

### 0.0.1 Appello del 29/01/2007

ESERCIZIO 1: Si considerino cinque autonomous systems (ASs) collegati tra loro nel modo indicato in Figura 1.1 con AS 100 che funziona da AS di transito per gli altri AS. Supponiamo che il protocollo di routing interdomain sia il BGP-4 e che tutti i router indicati in Figura 1.1, escluso R5, siano router ASBR. Facendo riferimento alla Figura 1.1 e alle informazioni in essa riportate (prefissi di network e indirizzi IP di interfacce) il candidato:

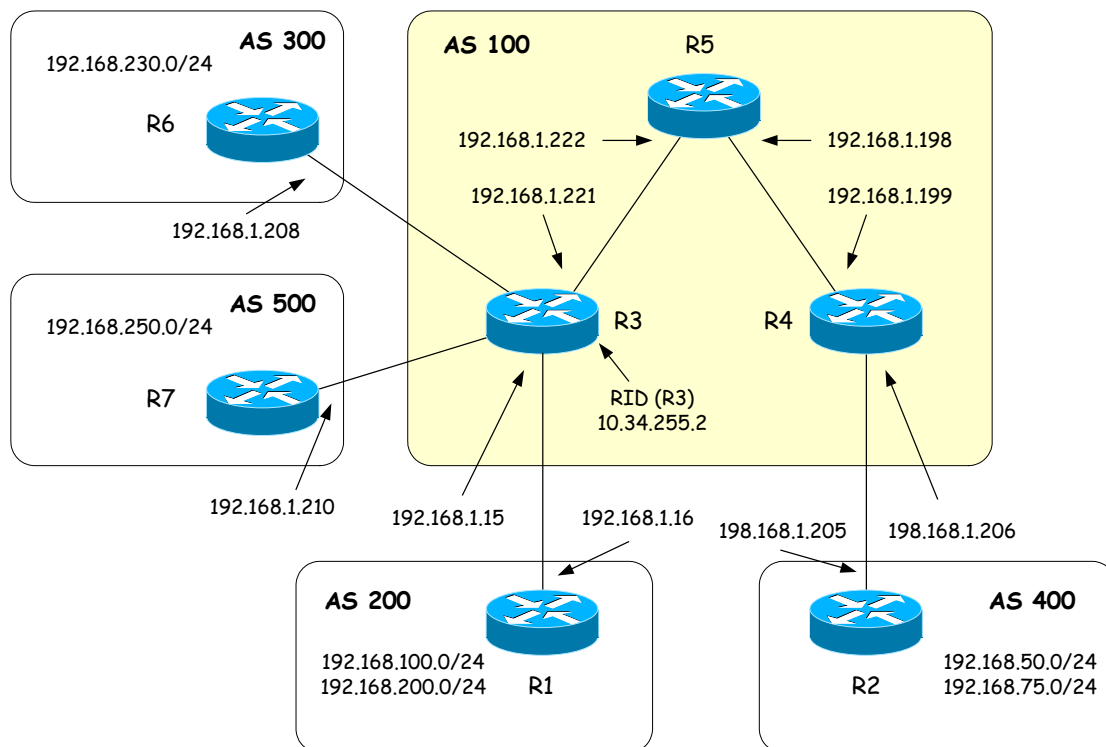


Figura 1.1: Interconnessione degli autonomous systems

1. disegni le sessioni BGP, specificandone la natura (IBGP/EBGP), che vengono aperte tra i router di Figura 1.1 supponendo che le routes esterne ad AS 100 non vengano redistribute in esso tramite il relativo protocollo intradominio IGP (ad esempio, OSPF);
2. specifichi la struttura delle *Routing Tables* di R2 ed R5 relativamente alle LIS esterne a AS 100;
3. specifichi la struttura della *BGP Table* di R2 ed R5 mettendo in evidenza, per ogni entry delle medesime, il valore dell'attributo AS\_PATH.

Supponiamo adesso che R3 faccia aggregazione delle UPDATE in uscita da AS 200, AS 300 e AS 500. Il candidato:

4. specifichi le informazioni rilevanti contenute nell'UPDATE che trasporta gli NLRI aggregati di AS 200, AS 300 e AS 500 e scriva le nuove *BGP Table* e *Routing Table* di R2.

Supponiamo adesso che le routes di AS 500 e AS 200 non debbano propagarsi oltre AS 100 e che tale vincolo non esista per la route di AS 300. Il candidato:

5. specifichi in che modo gli amministratori di AS 500 e AS 200 possono ottenere tale risultato.

#### RISOLUZIONE

1. La Figura illustra le sessioni EBGP e IBGP che vengono aperte tra i router riportati in Figura 1.2. Sebbene R5 non sia un ASBR router, viene stabilita

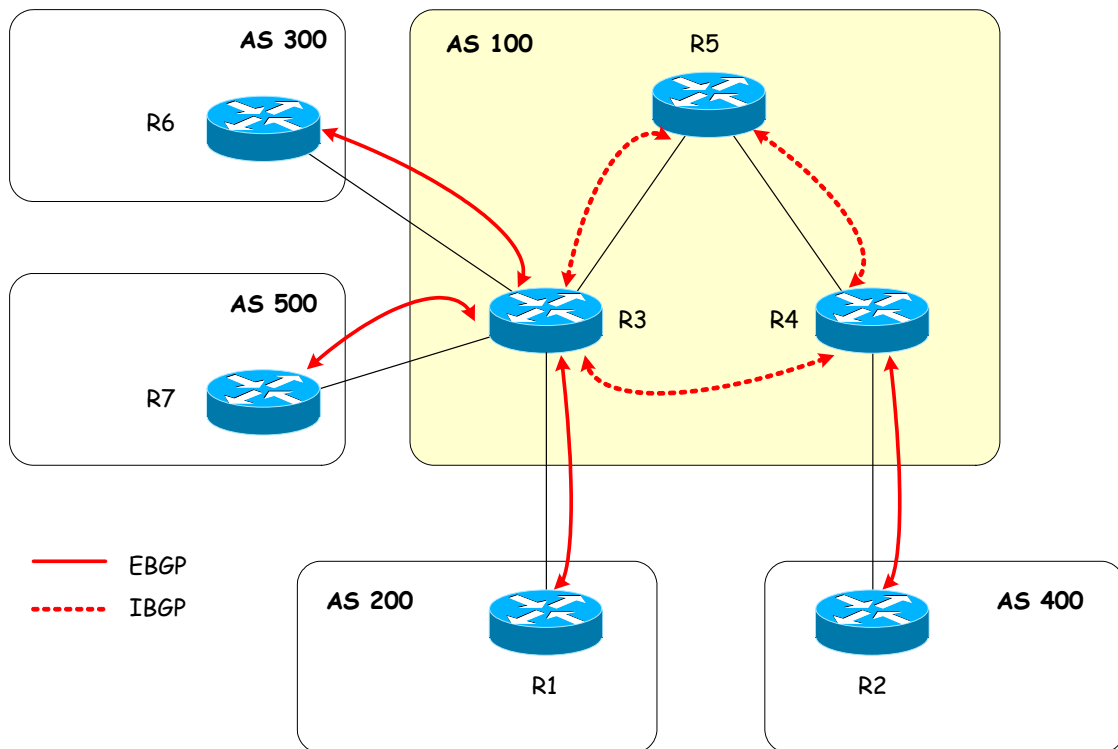


Figura 1.2: Sessioni EBGP e IBGP

egualmente una sessione IBGP tra R3 ed R5 ed un'altra tra R4 ed R5. Questo consente ad R5 di apprendere l'esistenza delle routes esterne ad AS 100 in quanto, per ipotesi, il protocollo IGP non le redistribuisce all'interno di AS 100 medesimo. La full mesh delle sessioni IBGP è richiesta in quanto una UPDATE ricevuta da un dato IBGP speaker non può essere inoltrato ad un altro IBGP speaker.

2. La struttura delle *Routing Tables* di R2 e di R5 sono illustrate in Figura 1.3;

Destination Network Prefix	Next Hop
192.168.100.0/24	192.168.1.206
192.168.200.0/24	192.168.1.206
192.168.250.0/24	192.168.1.206
192.168.230.0/24	192.168.1.206
192.168.50.0/24	directly attached
192.168.75.0/24	directly attached

a)

Destination Network Prefix	Next Hop
192.168.100.0/24	192.168.1.221
192.168.200.0/24	192.168.1.221
192.168.250.0/24	192.168.1.221
192.168.230.0/24	192.168.1.221
192.168.50.0/24	192.168.1.199
192.168.75.0/24	192.168.1.199

b)

Figura 1.3: a) *Routing Table* di R2, b) *Routing Table* di R5

3. La struttura delle BGP tables di R2 ed R5 sono illustrate in Figura 1.4.

4. La route aggregata, che il BGP-4 annuncia avvalendosi dell'attributo `ATOMIC_AGGREGATE`, risulta essere 192.168.0.0/16. Quando viene utilizzato tale attributo, il BGP speaker ha l'opzione di utilizzare anche l'attributo (opzionale transitivo) `AGGREGATOR` che fornisce le seguenti informazioni :

- *AS Number* dell'autonomus system in cui è stata effettuata l'aggregazione;
- *indirizzo IP* del router che ha originato la route aggregata.

I router BGP di Cisco utilizzano il BGP Router ID (RID) invece dell'indirizzo IP. Nel caso in cui si usino entrambi gli attributi (`ATOMIC_AGGREGATE` e `AGGREGATOR`) la UPDATE contiene le informazioni riportate in Figura 1.5.

Com'è noto, quando un router effettua aggregazione possono svilup-

NLRI	NEXT_HOP	AS_PATH
192.168.50.0/24	0.0.0.0	
192.168.75.0/24	0.0.0.0	
192.168.100.0/24	192.168.1.206	100 200
192.168.200.0/24	192.168.1.206	100 200
192.168.230.0/24	192.168.1.206	300 100
192.168.250.0/24	192.168.1.206	500 100

a)

NLRI	NEXT_HOP	AS_PATH
192.168.50.0/24	192.168.1.205	400
192.168.75.0/24	192.168.1.205	400
192.168.100.0/24	192.168.1.16	200
192.168.200.0/24	192.168.1.16	200
192.168.230.0/24	192.168.1.208	300
192.168.250.0/24	192.168.1.210	500

b)

Figura 1.4: a) *BGP Table* di R2, b) *BGP Table* di R5

Parameters & Attributes	Values
NLRI	192.168.0.0/16
ATOMIC_AGGREGATE	-
AGGREGATOR	100, 10.34.255.2

Figura 1.5: Informazioni di base per l'aggregazione

parsi dei loop per prevenire i quali viene utilizzato l'attributo AS\_PATH con la modalità AS\_SET. Quando l'UPDATE che annuncia l'aggregazione lascia l'AS 100 per raggiungere, ad esempio, l'AS 400, conterrà (tra l'altro) le informazioni riportate in Figura 1.6.

AS_SEQUENCE	100
AS_SET	300,500,200

Figura 1.6: Struttura dell'AS\_PATH

Per quanto riguarda R2, la nuova *BGP Table* è riportata in Figura 1.7 mentre la *Routing Table* è illustrata in Figura 1.8.

5. Esistono due alternative, entrambe basate sull'uso dell'attributo BGP-4 denominato COMMUNITY.

- NO\_EXPORT: quando ricevuta dal BGP peer, una UPDATE che contiene questo attributo non può essere annunciata a nessun altro BGP peer esterno all'AS;
- NO\_ADVERTISE: quando ricevuta dal BGP peer, una UPDATE che contiene questo attributo non può essere annunciata a nessun altro BGP peer (né interno né esterno).

Per attuare la politica di routing richiesta dall'esercizio basterà che i messaggi di UPDATE relativi ai prefissi (un UPDATE per ogni prefisso) di AS 500 e AS 200 trasportino anche una delle suddette well-known communities. Viceversa, il messaggio di UPDATE che trasporta il prefisso di AS 300 non deve contenere nessuna delle due suddette well-known communities.

NLRI	NEXT_HOP	AS_PATH
192.168.50.0/24	0.0.0.0	
192.168.75.0/24	0.0.0.0	
192.168.0.0/16	192.168.1.206	100

Figura 1.7: *BGP Table* di R2 con aggregazione

Destination Network Prefix	Next Hop
192.168.0.0/16	192.168.1.206
192.168.50.0/24	directly attached
192.168.75.0/24	directly attached

Figura 1.8: *Routing Table* di R2 con aggregazione