazione: non ci sono prefissi da 19 bit in comune**
- **A -> 194.48.0.0, subnet mask 255.255.248.0 , interface 1**
 - **C -> 194.48.16.0 subnet mask 255.255. 240.0 , interface 1**
 - **(lo spazio di 2048 indirizzi tra A e C è lasciato per una eventuale aggregazione futura)**
- **Perché non 194.48.8.0/19 per aggregare A e C?**
- **B -> 8192 indirizzi -> /19**
 - **B -> 194.48.32.0, subnet 255.255.224.0 , interface 2**

OSPF (1/2)

- **Protocollo link-state**
 - **Adatto a reti di grandi dimensioni**
 - **Hello per contattare i vicini**
 - **Uso di Link State Packet -> liste di reti e metriche di attraversamento**
 - **Tutti I router hanno gli stessi dati da LSP (DB)**
 - **LSP mandati via flooding**
- **Divisione in aree**
 - **Limita il traffico di controllo (all'interno di un'area -> flooding, fuori versione light)**
 - **Backbone Area: connette le aree tra loro**
 - **ABR: connette una backbone ad altre aree**
 - **IR: gli internal router hanno tutte le interfacce all'interno della stessa area**
 - **Route summarization: info sui LS di un area raccolti da un ABR e trasmessi alla backbone**

OSPF (2/2)

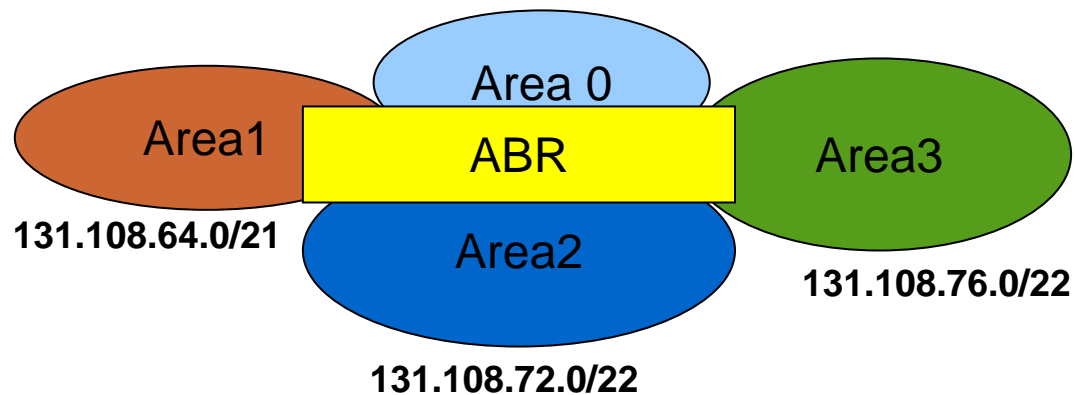
- **ASBR: connessione tra due un AS**
- **Route**
 - **Inter-area: percorsi all'interno dello stesso AS**
 - **External: percorsi tra due AS**
- **Summary route:**
 - **Limitano le trasmissioni**
 - **Informazione ricevuta da un ABR e inoltrata alla backbone**
 - **Informazione ricevuta da un ASBR e inoltrata ad un altro AS**

Esercizio 6

- Si supponga che all'istituzione X sia assegnato il blocco di indirizzi IP 131.108.64/20.
- Tali indirizzi vanno ripartiti tra i dipartimenti A, B e C nei quali l'istituzione è suddivisa. A necessita di al più 2000 indirizzi, B e C di al più 1000 rispettivamente.
- **D1: Proporre un'architettura di rete adeguata a tali esigenze e basata sull'adozione del protocollo OSPF per l'instradamento nella rete interna. Si individui la ripartizione in aree e la suddivisione degli indirizzi tra di esse.**

Esercizio 6 - Soluzione

- **Blocco assegnato: 4096 indirizzi -> OK**
- **3 aree (+ area 0) una per ogni dipartimento.**
- **Assegnazione:**
 - **A: 2048 indirizzi -> /21 -> 131.108.64.0/21 , area1**
 - **B: 1024 indirizzi -> /22 -> 131.108.72.0/22 , area2**
 - **C: 1024 indirizzi -> /22 -> 131.108.76.0/22 , area3**
- **Architettura:**

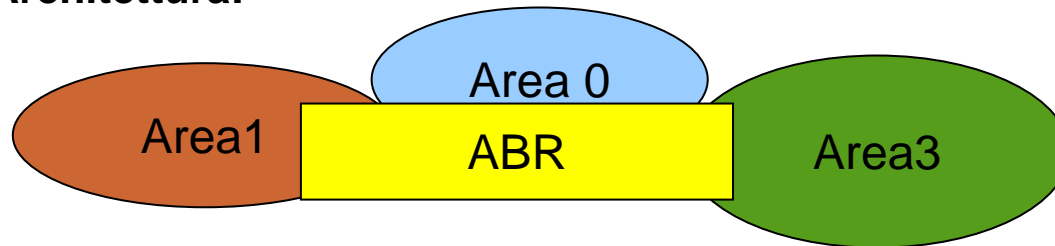


Esercizio 7

- Un amministratore di rete riceve un blocco di indirizzi di classe B. Decide di realizzare un'architettura OSPF con tre aree (inclusa l'area 0) . A tale scopo decide di usare un singolo ABR.
- L'amministratore decide di ripartire equamente gli indirizzi a disposizione tra le due aree, assegnando gli indirizzi dispari all'area 1 e quelli pari all' area 2.
- **D1: Stabilire l'ordine di grandezza del numero di righe nel database dell' ABR.**
- **D2: Qual è l'ordine di grandezza della quantità di memoria necessaria se ogni riga della tabella è mediamente lunga 80 byte?**

Esercizio 7 - Soluzione

- Architettura:



ABR ha due interfacce, una verso area 1 e una verso area1

Numeri pari: finiscono per 0

Numeri dispari finiscono per 1

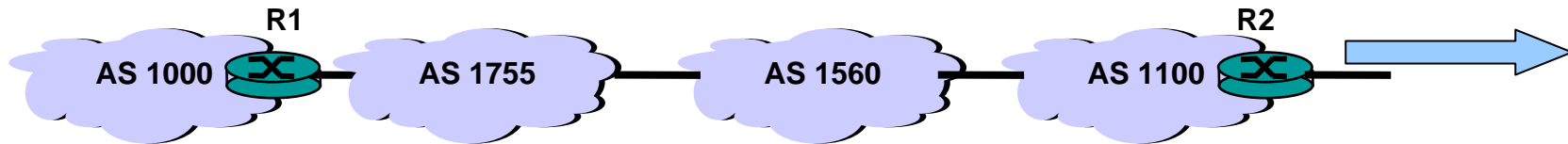
→ non è possibile aggregare → $2 \times 2^{15} = 2^{16}$ righe → $2^{16} \times 80 \sim 5\text{MB}$

Sistemi autonomi - BGP

- **Ogni organizzazione è composta da un insieme di router e LAN sotto una singola amministrazione**
- **Un AS definisce in maniera coerente le politiche di instradamento all'interno della sua organizzazione**
- **In una inter-rete comprendente più AS necessita di punti di collegamento**
- **Instradamento inter-domain -> EGP -> BGP**
- **Router che parlano BGP: gateway o router di confine**
 - **Nasconde parte interna all'AS**
 - **Mantiene zone di demarcazione e router di frontiera**
 - **Ogni router di frontiera mostra le reti interne come se fossero locali**
- **Path vector routing:**
 - **quali reti possono essere raggiunte attraverso un router**
 - **quali AS sono attraversati lungo il cammino**

Esercizio 8

- Data la seguente figura:



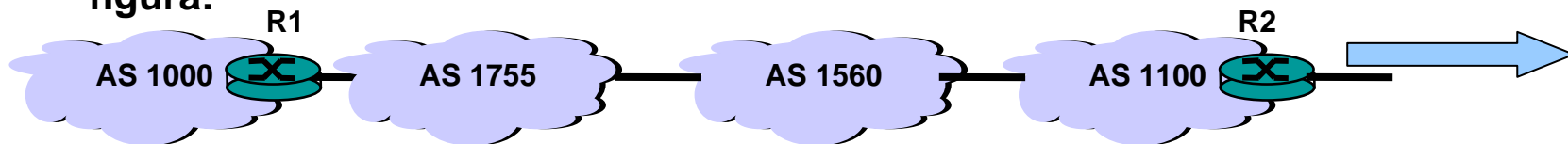
- Si supponga che l'AS 1000 aggregi il blocco di indirizzi 124.100.0.0/16.
- **D1: Descrivere in forma sintetica il percorso annunciato dallo speaker BGP R2 nella direzione indicata dalla freccia relativamente a tale rete.**
- **D2: Si assuma che l'interfaccia dello speaker R1 verso l'AS 1755 abbia indirizzo IP 124.102.12.1. Si dica quale annuncio (o quali annunci) BGP ha (hanno) tale indirizzo IP come valore dell'attributo NEXT HOP.**

Esercizio 8 - Soluzione

- **il percorso annunciato da R2 è :**
 - **(124.100/16; 1100, 1560, 1755, 1000)**
- **Nel caso in cui R1 abbia interfaccia 124.102.12.1, di sicurovi è un annuncio con tale indirizzo IP inviato da R1 verso AS**

Esercizio 9

- Data la seguente figura:



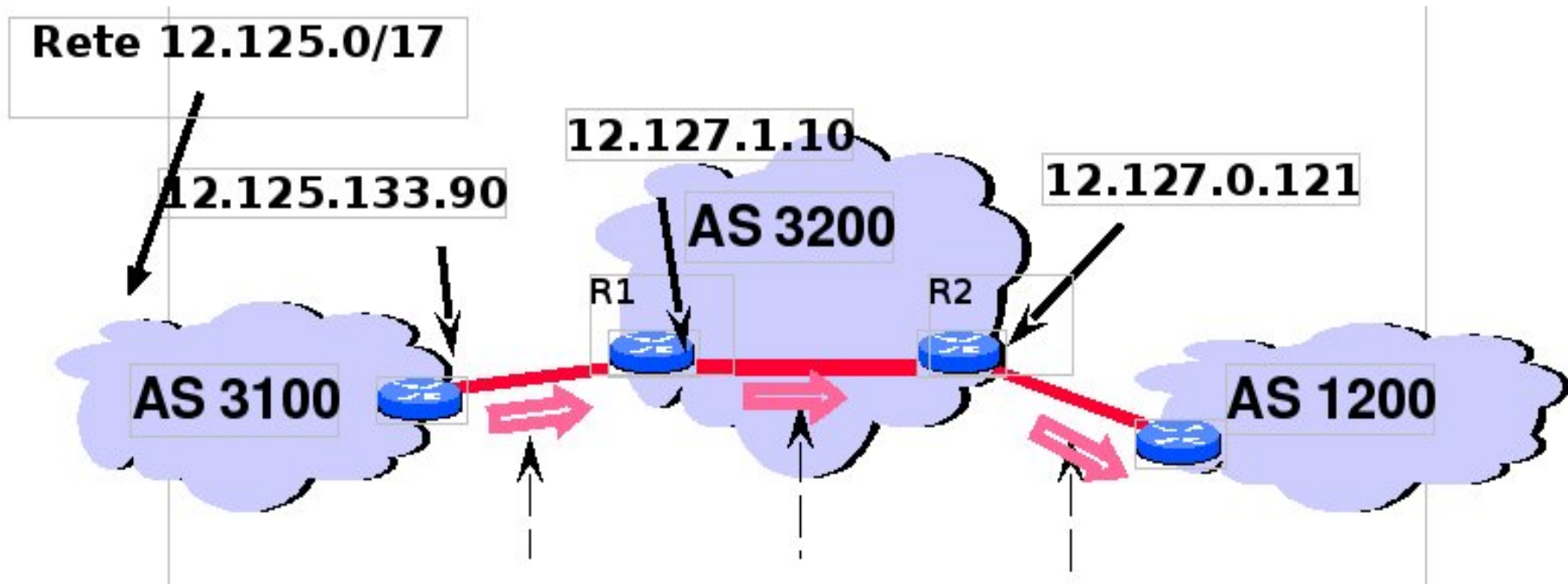
- Si assuma che l'amministratore dell'AS 1100 intenda impedire l'ingresso del traffico proveniente dall'AS 1560 nel dominio da egli amministrato.
- **D1: Quale politica elementare di gestione degli annunci BGP può conseguire questo risultato?**
- **D2: Si supponga che l'amministratore voglia anche bloccare il traffico in transito verso l'AS 1560. Come può agire in tal caso?**

Esercizio 9 - Soluzione

- **L'amministratore dell'AS 1100 può limitarsi a non annunciare route BGP verso l'AS 1560**
- **Per il secondo quesito, l'amministratore può impedire l'invio di annunci BGP (verso destra in figura) relativi a route che attraversano l'AS 1560**

Esercizio 10

- Si consideri la seguente figura:



Si vuole stabilire il valore dell'attributo NEXT HOP per gli annunci BGP indicati dalle frecce.

- **D1: Le informazioni date nella figura sono sufficienti per rispondere alla domanda?**

Esercizio 10

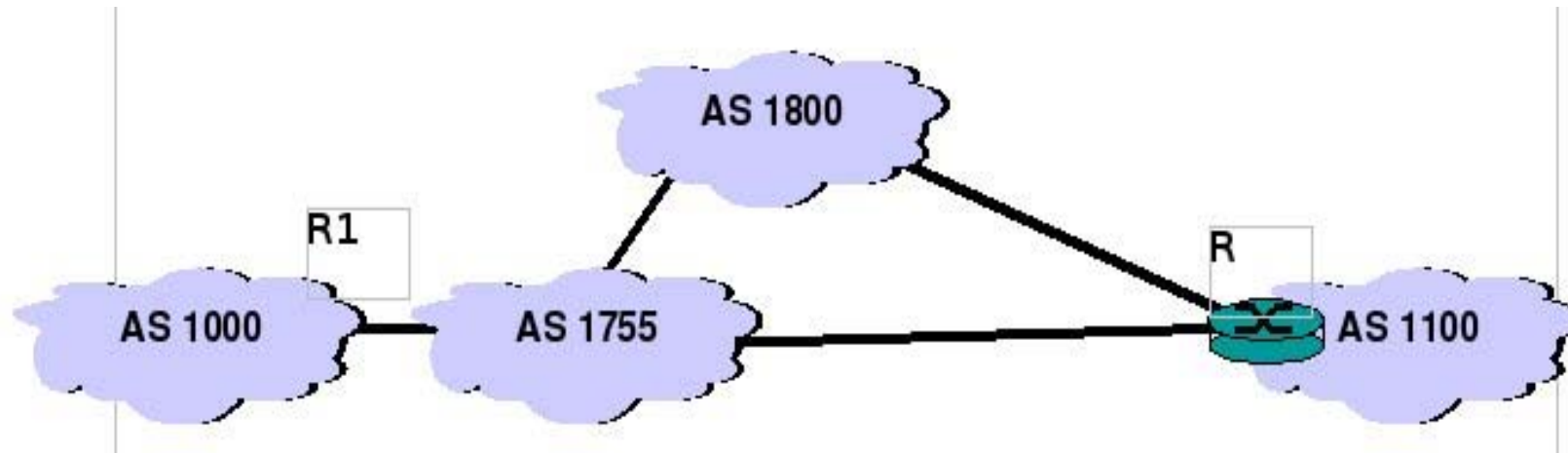
- **D2: In caso affermativo, dare il valore dell'attributo NEXT HOP per i tre annunci mostrati.**
- **D3: Discutere brevemente i vincoli sul contenuto delle tabelle di instradamento dei router interni agli AS imposti dall'uso e dal significato dell'attributo NEXT HOP in BGP.**

Esercizio 10 - Soluzione

- **le informazioni sono ovviamente sufficienti per rispondere alla domanda. I valori dell'attributo NEXT_HOP per i tre annunci, procedendo da sinistra verso destra, sono rispettivamente 12.125.133.9, 12.125.133.9 e 12.127.0.12.**
- **All'interno di un sistema autonomo, è necessario mantenere route esplicite verso gli speaker BGP di bordo.**
 - **->le tabelle di instradamento dei router interni all' AS 3200 devono essere tali da permettere l'instradamento di un pacchetto IP dallo speaker BGP di destra R2 a quello di sinistra R1 (e viceversa) al fine di raggiungere la destinazione 12.125.0/17.**
 - **Ad, esempio, considerando il caso semplice in cui R1 ed R2 siano direttamente connessi, la tabella di instradamento interno di R2 deve avere una riga relativamente alla destinazione 12.125.0/17 (o a una destinazione che includa tale blocco) con valore Next Hop (protocollo di instradamento interno all'AS) pari a 12.127.1.10.**

Esercizio 11

- Si consideri la rete di AS in figura:



Si supponga che l'AS 1000 aggregi il blocco di indirizzi 124.100.0.0/16. R può ricevere più annunci relativi al blocco di indirizzi 124.100.0.0/16?

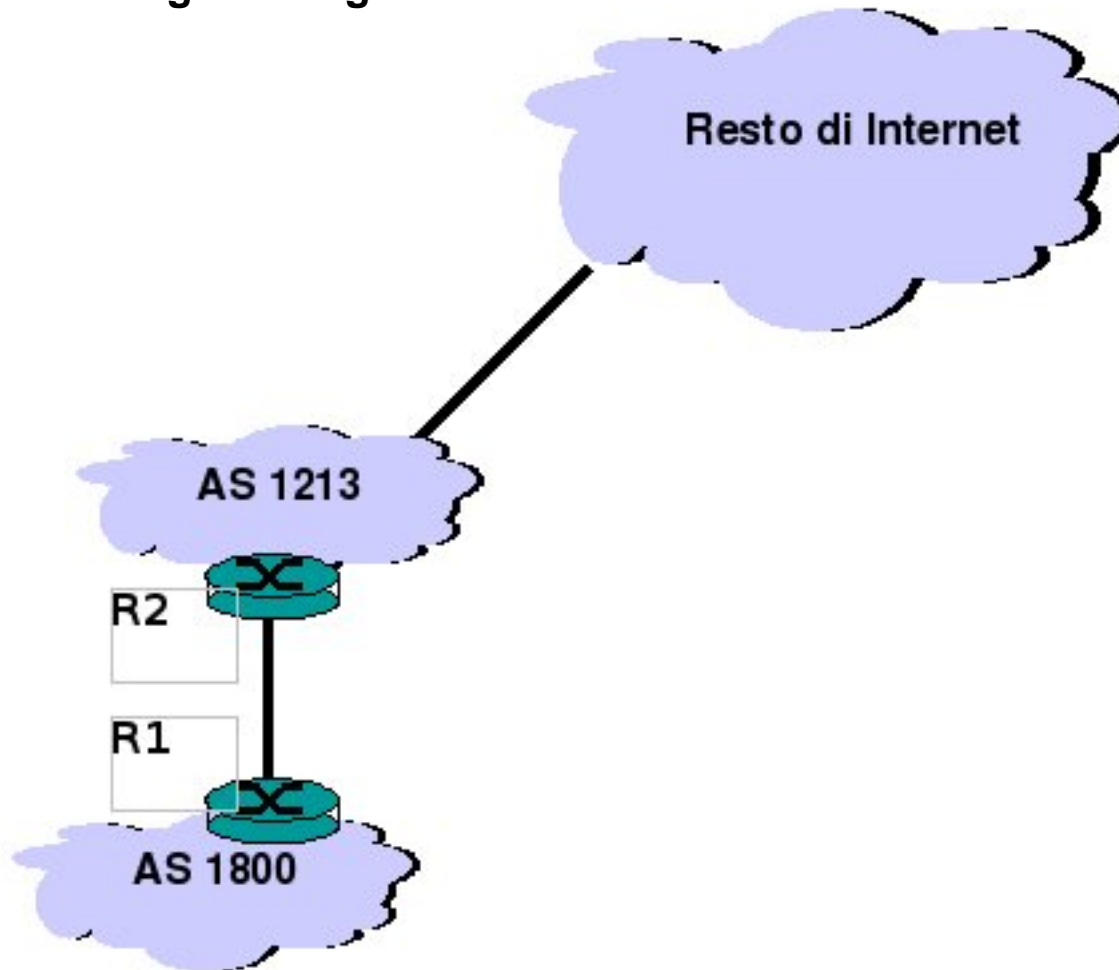
- **D1: In tal caso, quale viene scelto a parità di altre condizioni?**

Esercizio 11 - Soluzione

- **A parità di altri attributi si preferisce l'annuncio che propone il cammino più breve in termini di numero di AS attraversati. Nel nostro caso, abbiamo i due annunci (124.100/16, 1800, 1755, 1000) e (124.100/16, 1755, 1000). A parità di altre condizioni si preferisce quest'ultimo, in quanto impone l'attraversamento di due soli AS anziché tre.**

Esercizio 12

- Si consideri la seguente figura:

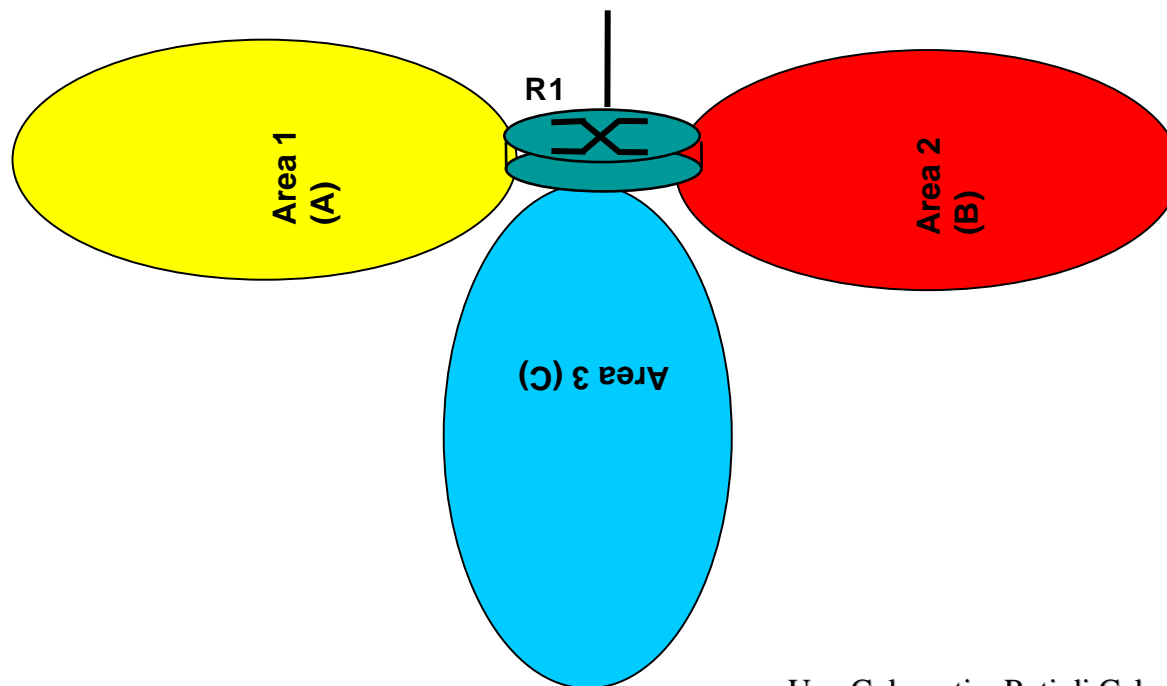


Esercizio 12

- si assuma che l'AS 1800 sia uno stub e che l'AS 1213 sia il suo provider. L'AS 1213 amministra il blocco di indirizzi 112.0.0.0/8. Si assuma che l'AS 1800 riceva il blocco di indirizzi 112.64.0.0/16.
- **D1: Si proponga una configurazione della rete dell'AS 1800, relativamente alla connessione verso il provider e all'organizzazione interna, che soddisfi i seguenti requisiti: i) la rete interna è suddivisa in 3 sottoreti A, B e C di circa, 32000, 16000 e 16000 indirizzi rispettivamente; Proporre inoltre soluzioni ai seguenti quesiti:**
- **D2: Come è connesso l'AS 1800 al suo provider?**

Esercizio 12 - Soluzione

- Tre aree con modalità di accesso diverse (almeno per l'area C) -> è ragionevole impiegare il protocollo OSPF per l'AS 1800.
- R1 router ABR che interconnette tre aree e che al contempo svolga la funzione di ASBR verso l'esterno
- AS 1800:



Esercizio 12 - Soluzione

- **Area 1 -> /17 -> 112.64.0.0/17 ,
Aree 2 e Area3 -> /18 -> 112.64.128.0/18 e 112.64.192.0/18**
- **Poiché l'AS 1800 è connesso in configurazione stub con un unico router al suo provider, si può usare un instradamento di tipo statico.**